

CHIRURGIE DE LARYNGOPLASTIE CHEZ LE CHEVAL DEBOUT

SURGICAL TECHNIC OF LARYNGOPLASTY IN STANDING HORSE

Par Fabrice ROSSIGNOL⁽¹⁾

(Communication présentée le 12 Mai 2016

Manuscrit accepté le 22 Décembre 2016)

RÉSUMÉ

Une ventriculo-cordectomie uni ou bilatérale par laser, suivie d'une laryngoplastie, a été effectuée sous contrôle endoscopique chez des chevaux tranquilisés avec désensibilisation du site chirurgical par une anesthésie locale. La laryngoplastie a été bien tolérée sans aucune hyperabduction du cartilage aryénoïde paralysé. Les complications telles que toux, dysphagie et les complications de plaie sont survenues dans un nombre minimal de chevaux. L'analyse des résultats à long terme a montré une résolution des signes cliniques respiratoires chez environ 95 % des chevaux. La laryngoplastie effectuée chez le cheval debout permet d'éviter les risques associés à l'anesthésie générale et au réveil et donne des résultats au moins équivalents à ceux de la laryngoplastie réalisée sous anesthésie générale. L'avantage principal de cette technique est de permettre un ajustement peropératoire précis du degré d'abduction du cartilage aryénoïde.

Mots-clés : laryngoplastie, hémiplegie laryngée, chirurgie, cheval.

ABSTRACT

A unilateral or bilateral laser ventriculo-cordectomy followed by a laryngoplasty were performed under endoscopic guidance in the standing sedated horse, and the surgical site was desensitized with local anesthetic solution. In our experience, laryngoplasty was completed in all horses and was well tolerated. No hyperabduction of the affected arytenoid cartilage was observed. Complications such as coughing, dysphagia, and wound complications were encountered in a minority of cases. Respiratory function improved satisfactory in 95% of horses at late follow-up. Laryngoplasty performed in the standing horse avoids risk associated with general anesthesia and recovery and its results were comparable to the procedure performed under general anaesthesia. The principal advantage of this technique is to allow accurate intraoperative adjustment of the degree of arytenoid cartilage abduction.

Key words: laryngoplasty, laryngeal hemiplegia, surgery, horse.

INTRODUCTION

La laryngoplastie reste actuellement la procédure la plus indiquée pour traiter l'hémiplegie laryngée chez le cheval de sport et de course. Elle est habituellement effectuée sous anesthésie générale avec le cheval positionné en décubitus latéral. Cette technique a été initialement décrite en 1970 (Marks *et al.* 1970) et les résultats ont été objectivés par des études expérimentales (Brown *et al.* 2004 ; Rakesh *et al.* 2008). La perte d'abduction pendant la période post-opératoire immédiate ainsi que l'apparition de toux associée à des degrés variables de dysphagie, sont les complications les plus fréquemment rencontrées après cette procédure (Dixon *et al.* 2003 ; Froydendund *et al.* 2014 ; Biasutti *et al.* 2016). La laryngoplastie est asso-

ciée à une ventriculectomie (VE) uni ou bilatérale ou à une ventriculo-cordectomie (VCE) dans le but de réduire le bruit inspiratoire (Brown *et al.* 2004; Robinson *et al.* 2006). La chronologie des deux interventions pour optimiser l'efficacité de la laryngoplastie a également été étudiée (Perkins *et al.* 2011). Le taux de succès clinique après laryngoplastie et VCE varie de 50 à 95%, les chevaux de sport ayant un meilleur pronostic. (Hawkins *et al.* 1997 ; Mason *et al.* 2013).

La laryngoplastie associée à une VE ou VCE est également une procédure efficace pour le traitement des chevaux lourds de compétition, essentiellement en Amérique du Nord (Kraus *et al.* 2003), fréquemment atteints de cornage. De plus, les chevaux de

(1) Clinique équine de Grosbois, Domaine de Grosbois, 94470 Boissy Saint Léger.

Tel.: 0145696539

Email : fabricerossignol94@orange.fr

sport présentant un cornage sont fréquemment, dans notre expérience, de grands chevaux. Les complications liées à l'anesthésie générale lors de laryngoplastie, comme les myopathies et les neuropathies périphériques, sont plus fréquentes chez les chevaux de race lourde que chez les chevaux légers. (Kraus *et al.* 2003). Ceci avait motivé l'adaptation de la procédure chez le cheval debout, initialement proposée par le Pr Ducharme (Froydendund *et al.* 2014 puis décrite par notre équipe (Rossignol *et al.* 2014) : la technique, réalisable chez le cheval debout, présentait une efficacité équivalente à celle de la technique couchée, avec un faible taux de complications. Son intérêt essentiel était de permettre un ajustement plus précis et plus fiable de l'ouverture du cartilage aryénoïde, dans le but d'optimiser son degré d'abduction selon la discipline et le niveau d'activité du cheval, ainsi que de limiter les risques de toux et de fausse déglutition.

Nous avons progressivement élargi l'utilisation de notre technique à tous les chevaux de sport, quasiment tous opérés debout, et à des cas sélectionnés de chevaux de courses.

Cet article se propose de présenter la technique actuelle et d'effectuer une mise à jour de notre expérience de la laryngoplastie chez le cheval debout, prenant en compte les résultats obtenus chez 180 chevaux atteints de cornage.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cent quatre vingt chevaux, essentiellement des chevaux de sport, ont été présentés entre mai 2013 et novembre 2015 pour le traitement d'une hémiplegie laryngée de grade 4 ou 3. Le système international de sept grades (grades 1 à 4 avec sous-grades) a été utilisé (Robinson, 2004). Le diagnostic a été confirmé par l'examen clinique, l'endoscopie au repos, et dans certains cas, par l'endoscopie à l'exercice (pour tous les grades 3) soit par endoscopie sur tapis roulant, soit à l'aide d'un endoscope embarqué et par l'échographie. Initialement (avant 2014), les chevaux de trait et les chevaux de sport les plus lourds ont été choisis pour être opérés par la technique du cheval debout, les autres chevaux étant opérés par la technique traditionnelle sous anesthésie générale. À partir de 2014, la procédure debout a été étendue à tous les chevaux de sport et à certains chevaux de courses, essentiellement les trotteurs et AQPS (Autre Que Pur Sang), mais aussi quelques pur sang.

Une couverture antibiotique est réalisée pendant trois jours (pénicilline G procainée G à la dose de 22.000 U/kg, injectée par voie intramusculaire deux fois par jour). Les chevaux sont placés dans un travail conçu pour cette intervention chirurgicale avec un support de tête réglable permettant de placer la tête en extension maximale. Ils sont tranquilisés par la détomidine (0,01 mg/kg), la romifidine (40 à 80 µg/kg IV) ou une combinaison

des deux. Du tartrate de butorphanol (0,01mg/kg IV) ou de la morphine (0,1mg/kg IV) sont aussi administrés afin d'augmenter l'analgésie. Des bouchons d'oreilles et un bonnet couvrant l'œil gauche sont posés (**figure 1**). Une ventriculo-cordectomie bilatérale est effectuée à l'aide d'un laser diode par voie transendoscopique avant de pratiquer la laryngoplastie (**figure 2**). La région laryngée gauche est ensuite préparée aseptiquement pour l'intervention.

Technique chirurgicale

La tête positionnée en extension maximale grâce au support de tête est maintenue en position sagittale par un assistant (**figure 1**). Un large champ imperméable transparent est placé sur la région laryngée gauche et fixée par des pinces à champ au licol et à une corde tendue entre le licol et un surfaix (**figure 2**). Une fenêtre est découpée dans le champ au niveau du site chirurgical et ses bords sont stabilisés à l'aide d'agrafes cutanées. Le trajet de la veine linguo-faciale est matérialisé à l'aide d'un feutre chirurgical et 15 ml de lidocaïne à 2% et/ou de mepivacaïne sont infiltrés en sous-cutané au niveau du site d'incision, ventralement à la veine linguo-faciale. De la lidocaïne à 2% est également instillée à l'aide d'un cathéter de Chamber dans un des passages nasaux. Une puissante lampe frontale est utilisée pour éclairer les tissus pendant l'intervention. Une approche classique de la partie caudale

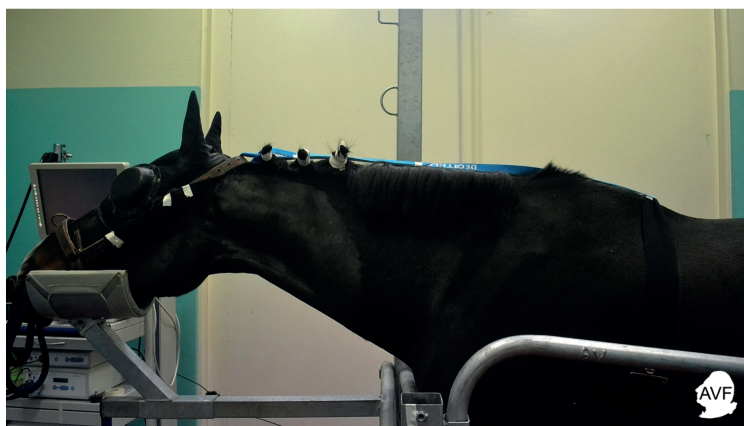


Figure 1 : Positionnement du cheval dans la barre chirurgicale avec stabilisateur de tête réglable. Mise en place des bouchons d'oreille et de l'ocillère gauche.



Figure 2 : Mise en place des champs chirurgicaux et positionnement de l'équipe chirurgicale.

du cartilage cricoïde, ventralement à la veine linguo-faciale, est utilisée. Une solution d'anesthésie locale (lidocaïne à 2%) est appliquée sur la partie dorsale isolée du cartilage cricoïde à l'aide de compresses imbibées, avant de placer les sutures de latéralisation (**figure 3**). Toutes les techniques de laryngoplastie réalisées chez le cheval couché peuvent être utilisées chez le cheval debout. Différents types et techniques de sutures ont été utilisées initialement. À partir de janvier 2014, deux sutures ont été utilisées (**figure 4**). À partir de mai 2014, l'ancrage des sutures sur le cartilage cricoïde a été renforcé par la mise en place d'un bouton métallique (Arthrex®) positionné ventralement au cartilage (**figure 5**). Le processus musculaire du cartilage aryénoïde est alors exposé par une approche latérale après séparation des muscles crico-pharyngé et thyro-pharyngé. Comme pour l'approche du cartilage cricoïde, des compresses imbibées d'anesthésique local sont appliquées sur le processus

musculaire et les tissus adjacents avant de placer les sutures. Les sutures sont passées au travers du processus musculaire à l'aide d'une aiguille Jamshidi pour ponction de moelle osseuse de 1.8 mm de diamètre (gauge de 13) dans une direction légèrement craniomédiale – caudolatérale, parallèlement à l'articulation crico-aryénoïdienne. L'endoscope est alors introduit dans la cavité nasale préalablement anesthésiée et les sutures sont serrées et nouées sous contrôle endoscopique direct (**figure 6**), afin d'optimiser le degré d'abduction du cartilage aryénoïde gauche (grade 2 selon la grille de Dixon (**figure 7**)). La plaie chirurgicale est lavée et fermée en trois plans. Un pansement collé ou suturé est appliqué sur le site chirurgical.

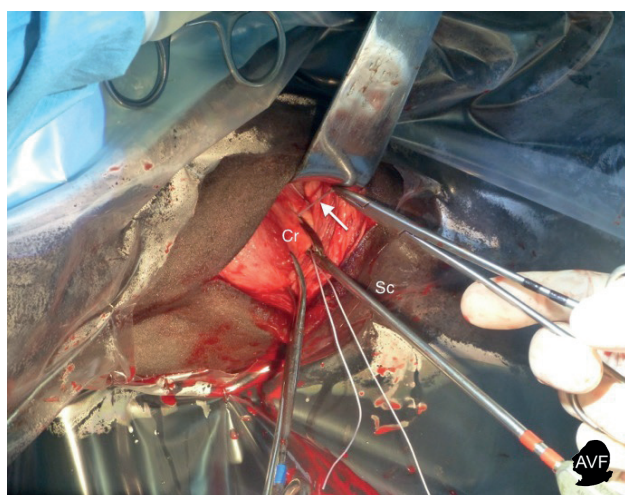


Figure 3 : Passage des sutures au travers du cartilage cricoïde à l'aide d'une pince automatique (Scorpion Multifire, Arthrex®). Noter la très bonne exposition du cartilage chez le cheval debout. Cr : bord caudal du cartilage cricoïde ; Sc : pince Scorpion ; flèche : suture passée au travers du cartilage.



Figure 4 : Pièce anatomique : positionnement des boutons métalliques Arthrex® sur le bord ventral du cricoïde. Cette modification permet de renforcer l'ancrage des sutures sans dépendre des variations anatomiques du cricoïde. BM : boutons métalliques ; Cr : aspect ventral du bord caudal du cricoïde ; Su : sutures (Tigertape-Arthrex®).

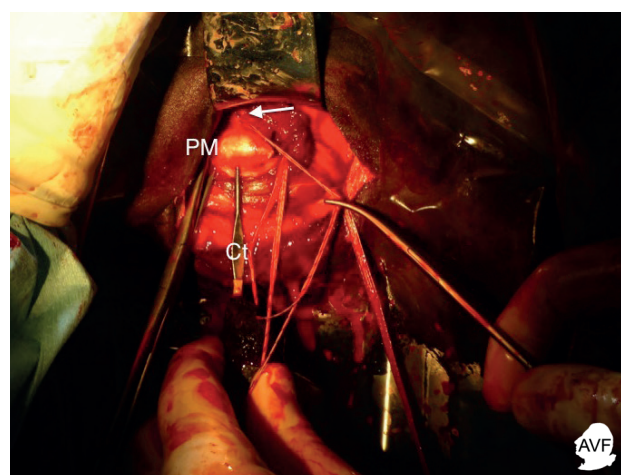


Figure 5 : Isolement du processus musculaire du cartilage aryénoïde et mise en place des sutures chez le cheval debout. Noter la bonne extériorisation par rapport à un cheval sous anesthésie générale. Ct : crochet pour passer la suture au travers du processus musculaires ; PM : processus musculaire du cartilage aryénoïde ; flèche : extrémité du crochet, médialement au PM accrochant la suture : cette région est bien visualisable sur le cheval debout.



Figure 6 : Serrage des sutures sous visualisation endoscopique directe.



Figure 7 : Positionnement du cartilage aryénoïde gauche après laryngoplastie. Grades de Dixon (D'après Dixon et al. 2003).

Les chevaux reçoivent un traitement anti-inflammatoire (phénylbutazone 2,2mg/kg IV ou *per os* matin et soir pendant cinq jours et dexaméthazone 20 mg IV par jour pendant deux jours. L'antibiothérapie par pénicilline procainée est prolongée pendant trois jours (20.000 UI/kg matin et soir IM)

Les chevaux restent au box et on les fait marcher en main quotidiennement pendant deux semaines, puis ils sont mis au marcheur ou au paddock pendant deux à quatre semaines supplémentaires. L'activité est reprise ensuite progressivement.

RÉSULTATS

En mai 2016, environ 240 chevaux ont été opérés avec la technique debout. Un premier groupe de 71 chevaux répartis entre la clinique de Grosbois et l'Université de Cornell constituait l'étude initiale (Rossignol *et al.* 2014). Il comprenait 47 % de chevaux de sport, 37% de chevaux lourds et seulement 16% de chevaux de courses. Dans cette dernière étude nous n'avons comptabilisé que les 180 chevaux opérés par l'auteur dans plusieurs cliniques depuis mai 2013, dont la répartition était de 55% de chevaux de sport, 40% de chevaux de courses et 5% de chevaux lourds. Trois chevaux présentaient une hémiparésie laryngée droite, le reste du côté gauche. Le temps de préparation incluant l'administration des sédatifs, l'antisepsie et la mise en place des champs chirurgicaux étaient d'environ 30 minutes. L'intervention préalable de ventriculo-cordectomie par laser diode n'a pas été comptabilisée dans cette étude mais durait entre 15 et 20 minutes avec une vingtaine de minutes de préparation. La durée de la laryngoplastie (en excluant les premiers chevaux lourds) variait de 35 à 60 minutes. Toutes les procédures ont pu être terminées. Quelques chevaux ont relevé la tête pendant la mise en place du champ chirurgical rendant nécessaire la mise en place d'un nouveau champ. Après cette étape, très peu de mouvements de la tête ont été observés. La veine linguo-faciale a été lacérée chez un cheval lourd lors de l'incision cutanée et a dû être suturée. Quelques réactions modérées sont parfois survenues lors de la séparation du muscle crico-pharyngé ou lors de l'introduction de l'endoscope pour observer le serrage de la prothèse, mais celles-ci ont pu être évitées ou limitées par une augmentation de la sédation juste avant ces étapes. Les chevaux déglutissaient lors de l'exposition du processus musculaire, mais cela diminuait immédiatement dès lors que l'on appliquait les compresses imbibées d'anesthésique local. La lidocaïne était également appliquée sur le cartilage cricoïde et au niveau de la lumière laryngée lors de la ventriculo-cordectomie effectuée juste avant la laryngoplastie. Aucun cheval n'a réagi au serrage des sutures. Un cheval a violemment réagi à la fin de l'intervention, lors de la suture cutanée, probablement suite à un glissement du champ chirurgical en fin d'intervention. La procédure a pu être terminée dans une autre salle.

L'exposition des structures anatomiques laryngées était excellente et le saignement était minime. Les sutures ont pu être tendues très facilement et la position d'abduction du cartilage

aryténoïde a pu être contrôlée par endoscopie chez tous les chevaux sauf deux. L'appréciation de l'abduction semblait subjectivement bien meilleure que sous anesthésie générale.

À 24 h postopératoire, le cartilage aryténoïde était majoritairement (60 % environ) positionné en abduction submaximale (grade 2 de Dixon) [figure 7]. Ceci concernait principalement les chevaux de courses. L'aryténoïde des chevaux de sport étaient majoritairement positionné en abduction intermédiaire (grade 3 de Dixon). Aucun cheval n'a présenté d'hyper abduction (grade 1 de Dixon) avec la technique debout. À six à huit semaines post-opératoire, 70% des chevaux présentaient une stabilité de l'abduction et 26 %, dont l'abduction était essentiellement de grade 2, ont perdu un grade, 4%, présentant une perte d'abduction de deux grades. Cette augmentation de la stabilité de l'abduction par rapport à l'étude préliminaire, est probablement liée au renforcement des prothèses par les boutons métalliques au niveau du cartilage cricoïde. En raison de cette stabilité, nous avons été attentifs chez les chevaux de sport à ajuster l'ouverture à une abduction modérée afin de limiter une abduction excessive inutile, risquant de favoriser les phénomènes de toux et de dysphagie.

Aucune complication post-opératoire majeure n'a été observée avec la technique chez le cheval debout. Quelques cas de dysphagie modérée (environ 10%), associée à une toux ont été observés lors du passage à la technique avec boutons métalliques. La plupart se sont résolus spontanément : seulement trois chevaux ont nécessité une deuxième intervention pour relâcher les prothèses. Cette complication n'a plus été observée après réajustement de l'ouverture lors du serrage prenant en compte la stabilité des implants. Après la mise en place de la technique avec boutons, le cartilage aryténoïde était positionné en abduction intermédiaire (grade 3 de Dixon) chez la plupart des chevaux de sport, les relâchement spontanés de l'abduction à six semaines post-opératoire étant devenus beaucoup moins fréquents. Un œdème et/ou un sérome post-opératoire du site chirurgical sont survenus chez environ 30% des chevaux et ont régressé spontanément avec l'administration d'anti-inflammatoires. Trois chevaux (2%) ont développé une infection du site chirurgical. Une grande majorité des chevaux (95%) ont montré une résolution des signes cliniques avec restauration de la tolérance à l'effort et diminution ou disparition du bruit. Les performances en courses n'ont pas été évaluées en raison de la diversité des disciplines et des catégories de chevaux opérés.

DISCUSSION

Les premières laryngoplasties ont été effectuées chez des chevaux lourds de compétition d'attelage, ainsi que chez les très gros chevaux de selle, afin de limiter le risque lié à l'anesthésie générale. Nous avons ensuite étendu cette procédure à des chevaux présentant des affections orthopédiques temporaires, ou lorsque le propriétaire était très réticent envers une potentielle anesthésie générale, en particulier lors de mauvaises expériences passées. À partir de mai 2014, quand nous avons

acquis de l'expérience avec cette technique, nous l'avons utilisée chez pratiquement tous les chevaux de sport, puis de course. Les jeunes pur sang et certains chevaux délicats restent néanmoins opérés sous anesthésie générale. La décision finale de procéder à la laryngoplastie est prise après avoir analysé le comportement du cheval lors de la ventriculo-cordectomie par laser. Cette procédure nous sert de test de sélection pour la laryngoplastie.

De nombreuses procédures chirurgicales de la tête et de l'encolure sont décrites chez le cheval debout, comme l'abord des sinus ou les interventions chirurgicales des voies aériennes supérieures par laser. Nos patients ont reçu des doses répétées d'alpha 2 agonistes, adaptées à leur état de vigilance et aux phases chirurgicales critiques, ainsi que de la morphine administrée avant l'intervention. L'anesthésique local était infiltré sur le site d'incision et également appliqué sur les tissus couvrant les cartilages cricoïde et aryénoïde. L'anesthésique local a été aussi instillé dans la lumière du larynx avant la ventriculo-cordectomie et son effet résiduel était visible lors de la laryngoplastie. Toutes les étapes chirurgicales ont été bien tolérées avec cette procédure.

Les chevaux soumis à une intervention chirurgicale debout ne doivent pas être stimulés par le bruit, le touché, la manipulation ou le mouvement. Pour diminuer tous les types de stimulus déclenchés par l'équipe chirurgicale située du côté de la laryngoplastie, des bouchons d'oreille, ainsi qu'un bonnet muni d'une œillère complète étaient utilisés. Comme pour tout acte chirurgical réalisé chez le cheval debout, tout mouvement de glissement du champ chirurgical peut risquer de contaminer le site chirurgical. Pour réduire ce risque, un large champ chirurgical était apposé lentement et méthodiquement, puis fixé à une longe tendue sur le dessus de l'encolure. La stabilité du champ était également renforcée par des agrafes cutanées placées autour du site chirurgical.

Notre taux de complications post-opératoire est équivalent à celui des autres études lors de laryngoplasties effectuées sous anesthésie générale (Dixon *et al.* 2003).

L'exposition du cartilage cricoïde et du processus musculaire du cartilage aryénoïde était bien meilleure qu'attendu. Cette qualité d'exposition est probablement liée à la position verticale du larynx, sans effondrement des structures péri-laryngées, comme la musculature extrinsèque, ainsi qu'à l'absence du tube orotrachéal. La très bonne exposition du cartilage cricoïde a permis de pouvoir placer facilement la suture dorsale en position para-sagittale.

L'extériorisation du processus musculaire était aisée. Les chevaux commençaient en général à tousser lors de cette étape, ce qui cessait immédiatement après application d'anesthésique local. Le vestibule oesophagien, situé en regard de la portion rostrale du processus musculaire, est clairement identifiable

chez le cheval debout et doit être identifié et écarté pour éviter une pénétration par l'aiguille lors du passage de la suture. Comme le type d'ancrage, le nombre et le type de prothèses ont évolué au cours du temps, il est difficile de déterminer la contribution de chaque variable aux résultats de l'intervention.

Les saignements peropératoires surviennent occasionnellement et peuvent sérieusement compromettre la visualisation et la pose ultérieure des prothèses. Nous n'avons pas rencontré de saignement compromettant la visualisation du site, probablement en raison de la position élevée de la tête du cheval, ainsi que du drainage ventral déclive des petits saignements.

La visualisation de l'abduction sous endoscopie lors du serrage des sutures est recommandée pour estimer ce degré optimal d'abduction. Nous pensons que les chevaux de sport n'ont pas besoin d'une ouverture submaximale et qu'il est préférable, en particulier pour limiter les complications de toux, de placer le cartilage aryénoïde dans une position intermédiaire. En effet, une abduction trop importante favorise les risques de dysphagie, bien que d'autres causes existent comme les lésions iatrogènes du plexus œsophagien ou l'inflammation générée par les prothèses (Froydendund *et al.* 2014). Effectuer ce serrage sous endoscopie avec un larynx en position anatomique normale est probablement un des plus gros avantages de la technique de laryngoplastie chez le cheval debout et réduit le risque d'obtenir une abduction inappropriée. Au contraire, nous avons remarqué que l'image endoscopique du larynx sous anesthésie générale au moment du serrage des sutures ne correspondait pas toujours à l'image que l'on observe après le réveil du cheval. Divers facteurs peuvent être impliqués dans cette inadéquation, comme la présence et/ou la taille du tube endotrachéal, la position de la tête du cheval non alignée par rapport au corps et l'utilisation de divers pads pour surélever le larynx.

Bien que la laryngoplastie chez le cheval debout présente des avantages certains, la technique opératoire doit être déjà parfaitement maîtrisée chez le cheval sous anesthésie générale. En effet, elle comporte des risques associés au fait de travailler sur un cheval vigile et à la gestion des complications peropératoires potentielles. Elle nécessite donc une équipe chirurgicale (chirurgien, anesthésiste et infirmières) aguerrie.

CONCLUSION

La laryngoplastie chez le cheval debout est une technique intéressante qui permet d'éviter les risques associés à l'anesthésie générale. Son principal avantage est de permettre une appréciation fine et fiable du degré d'abduction peropératoire. Nos résultats sont similaires à ceux rapportés précédemment lors de techniques sous anesthésie générale dans une population de chevaux de sport. Cette technique peut être également utilisée chez certains chevaux de courses.

REMERCIEMENTS

Pr Norman DUCHARME et Dr Josef BOENING.

BIBLIOGRAPHIE

- Biasutti S, Dart AJ, Jeffcott B. A review of recent developments in the clinical application of prosthetic laryngoplasty for recurrent laryngeal neuropathy: Indications, complications and outcome. *Equine Vet Edu.* 2016;10:1-9. DOI: 10.1111/eve.12553.
- Brown JA, Derksen FJ, Stick JA, Hartmann WM, Robinson NE. Effect of laryngoplasty on respiratory noise reduction in horses with laryngeal hemiplegia. *Equine Vet J.* 2004;36(5):420-5.
- Derksen JF, Stick JA, Scott EA, Robinson NE, Slocombe RF. Effects of laryngeal hemiplegia and laryngoplasty on airway flow mechanics in exercising horses. *Am J Vet Res.* 1986; 47(1):16-20.
- Dixon PM, McGorum BC, Railton DI, Hawe C, Tremaine WH, Dacre K *et al.* Long-term survey of laryngoplasty and ventriculocordectomy in an older, mixed-breed population of 200 horses: Part 1. Maintenance of surgical arytenoid abduction and complications of surgery. *Equine Vet J.* 2003;35(4):389-96. Erratum in *Equine Vet J.* 2003 Sep;35(6):619.
- Froydenlund TJ, Dixon PM. A review of equine laryngoplasty complications. *Equine Vet. Educ.* 2014;26(2):98-106. DOI: 10.1111/eve.12131
- Hawkins JF, Tulleners EP, Ross MW, Evans LH, Raker CW. Laryngoplasty with or without ventriculectomy for treatment of left laryngeal hemiplegia in 230 race horses. *Vet Surg.* 1997;26(6):484-91.
- Kraus BM, Parente EJ, Tulleners EP. Laryngoplasty with ventriculectomy or ventriculocordectomy in 104 draft horses (1992-2000). *Vet Surg.* 2003; 32(4):530-38.
- Marks D, Mackay-Smith MP, Cushing LS, Leslie JA. Use of a prosthetic device for surgical correction of laryngeal hemiplegia in horses. *J Am Vet Med Assoc.* 1970; 157(2):157-63.
- Mason BJ, Riggs CM, Cogger N. Cohort study examining long-term respiratory health, career duration and racing performance in racehorses that undergo left-sided prosthetic laryngoplasty and ventriculocordectomy surgery for treatment of left-sided laryngeal hemiplegia. *Equine Vet.* 2013;45(2):229-34.
- Perkins JD, Meighan H, Windley Z, Troester S, Piercy R, Schumacher J. In vitro effect of ventriculocordectomy before laryngoplasty on abduction of the equine arytenoid cartilage. *Vet Surg.* 2011;40(3):305-10.
- Rakesh V, Ducharme NG, Cheetham J, Datta AK, Pease AP. Implications of different degrees of arytenoid cartilage abduction on equine upper airway characteristics. *Equine Vet J.* 2008;40(7):629-35.
- Robinson NE. Consensus statements on equine recurrent laryngeal neuropathy: conclusions of the Havemeyer workshop. Stratford-upon avon. *Equine Vet Educ.* 2004;16(6):333-6, DOI: 10.1111/eve.12131
- Robinson P, Derksen FJ, Stick JA, Sullins KE, De Tolve PG, Robinson NE. Effects of unilateral laser-assisted ventriculocordectomy in horses with laryngeal hemiplegia. *Equine Vet J.* 2006;38(6):491-6.
- Rossignol F, Vitte A, Boening J, Maher M, Lechartier A, Brandenberger O *et al.* Laryngoplasty in standing horses. *Vet Surg* 2015; 44(3):341-7. DOI: 10.1111/vsu.12307.
- Russell AP & Slone DE. Performance analysis after prosthetic laryngoplasty and bilateral ventriculectomy for laryngeal hemiplegia in horses: 70 cases (1986-1991). *J Am Vet Med Assoc.* 1994; 204(8):1235-41.