

Trachéotomie temporaire chez le cheval

GABRIEL A.¹, HONTOIR F.¹, VAN GALEN G.², VERWILGHEN V.², CARSTANJEN C.³

¹ Service d'anatomie, Département de Morphologie et Pathologie, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, 20, Boulevard de Colonster, bâtiment B43, 4000 Liège, Belgique

² Faculty of Health and Medical Sciences, Department of Large Animal Medicine and Surgery, University of Copenhagen, Denmark

³ Fachtierarzt für Pferde & Pferdechirurgie, Department of Large Animal Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences (SGGW), Nowoursynowska 100, 02-786 Warsaw, Poland

Correspondance : Prof. Annick Gabriel Email : annick.gabriel@ulg.ac.be

RÉSUMÉ :

Le terme trachéotomie signifie l'incision de la trachée dans le but d'y accéder ou de court-circuiter les cavités nasales, le larynx et la partie crâniale de la trachée afin de faciliter le passage de l'air. La trachéotomie est souvent réalisée en tant que procédure d'urgence dans des conditions difficiles. Cet article décrit dans un premier temps l'anatomie, l'histologie et l'examen clinique de la trachée. Dans un second temps, il aborde les indications pour la trachéotomie temporaire, la technique chirurgicale ainsi que les risques associés.

INTRODUCTION

La trachéotomie est une des plus vieilles techniques opératoires décrite (Sosath, 2007). Il s'agit de l'incision de la trachée pour accéder à sa lumière dans le but de lever une obstruction (extraction de corps étranger), de collecter un échantillon ou de faciliter le passage de l'air. Dans la plupart des pathologies trachéales, une trachéotomie ne sera pas utile comme traitement final, mais lors d'obstruction des voies respiratoires supérieures ou de suffocation, la trachéotomie temporaire pourra sauver la vie de l'animal. Elle permet de mettre au repos les voies respiratoires supérieures de manière temporaire ou simplement de contourner une obstruction inopérable des voies respiratoires supérieures comme une chondrite bilatérale des cartilages aryénoïdes. On peut également la réaliser pour une intubation endotrachéale lors d'anesthésie générale si l'intubation de routine, nasotrachéale ou orotrachéale limite l'accès au champ opératoire. La trachéotomie temporaire est une technique simple, facile à réaliser, pouvant être faite dans des conditions difficiles. Néanmoins, il est impératif que le vétérinaire qui la réalise ait une connaissance parfaite

de l'anatomie, des indications, de la technique chirurgicale et des risques associés, ainsi que des complications que la procédure peut engendrer.

ANATOMIE

La trachée fait partie des structures permettant le passage de l'air lors de la respiration, tout comme les cavités nasales ou le larynx. C'est un tube cylindrique, légèrement aplati dans le sens dorso-ventral, qui fait suite au larynx et se termine par deux bronches principales dans la cavité thoracique. Elle comporte une portion cervicale (*Pars cervicalis*) et une portion thoracique (*Pars thoracica*) (Waibl, 2004). Dans la région cervicale, elle est entourée par une gaine de tissu conjonctif lâche (adventice). Elle est en rapport par sa face dorsale avec les muscles long de la tête (*M. longuscapitis*) et long du cou (*M. longuscolli*) et par sa face ventrale avec les muscles sterno-hyoïdiens et sterno-thyroïdiens (*M. sterno-hyoidei*, *M. sterno-thyroidei*). Le tiers proximal de sa partie cervicale est couvert, latéralement, par les muscles omo-hyoïdiens (*M. omo-hyoidei*) qui convergent vers le corps

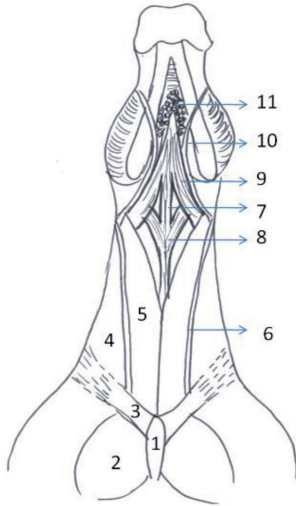
de l'hyoïde, tandis que sa portion distale est partiellement couverte par les muscles sterno-céphaliques (*M. sternocephalicus*) (figures 1a, 1b, 1c). L'œsophage longe d'abord la face dorsale de la trachée, puis, il se place sur sa face gauche jusqu'à l'entrée de la poitrine. La face latérale de la trachée est longée par l'artère carotide commune bordée dorsalement par le tronc vago-sympathique et un peu plus ventralement par le nerf laryngé caudal ou récurrent.

Chez le cheval la trachée mesure 75 cm en moyenne, son diamètre interne est de 6 à 7 cm de large sur 4 à 5 cm de haut. Elle se compose de 48 à 60 (52 en moyenne) anneaux cartilagineux (*Cartilagine tracheales*) (Waibl, 2004 ; Dyce *et al.*, 2010). Ces anneaux sont incomplets et sont constitués d'une mince lame de cartilage hyalin s'amincissant à ses extrémités. Ces extrémités peuvent légèrement se chevaucher ou se placer en regard l'une de l'autre. Elles sont réunies par un ligament annulaire (*Lig. anularia*) élastique au niveau de la face dorsale de la trachée. Ces ligaments forment une membrane fibro-élastique, qui entoure tous les anneaux trachéaux depuis le cartilage cricoïde du larynx jusqu'au

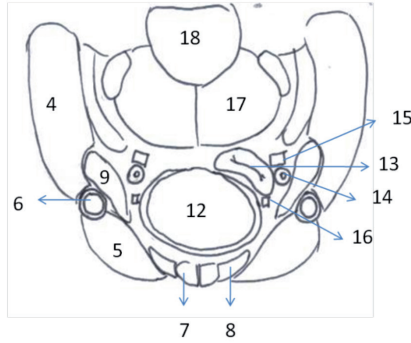
Figure 1 : **1a** : vue ventrale du cou du cheval, **1b** : coupe transversale du cou du cheval dans la région cervicale moyenne, **1c**: dissection de la région cervicale moyenne

1. Manubrium sternal, 2. M. pectoral descendant, 3. M. cutané du cou, 4. M. brachio-céphalique, 5. M. sterno-céphalique, 6. veine jugulaire externe, 7. M. sterno-hyoidien, 8. M. sterno-thyroidien, 9. M. omo-hyoidien, 10. veine linguo-faciale, 11. noeud lymphatique mandibulaire, 12. trachée, 13. oesophage, 14. artère carotide commune, 15. tronc vago-sympathique, 16. nerf laryngé caudal (récurrent), 17 M. long du cou, 18. corps de la 4e vertèbre cervicale.

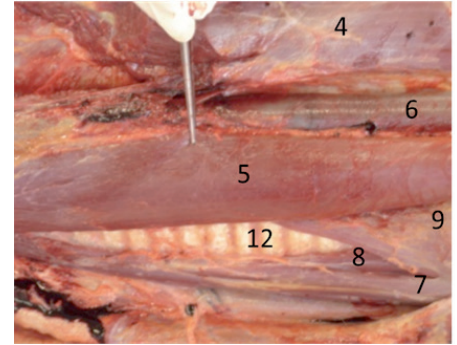
1a



1b



1c



niveau des bronches (figures 2a, 2b). Les anneaux cartilagineux confèrent à la trachée une certaine rigidité ; ils lui permettent de ne pas s'affaisser mais également de garder une certaine souplesse. Des variations de longueur et de calibre peuvent s'observer lors du cycle respiratoire ou lors de la toux.

Chez l'âne, la trachée compte 34 à 50 (43 en moyenne) anneaux cartilagineux, elle est aplatie dans le sens dorso-ventral, et présente très fréquemment des anomalies de forme des cartilages trachéaux ou des ligaments, avec un écart important entre les extrémités des anneaux, et une diminution de la surface interne, surtout entre les anneaux 15 à 30 (près de l'entrée du thorax) (Matthew *et al.*, 1997 ; Powell *et al.*, 2010). On retrouve également fréquemment ce problème chez les poneys miniatures.

seaux sanguins, des nerfs et un infiltrat lymphoïde important. Sous cette muqueuse, on trouve une sous-muqueuse composée de deux parties; une partie interne conjonctive, comprenant des glandes trachéales séreuses, et une partie externe constituée de cartilage hyalin formant les anneaux. Les extrémités des anneaux sont reliées par un muscle lisse, le muscle trachéal, et par des faisceaux de fibres collagènes et élastiques (*Lig. anularia*). Ces éléments s'insèrent sur le périchondre qui entoure les anneaux. L'adventice est constitué de tissu conjonctif, en continuité avec celui qui recouvre les

organes voisins. Dans la cavité thoracique, il se poursuit par la plèvre.

FONCTIONS DE LA TRACHÉE

La trachée contribue au réchauffement et à l'humidification de l'air inspiré, grâce à sa vascularisation importante et aux sécrétions des glandes séreuses trachéales. Les particules en suspension dans l'air inspiré (par exemple les poussières, bactéries, virus) vont

Figure 2 : morphologie des anneaux cartilagineux. 2a planche anatomique, 2b photo

1. ligaments annulaire (*Lig. anularia*), 2. cartilage trachéal, 3. M. trachéal, 4. muqueuse trachéale.

HISTOLOGIE

L'épithélium de la trachée est pseudostratifié cilié (figure 3) (Banks, 1993). On y retrouve également des cellules caliciformes qui synthétisent le mucus. Sous l'épithélium, on trouve un chorion riche en fibres élastiques, qui contient de nombreux vais-

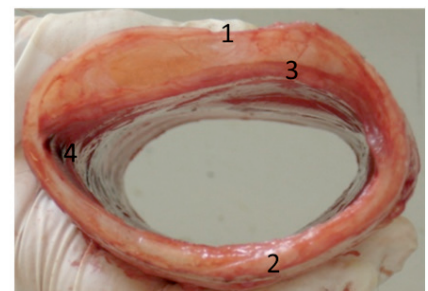
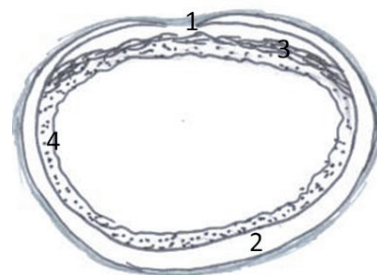
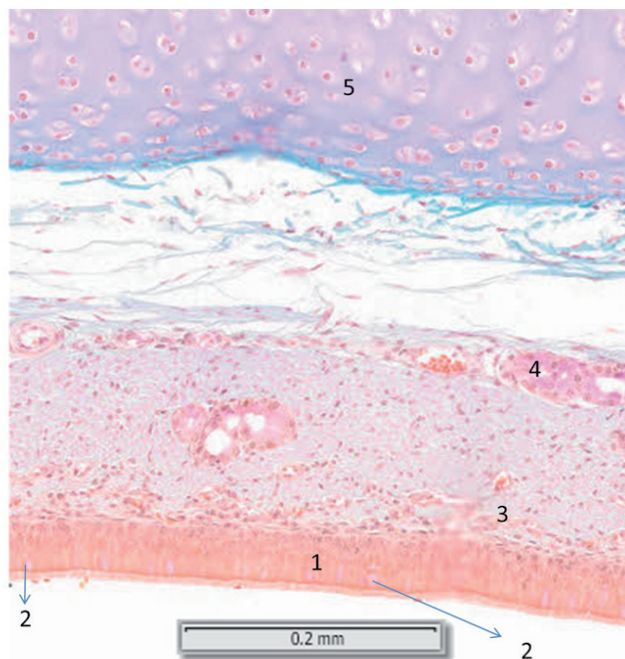


Figure 3 : histologie de la trachée chez le cheval.

1. épithélium pseudostratifié cilié, 2. cellules caliciformes, 3. muqueuse riche en fibres élastiques, vaisseaux sanguins, nerfs et cellules lymphoïdes, 4. partie interne conjonctive de la sous-muqueuse comprenant des glandes trachéales séreuses, 5. partie externe de la sous-muqueuse constituée de cartilage hyalin formant les anneaux trachéaux.



être captées par le film muco-ciliaire, qui, grâce aux battements des cils, va remonter vers le larynx et le pharynx pour y être dégluti. Des enzymes bactéricides sont également synthétisées par les glandes trachéales, et des anticorps sont produits par les lymphocytes présents en abondance au niveau du chorion. La trachée participe donc directement à la défense de l'organisme.

EXAMEN CLINIQUE DE LA TRACHÉE

Inspection

Dans un premier temps, il est important d'observer le cheval pour voir s'il souffre ou non de dyspnée (difficulté respiratoire) et d'évaluer l'urgence du problème.

Lors de détresse respiratoire importante, le cheval étend l'encolure et la tête, il montre une dilatation des naseaux, des mouvements exagérés du thorax et de l'abdomen, ainsi qu'un regard anxieux. Dans certains cas, des sécrétions (séreuses, muqueuses, muco-purulentes, purulentes, hémor-

ragiques, alimentaires, mousseuses) sont visible au niveau des naseaux. Une cyanose des muqueuses est un signe de manque d'oxygène tissulaire sévère.

Dans ce cas, une prise en charge urgente est nécessaire afin d'éviter l'aggravation de la situation et le décès de l'animal suite à la détresse respiratoire.

Après s'être assuré que le problème ne se situe pas plutôt au niveau du larynx ou des cavités nasales et lorsque l'état clinique du cheval le permet (cheval stabilisé), une inspection plus spécifique de la trachée cervicale peut être réalisée. Elle inclut la recherche de signes de traumatisme visibles extérieurement, la présence d'un gonflement au niveau de l'encolure (emphysème, œdème, masse). Il faudra également vérifier, en particulier chez les poneys et les chevaux miniatures, qu'il n'y a pas de collapsus au niveau de la partie distale de la trachée cervicale (Aleman *et al.*, 2008). Celui-ci peut induire une respiration striduleuse pouvant éventuellement être confondue avec une obstruction des voies respiratoires supérieures mais pour lesquelles une trachéotomie

n'apportera aucune amélioration

Palpation de la trachée

Après l'inspection, la palpation de toute la trachée cervicale peut permettre de détecter de l'emphysème, de la douleur, de la chaleur, de l'œdème, ou une masse dans les tissus péri-trachéaux. Il est également important de vérifier la forme des anneaux trachéaux pour rechercher les formes anormales comme l'aplatissement dorso-ventral, le collapsus et la sténose de la trachée. Le réflexe trachéal est réalisé en pinçant les anneaux trachéaux entre les doigts. Il montre si le cheval a une sensibilité trachéale anormale. C'est un test aspécifique, qui est souvent positif lors de pathologie respiratoire.

Auscultation trachéale

L'auscultation trachéale peut se faire sur toute la longueur de la trachée cervicale, depuis le larynx jusqu'à l'entrée du thorax. L'auscultation permet d'entendre les bruits respiratoires normaux lors de l'inspiration et de l'expiration et parfois des sifflements (dans le cas de bronchoconstriction ou lors de diminution importante du diamètre de la trachée) et des crépitations (dans le cas où des sécrétions trachéales sont présentes). Pour mieux détecter la présence de sécrétions trachéales, il est préférable de placer le stéthoscope sur la trachée à l'entrée du thorax. À cet endroit, la trachée est à son niveau le plus ventral et les sécrétions s'y accumulent par gravité.

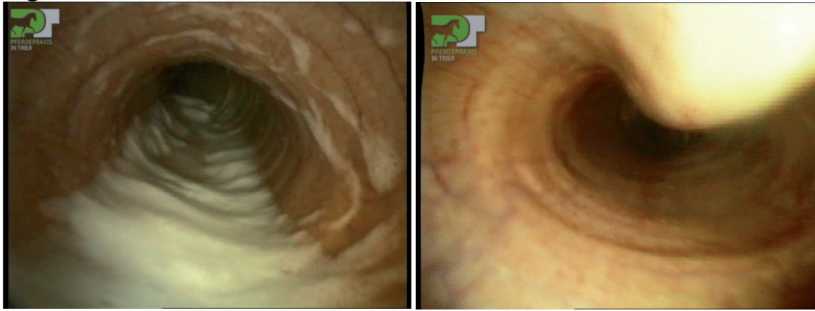
Examens complémentaires

L'**endoscopie** est l'examen complémentaire le plus utile pour examiner la trachée (figure 4). Il permet de visualiser la trachée cervicale et thoracique jusqu'aux divisions bronchiques. Le diamètre, l'aspect de la muqueuse, la présence de sécrétions, de masses ou de traumatismes sont vérifiés. De temps en temps des nodules trachéaux cartilagineux peuvent être observés, mais ce sont des trouvailles endoscopiques sans signification clinique. S'il y a présence de sécrétions ou de masses, un prélèvement (biopsie, lavage trachéal) est possible grâce à l'endoscope. Le lavage trachéal est aussi réalisable sans endoscope, par ponction trachéale.

La **radiographie** permet de visualiser la trachée cervicale et thoracique

Figure 4a et b : vue endoscopique de la trachée montrant la présence de mucus en grande quantité (a) et le collapsus du ligament annulaire (b) chez un poney.

Fig 4:



en vue latéro-latérale (profil). Cette technique ne permet pas la visualisation correcte des tissus péri-trachéaux. Elle permet l'observation du diamètre de la trachée, qui se réduit lors de sténose ou de compression (extramurale ou intramurale).

Il faut noter que cette technique donne une image statique de profil de la trachée et ne permet pas de visualiser une compression latéro-latérale de celle-ci. Dans le doute, l'utilisation d'un fluoroscope facilitera le suivi dynamique du diamètre de la trachée, c'est-à-dire durant l'inspiration et l'expiration.

L'échographie ne permet de visualiser que la trachée cervicale et les tissus péri-trachéaux. En raison de la présence de gaz à l'intérieur de la trachée et du blocage des ondes par le gaz, il est impossible de visualiser l'intérieur de la trachée.

Les **nouvelles méthodes d'imagerie** : le scanner (CT-scan : *computed tomography*), l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et la scintigraphie sont des techniques d'imagerie en plein développement. Pour autant qu'elles soient mises à disposition, elles sont aussi utilisables pour examiner plus en détail la trachée chez le cheval.

Cependant, la plupart des systèmes IRM et scanner sont d'une taille insuffisante pour visualiser le thorax et la partie thoracique de la trachée. Ces techniques sont donc uniquement applicables à la trachée cervicale.

INDICATIONS POUR LA TRACHÉOTOMIE

La plupart du temps, la trachéotomie temporaire est pratiquée comme procédure d'urgence lors d'obstruction des voies respiratoires supérieures (par exemple à la suite d'un corps étranger, d'une paralysie bilatérale des aryénoïdes, d'abcès au niveau des nœuds lymphatiques rétro-pharyngiens médiaux) (figure 5), lors de risque de suffocation (Turner et McIlwraith, 1989 ; Orsini et Kreuder, 2002). Lors de congestion nasale ou de collapsus pharyngien pendant la phase de réveil après une anesthésie générale, il est parfois nécessaire de pratiquer une trachéotomie d'urgence. Lors d'opération chirurgicale sur la tête ou le larynx, le cheval peut être intubé et ventilé via l'incision de trachéotomie (figure 6). Une trachéotomie temporaire peut être réalisée de manière occasionnelle en complé-

ment d'une intervention chirurgicale lorsqu'elle entraîne une gêne au niveau des cavités nasales ou du larynx (Turner et McIlwraith, 1989 ; Orsini et Kreuder, 2002).

TRACHÉOTOMIE TEMPORAIRE : PROCÉDURE

Dans un premier temps, un examen général du cheval est réalisé. Lorsque le statut de vaccination est inconnu, un sérum antitétanique doit être administré. Pour que la chirurgie puisse être réalisée sur animal debout, il faut au préalable mettre le cheval sous sédation à l'aide d'un α_2 -agoniste (par exemple la xylazine à 0,6 mg/kg). Néanmoins, la sédation est généralement contre-indiquée en raison du risque de collapsus respiratoire associé à la dyspnée. La trachéotomie d'urgence se déroule donc sous anesthésie locale.

Figure 5 : abcès au niveau des nœuds lymphatiques rétropharyngiens médiaux.



Figure 6 : trachéotomie pour ventiler un cheval lors d'une anesthésie générale.



Figure 7 : canules trachéales (a), canule trachéale de Pape (b); canule trachéale de Fields (c).

Fig 7a



Fig 7b



La trachéotomie peut aussi être réalisée sous anesthésie générale. Dans ce cas, le cheval est placé en décubitus dorsal ou latéral, le cou bien étiré pour que la trachée soit en évidence.

Sur cheval debout, en routine, la tête sera suspendue afin de permettre un accès aisé à l'encolure. Pour la réalisation d'une trachéotomie temporaire, le matériel nécessaire comprend de l'anesthésique local (environ 10 ml lidocaïne 2 %), un bistouri muni d'une lame #23 ou 10, une paire de ciseau Mayo, des pinces hémostatiques, des pinces Rochester, du fil de suture (monofilament non résorbable, par exemple polypropylène), des compresses et des gants stériles, et d'une canule trachéale stérile. La figure 7 illustre les différents types de canules trachéales. Dans les cas urgents, si aucune canule trachéale n'est à disposition, il est possible d'utiliser une seringue de 10 ou 20 ml à laquelle on a enlevé le cône et le piston comme canule de fortune. Durant la procédure, il faut être vigilant pour ne pas laisser tomber de matériel chirurgical dans la

trachée ni trop de sang ce qui n'est pas facile si le cheval inspire avec force.

Le site standard d'accès à la trachée pour une trachéotomie temporaire chez le cheval se situe à la jonction du tiers crânial et du tiers moyen de la région cervicale (figure 8a). À cet endroit, les cartilages trachéaux sont faciles d'accès et le risque de contamination post opératoire est moindre. Dans le cas d'une obstruction de la trachée, la trachéotomie doit évidemment être réalisée distalement par rapport à l'endroit d'obstruction. L'accès au tiers distal de la trachée nécessite la dissection des muscles sterno-céphalique, sterno-hyoïdiens et sterno-thyroïdiens.

La préparation du site chirurgical inclut successivement le repérage du site d'intérêt sur la face ventrale de la trachée, le rasage sur un carré de 10 cm de côté, la désinfection à l'aide d'isobétadine et d'alcool et l'infiltration de 10 ml d'anesthésique local en sous-cutané et en intra-musculaire (lido-

caine). Le chirurgien droitier se tient au niveau de l'épaule droite du cheval. Le cou du cheval est étiré au maximum. Le chirurgien fixe la trachée à l'aide de sa main gauche (figure 8b). Il réalise une incision de 6 cm de long à l'aide de son bistouri le long de la trachée en faisant très attention à bien rester centré pour éviter d'inciser la jugulaire, ce qui n'est pas évident lorsque le cheval se débat où qu'il se trouve coincé dans un boîtier de réveil avec une encolure fléchie ou mal positionnée. Le tissu sous-cutané et les fascias des muscles sterno-hyoïdiens et sterno-thyroïdiens sont disséqués ; la trachée est dégagée par dissection mousse à l'aide des doigts ou à l'aide de ciseaux mayo. Une incision horizontale du ligament annulaire et de la muqueuse est réalisée à l'aide du bistouri entre deux cartilages trachéaux. Le ligament annulaire est ouvert sur environ 120° (au maximum 50 % de la surface). On fera bien attention à ne pas augmenter cette circonférence d'ouverture car cela génère un taux plus élevé de complications de cicatrisation dont le risque de collapsus de la trachée. De plus et particulièrement chez les chevaux âgés où la trachée a tendance à se décentrer, il faudra veiller à inciser dans le centre de la circonférence, sinon, il y a un risque plus élevé de collapsus trachéal. Quand la situation est dramatique, l'incision longitudinale de 2 anneaux cartilagineux est plus facile à réaliser même si le risque de complications postopératoires est plus élevé. Il faut à ce moment faire un choix entre laisser mourir le cheval, risquer d'inciser la jugulaire ou risquer plus de complications postopératoires.

Figure 8 : 8a site standard d'accès à la trachée chez le cheval (entre le tiers crânial et le tiers moyen de la région cervicale), 8b le chirurgien droitier se tient au niveau de l'épaule droite du cheval et fixe la trachée à l'aide de sa main gauche, 8c et 8d la canule est introduite dans la trachée, en direction du poumon et est fixée.

Fig 8a

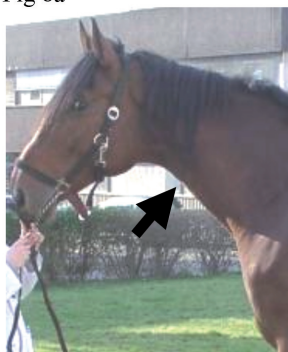


Fig 8b



Fig 8c, d



En cours de chirurgie, l'expiration du cheval peut provoquer l'expulsion de sécrétions ou de sang par l'ouverture chirurgicale. Il est préférable, dans la mesure du possible d'anticiper cette réaction. L'introduction du tube n'est pas toujours aisée, surtout dans les situations d'urgence. L'insertion d'une grande pince de Kelly ou Rochester permet d'ouvrir temporairement la trachée et de faciliter la respiration de l'animal. Une fois la phase de stress passée, le tube pourra alors être introduit. La canule est introduite dans la trachée, en direction distale et fixée à l'aide de rubans adhésifs ou d'une plaque à visser (en fonction du tube de trachéotomie utilisé) (figures 8c et 8d). Si l'incision de peau est trop grande, les bords peuvent être suturés à l'aide de quelques points réalisés avec un monofilament non résorbable (polypropylène).

SOINS POST-OPÉRATOIRES

Le cheval doit être mis sous antibiothérapie systémique et anti-inflammatoires non stéroïdiens en fonction de la pathologie primaire. La canule trachéale doit être nettoyée deux à trois fois par jour pour éviter qu'elle ne s'obstrue à cause des sécrétions. Il faut également enduire la peau de vaseline, autour de la plaie de trachéotomie pour la protéger des sécrétions et du risque d'inflammation. La canule de trachéotomie peut rester en place sept à 10 jours et moyennant des soins adéquats, peut même être utilisée pour de plus longues périodes.

Il est impératif de garder les animaux avec une trachéotomie dans des endroits propres et non poussiéreux. La barrière nasale et pharyngienne est court-circuitée et l'air est beaucoup moins filtré avant d'arriver dans les poumons. Une compresse dépliée avec de larges mailles peut être mise sur l'orifice afin de constituer une barrière pour de grosses particules. Ceci est particulièrement utile chez les poneys ou chez les poulains qui restent souvent couchés et sont donc plus proches des contaminants présents au niveau du sol. Pour la même raison, les chevaux qui possèdent une trachéotomie seront nourris au sol pour éviter que des poussières et des contaminants ne pénètrent par la trachéotomie lorsque l'animal se nourrit.

Quand la canule de trachéotomie n'est plus nécessaire, il faut, avant de l'enlever, boucher son orifice à l'aide de la main et s'assurer que le cheval reprend bien une respiration normale par les naseaux. Après l'enlèvement de la canule, la plaie cicatrisera par seconde intention en deux à trois semaines (figure 9). Pendant toute la durée de la phase de cicatrisation, la plaie doit être nettoyée une à deux fois par jour.

RISQUES ET COMPLICATIONS

Les risques de complication d'une trachéotomie temporaire sont liés à la cause primaire de la maladie du cheval. Les complications directes peuvent être l'infection de la peau, de l'emphysème (pouvant mener à un pneumothorax et/ou un pneumomédiastin) ou de l'œdème dans le voisinage de la plaie, ainsi que la formation d'abcès. Si la canule se bouche ou que le cheval l'enlève, il risque la suffocation si la cause primaire n'est pas résolue. Si l'on incise plus de la moitié du ligament annulaire, le cheval risque de développer une sténose de la trachée à cet endroit. La nécrose d'un cartilage peut survenir si un traumatisme a endommagé ce dernier. À l'endroit de la cicatrice sur la trachée, on peut retrouver des chondromes ou des granulomes au niveau de la muqueuse trachéale qui a été abîmée, qui vont diminuer le diamètre de la trachée et peuvent secondairement provoquer une sténose. La complication la plus fréquente de la trachéotomie est la pneumonie d'aspiration.

Figure 9 : la plaie de trachéotomie cicatrisera par seconde intention en deux à trois semaines ; il faut éviter la formation d'un granulome cicatriciel.



CONCLUSION

La trachéotomie temporaire peut être réalisée facilement en pratique sur cheval debout sous sédation, avec anesthésie locale. La trachéotomie d'urgence est souvent réalisée dans des conditions difficiles. Il faut tenir compte du risque plus élevé de complications pendant la chirurgie ainsi que pendant la période post-opératoire.

SUMMARY

TEMPORARY TRACHEOTOMY IN HORSES

Tracheotomy means the incision of the trachea with the aim to bypass the nasal area, larynx and cranial trachea. Tracheotomy is often performed as an emergency procedure under difficult conditions. This article firstly describes the anatomy, histology and clinical examination of the trachea in horses. Secondly, it gives the indications for temporary tracheotomy, surgical technique as well as associated risks.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEMAN M., NIETO J.E., BENAK J., JOHNSON L.R. TRACHEAL collapse in American miniature horses: 13 cases (1985-2007). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2008, 233, 1302-1306.
- BANKS W.J. Respiratory system. In : Banks W.J. (Ed.), *Applied veterinary histology*. 3^e ed. Mosby : Saint Louis, 1993, 390-407.
- BUTT T.D., McDONALD D.G., CRAWFORD W.H., DECHANT J.E. Persistent right aortic arch in a yearling horse. *Can. Vet. J.*, 1998, 39, 714-715.
- COLLINS N.M., BARAKZAI S.Z., DIXON P.M. Tracheal obstruction by an eosinophilic polyp in a horse. *Equine Vet. Educ.*, 2005, 17, 128-131.
- COUMBE K. Kopfverletzungen. In : Dyson S. (Ed.), *Leitfaden für Notfallmedizin im Pferdesport*. FNverlag der Deutschen Reiterlichen Vereinigung GmbH : Warendorf, 1989, 89-102.
- DYCE K.M., SACK W.O., WENSING C.J.G. The head and ventral neck of the horse. In : Dyce K.M., Sack W.O., Wensing C.J.G. (Eds), *Textbook of veterinary anatomy*. 4^e ed. Saunders : Philadelphia, 2010b, 501-531.
- GEHLEN H., STADLER P., OHNESORGE B. Tracheal obstruction in a horse with oesophageal stenosis and diverticulum. *Equine Vet. Educ.*, 2005, 17, 132-134.
- GRNVOLD A.M.R., IHLER C.F., HANCHE-OLSEN S. Conservative treatment of tracheal perforation in a 13-year-old hunter stallion. *Equine Vet. Educ.*, 2005, 17, 142-145.
- MAIR T.S., LANE J.G. Diseases of the equine trachea. *Equine Vet. Educ.*, 2005, 17, 146-149.
- MATTHEWS N.S., TAYLOR T.S., HARTSFIELD S.H. Anaesthesia of donkeys and mules. *Equine Vet. Educ.*, 1997, 9, 198-200.
- ORSINI J.A., KREUDER C. Tracheotomy. In : Orsini J.A., Divers T.J. (Eds), *Manual of equine emergencies: treatment and procedures*. 2^e ed. W.B. Saunders : Philadelphia, 2002, 67-69.
- PALMERS K., VAN LOON G., JORISSEN M., VERDONCK F., CHIERS K., PICAVET M.T., DEPRez P. Situs inversus totalis and primary ciliary dyskinesia (Kartagener's syndrome) in a horse. *J. Vet. Intern. Med.*, 2008, 22, 491-494.
- POWELL R.J., DU TOIT N., BURDEN F.A., DIXON P.M. Morphological study of tracheal shape in donkeys with and without tracheal obstruction. *Equine Vet. J.*, 2010, 42, 136-141.
- SAULEZ M.N., DZIKITI B., VOIGT A. Traumatic perforation of the trachea in two horses caused by orotracheal intubation. *Vet. Rec.*, 2009, 164, 719-722.
- SOSATH J. Die geschichtliche Entwicklung der perkutanen dilatativen Tracheotomieverfahren im historischen Kontext (PhD Thesis). Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald : Greifswald, 2007, 141 p.
- SPANTON J.A., HENDERSON I.S.F., KRUDEWIG C., MAIR T.S. Tracheal rupture in a native pony mare associated with a condition resembling tracheobronchopatia osteochondroplastica. *Equine Vet. Educ.*, 2008, 20, 582-586.
- TURNER A.S., McILWRAITH C.W. Tracheotomy. In : Turner A.S., McIlwraith C.W. (Eds), *Techniques in large animal surgery*. 2^e ed. Lea & Febiger : Philadelphia, 1989, 219 p.
- WAIBL H. Luftröhre; Trachea. In : Nickel R., Schummer A., Seiferle E. (Eds), *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Band II Eingeweide. 9^eed. Parey Verlag : Stuttgart, 2004, 257-258.