

TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	4
INTRODUCTION.....	5
PREMIERE PARTIE : LES HERNIES DISCALES CERVICALES : ETAT DE LA QUESTION ET APPLICATION POTENTIELLE DE L'ENDOSCOPIE.....	6
I) Les hernies discales cervicales du chien	6
A) <i>La colonne vertébrale cervicale : rappels anatomiques</i>	<i>6</i>
1) Anatomie de la région de l'encolure.....	6
a) <i>Les formations musculaires</i>	<i>6</i>
b) <i>Les formations viscérales.....</i>	<i>8</i>
c) <i>Les éléments vasculo-nerveux cervicaux</i>	<i>8</i>
c.1) <i>Les nerfs</i>	<i>8</i>
c.2) <i>Les éléments vasculaires et lymphatiques</i>	<i>8</i>
d) <i>La moelle spinale</i>	<i>9</i>
2) Ostéologie de la colonne vertébrale cervicale.....	11
3) Arthrologie et anatomie fonctionnelle cervicale.....	13
a) <i>Les moyens d'union de la colonne vertébrale.....</i>	<i>13</i>
a.1) <i>Les surfaces articulaires</i>	<i>13</i>
a.2) <i>Les ligaments</i>	<i>13</i>
b) <i>Le disque intervertébral.....</i>	<i>14</i>
b.1) <i>Structure</i>	<i>14</i>
b.2) <i>Fonction.....</i>	<i>15</i>
c) <i>Les mouvements de la colonne vertébrale</i>	<i>16</i>
B) <i>Les hernies discales cervicales du chien.....</i>	<i>17</i>
1) Pathogénie.....	17
a) <i>Les lésions discales</i>	<i>17</i>
b) <i>Les types de hernies</i>	<i>17</i>
b.1) <i>Les hernies de type extrusif.....</i>	<i>18</i>
b.2) <i>Les hernies de type protusif</i>	<i>18</i>
2) Epidémiologie	19
a) <i>Incidence</i>	<i>19</i>
b) <i>Les espaces touchés</i>	<i>19</i>
3) Les manifestations cliniques.....	20
4) Traitement médical.....	21
a) <i>Traitement</i>	<i>21</i>
b) <i>Résultats.....</i>	<i>21</i>
5) Traitements chirurgicaux.....	22
a) <i>Décompressions par abord ventral.....</i>	<i>22</i>
a.1) <i>Indications et contre-indications</i>	<i>22</i>
a.2) <i>Voie d'abord ventrale de la colonne vertébrale cervicale.....</i>	<i>22</i>
a.3) <i>La fenestration.....</i>	<i>24</i>
a.4) <i>La corpectomie</i>	<i>24</i>
a.5) <i>Résultats</i>	<i>25</i>
b) <i>Décompressions par abord dorsal.....</i>	<i>26</i>
b.1) <i>Indications et contre-indications.....</i>	<i>26</i>
b.2) <i>Voie d'abord dorsale de la colonne vertébrale cervicale</i>	<i>27</i>
b.3) <i>La laminectomie et l'hémi laminectomie</i>	<i>28</i>

b.4) Résultats	29
c) Décompression par abord latéral	29
c.1) Indications et contre-indications	29
c.2) Décompression par abord latéral	29
c.3) Résultats	30
II) Application potentielle de l'endoscopie sur les hernies discales cervicales canines	32
A) Application de l'endoscopie sur le rachis humain	32
1) Objectifs	32
2) Technique.....	32
3) Résultats.....	34
B) Applications actuelles de l'endoscopie sur la colonne vertébrale du chien	34
1) Les techniques utilisées.....	34
2) Avantages et limites	35
C) Objectifs du travail.....	36
1) Abord	36
2) Repérage	36
3) Visualisation	37
4) Décompression.....	37
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE SUR PIECES ANATOMIQUES	38
I) Matériel et méthode.....	38
A) Matériel	38
1) Pièces anatomiques	38
a) Critères de choix.....	38
b) Conservation et prélèvements	38
c) Préparation des pièces anatomiques	38
2) Matériel endoscopique.....	38
B) Méthode	40
1) Technique opératoire.....	40
a) Positionnement de la colonne vertébrale.....	41
b) Abord chirurgical.....	41
c) Décompression sous endoscopie.....	42
2) Dissection : critères et paramètres évalués.....	43
II) Résultats.....	43
A) Pièces anatomiques	43
B) Abords.....	45
1) Qualité du repérage des unités vertébrales	45
2) Taille des incisions.....	45
3) Qualité de la visualisation	46
4) Risque lésionnel.....	47
C) Qualité de la décompression.....	47
TROISIEME PARTIE : DISCUSSION.....	48
I) Adaptation de l'endoscopie à la colonne vertébrale du chien	48
A) Intérêt de l'endoscopie	48
B) Expériences antérieures chez le chien.....	48
C) Les limites de l'endoscopie	49
II) Le risque lésionnel	50

A) <i>Choix de la voie d'abord</i>	50
B) <i>Les lésions provoquées par l'abord</i>	51
C) <i>Les lésions provoquées par la décompression</i>	51
III) Qualité de la visualisation du geste de décompression	52
A) <i>Positionnement</i>	52
B) <i>Qualité de visualisation</i>	52
C) <i>Qualité des manipulations</i>	53
IV) Qualité du repérage	53
CONCLUSION	55
BIBLIOGRAPHIE	56

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Coupe transversale de l'encolure du chien	6
Figure 2 : Formations musculaires, viscérales et vasculo-nerveuses de l'encolure.....	7
Figure 3 : Emergence des nerfs spinaux cervicaux.....	10
Figure 4 : Disposition des artères irriguant la moelle épinière	100
Figure 5 : Disposition des plexus veineux dans le canal vertébral	111
Figure 6 : Squelette axial cervical : vue dorsale et vue ventrale.....	122
Figure 7 : Disposition des ligaments vertébraux (région lombaire).....	133
Figure 8 : Structure du disque intervertébral	144
Figure 9 : Position du disque intervertébral entre les corps vertébraux : coupe transversale.....	155
Figure 10 : Orientation crânio-ventrale du disque entre deux vertèbres cervicales.....	155
Figure 11 : Absorption des forces de compression par le disque intervertébral.....	166
Figure 12 : Hernie discale cervicale extrusive	188
Figure 13 : Hernie discale cervicale protusive.....	199
Figure 14 : Fréquence des hernies cervicales en fonction de l'espace intervertébral	200
Figure 15 : Positionnement du chien pour abord ventral	222
Figure 16 : Incision et exposition de la région cervicale ventrale.....	233
Figure 17 : Exposition des corps vertébraux.....	233
Figure 18 : Corpectomie ; coupe transversale.....	244
Figure 19 : Traversée de la corticale dorsale et exérèse du ligament longitudinal dorsal	255
Figure 20 : Incision cutanée cervicale dorsale	277
Figure 21 : Réclinaison des muscles cervicaux dorsaux.....	277
Figure 22 : Exposition des lames vertébrales cervicales.....	288
Figure 23 : Hémi laminectomie (zone grisée excisée).....	288
Figure 24 : Laminectomie (zone grisée excisée).....	2929
Figure 25 : Incision du muscle dentelé du cou après réclinaison du muscle brachio-céphalique.....	300
Figure 26 : Abord cervical latéral modifié.....	311
Figure 27 : Voies d'abords endoscopiques du rachis humain ; coupe transversale.....	333

Liste des tableaux

Tableau 1 : Stades cliniques des hernies discales	200
Tableau 2 : Résultats des critères évalués au cours de l'étude en fonction des cas.....	444

Listes des photographies

Photographie 1 : Colonne d'endoscopie	39
Photographie 2 : Caméra mono-CCD Telecam®, Storz.....	39
Photographie 3 : Tube opératoire Endospine®, Storz	39
Photographie 4 : Optique Hopkins II ® à vision directe 0°	39
Photographie 5 : Insert de travail Endospine®, Storz.....	40
Photographie 6 : Système assemblé	40
Photographie 7 : Elévateur à périoste endoscopique (Storz).....	40
Photographie 8 : Mise en place des écarteurs sur l'abord ventral pratiqué.....	41
Photographie 9 (a et b) : Introduction et positionnement de l'insert de travail.....	42
Photographie 10 : Positionnement et fixation du système endoscopique sur l'insert	42
Photographie 11 : Visualisation sans endoscope de l'unité vertébrale visée	46

INTRODUCTION

La chirurgie en médecine humaine évolue vers un travail le moins traumatisant possible pour le corps du patient et parallèlement plus esthétique. Cet objectif est permis grâce au développement de l'endoscopie, d'abord utilisée comme examen complémentaire d'imagerie diagnostique, puis comme moyen de contrôle de biopsie et de chirurgie mini-invasive. La chirurgie vétérinaire cherche à atteindre les mêmes objectifs, pour le confort de l'animal et pour le propriétaire, qui attend les mêmes soins pour son animal que pour lui-même. Cette technique est intéressante pour les hernies discales, celles-ci nécessitant des opérations chirurgicales délabrantes.

Les hernies discales cervicales sont moins fréquentes que les hernies thoraco-lombaires, mais représentent cependant 15 % des hernies discales du chien. La décompression du canal vertébral s'effectue habituellement par des abords conventionnels larges et délabrants pour certains (abords cervicaux dorsaux). L'endoscope a montré plusieurs applications en chirurgie vétérinaire et permis de réduire les délabrements tissulaires per-opératoires. Peu d'études décrivent les essais réalisés sur la colonne vertébrale du chien, alors que la décompression mini-invasive est maintenant bien maîtrisée chez l'homme.

La chirurgie mini-invasive de la colonne vertébrale du chien a été réalisée sous microscope opératoire. HAUDIQUET [22] a présenté un cas de traitement d'une hernie discale cervicale par corpectomie ventrale sous microscope opératoire. Les premiers temps de l'opération étaient réalisés sans microscope, jusqu'à la création d'une perte de substance rectangulaire dans les deux corps vertébraux adjacents. Le microscope était utilisé systématiquement par l'auteur lors des derniers temps opératoires de la corpectomie, lorsque le périoste dorsal et l'anneau fibreux dorsal étaient visibles, dans le but d'éviter de provoquer des lésions iatrogènes de la moelle épinière et de diminuer les risques d'hémorragies lors de cette dernière phase de forage.

Le microscope permettait à l'auteur une plus grande précision dans ses gestes et une identification rapide des structures et du matériel hernié grâce à l'agrandissement (x 20) et de pallier les inconvénients de la corpectomie conventionnelle : taille limitée de la corpectomie, visualisation insuffisante avec exérèse incomplète du disque et lésion des sinus veineux [22].

L'objectif du travail présenté dans cette thèse est d'étudier la faisabilité d'une technique mini-invasive de décompression par corpectomie ventrale de la colonne vertébrale cervicale du chien, ses risques, le bénéfice apporté par l'endoscopie.

Nous aborderons d'abord l'anatomie de l'encolure et de la colonne vertébrale cervicale, puis les hernies discales cervicales et leurs traitements, ainsi que les applications de l'endoscopie en chirurgie de la colonne vertébrale chez l'Homme et le chien. Ensuite, nous exposerons le travail expérimental pratiqué sur les pièces anatomiques et les résultats obtenus, puis nous discuterons de l'adaptation de l'endoscopie à la colonne vertébrale du chien et des intérêts de la technique d'abord mini-invasive.

PREMIERE PARTIE : LES HERNIES DISCALES CERVICALES : ETAT DE LA QUESTION ET APPLICATION POTENTIELLE DE L'ENDOSCOPIE

I) Les hernies discales cervicales du chien

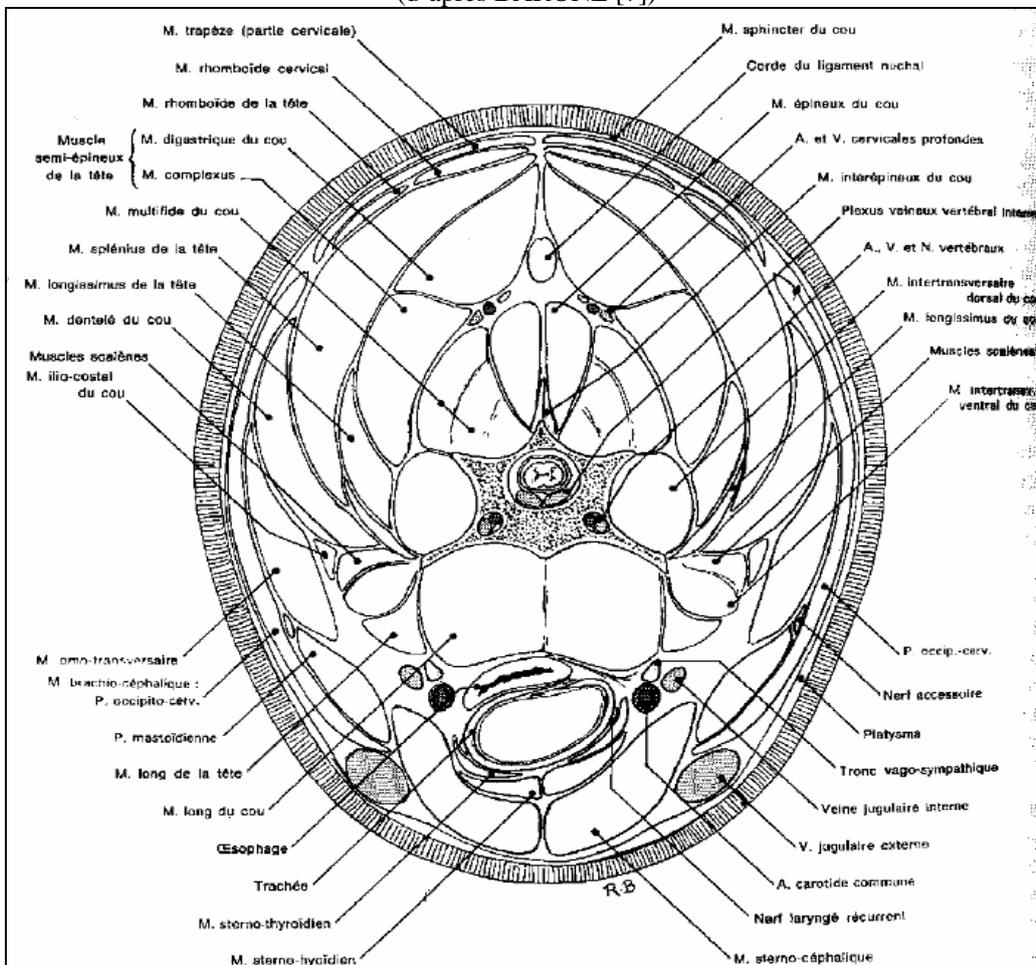
A) La colonne vertébrale cervicale : rappels anatomiques

1) Anatomie de la région de l'encolure

a) Les formations musculaires

La région cervicale est composée de différents groupes de muscles répartis en trois régions : dorsale, ventrale et juxta-vertébrale (Figure 1).

Figure 1 : Coupe transversale de l'encolure du chien
(d'après BARONE [7])



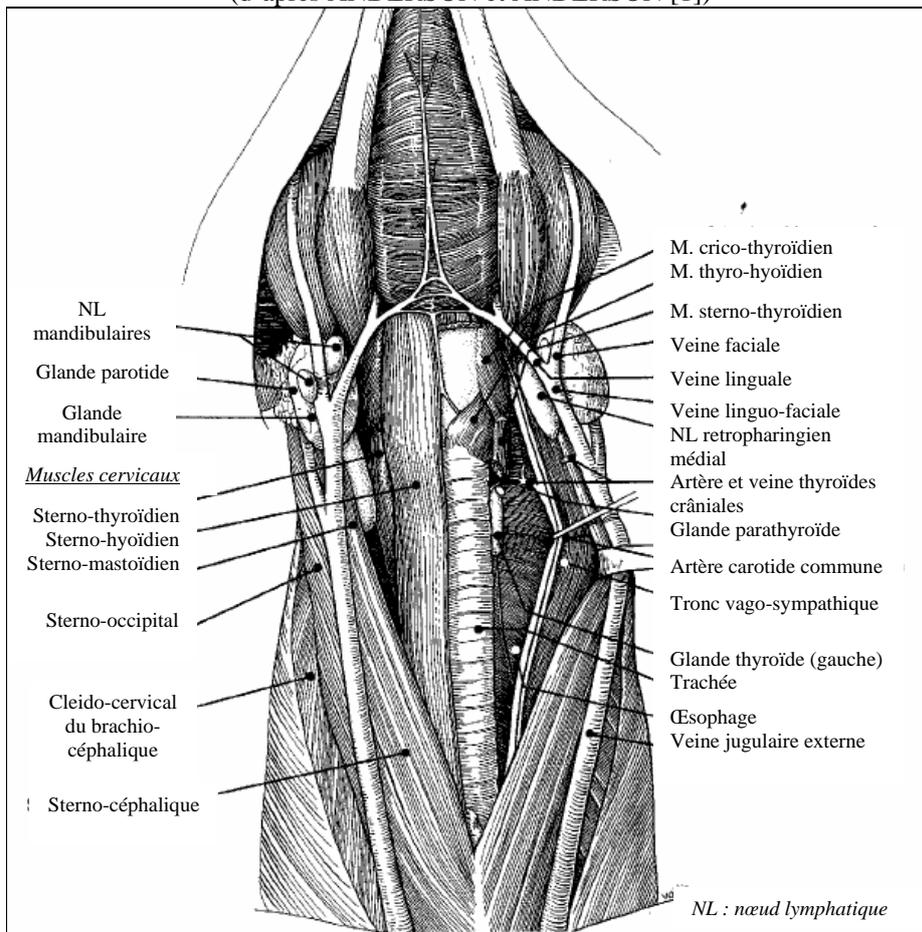
- Région dorsale :

La région dorsale du cou est constituée de muscles répartis en 4 couches (Figure 1). La première comprend les muscles omo-transversaire et trapèze, la deuxième les muscles rhomboïde et dentelé du cou, la troisième le muscle splénius et la quatrième les muscles semi-épineux de la tête et longissimus.

- Région ventrale :

Les muscles de la région ventrale (Figures 1 et 2) sont longs et plats, et forment une gaine qui entoure ventralement et sur les côtés les viscères (trachée, œsophage) [7 ;42].

Figure 2 : Formations musculaires, viscérales et vasculo-nerveuses de l'encolure (d'après ANDERSON et ANDERSON [1])



On trouve en région cervicale ventrale :

i) Le muscle sterno-céphalique, long muscle situé ventro-latéralement à la trachée, fusiforme, qui se moule sur la trachée [7 ;42]. Ce muscle croise la trachée et forme avec le muscle brachio-céphalique un interstice étroit, livrant passage à la veine jugulaire externe. Le muscle couvre les muscles sterno-hyoïdien et -thyroïdien, la glande thyroïde, la carotide commune, la veine jugulaire interne et le tronc vago-sympathique [7] ;

ii) Le muscle brachio-céphalique, large et plat, situé sur le côté de l'encolure, dorsalement au sterno-céphalique et prenant l'encolure en écharpe [7 ;42] ;

iii) Les muscles sterno-hyoïdien et sterno-thyroïdien, longs et aplatis [7 ;42], couvrant la glande thyroïde, la face ventrale de la trachée et du larynx [7].

- Région juxta-vertébrale :

La région musculaire juxta-vertébrale est composée des muscles adhérant directement aux vertèbres cervicales.

Les muscles ilio-costal et longissimus du cou adhèrent latéralement à la colonne, aux processus transverses des vertèbres cervicales. Les muscles intertransversaires s'insèrent d'un processus articulaire au processus transverse de la vertèbre précédente, encadrant les racines des nerfs cervicaux.

Les muscles épineux, interépineux et multifide du cou se situent dorsalement aux précédents, plaqués contre les processus épineux des vertèbres cervicales.

Le muscle long du cou est un muscle pair accolé à la face ventrale des corps vertébraux cervicaux et des disques intervertébraux (Figure 1) [7 ;42].

b) Les formations viscérales

La trachée est située en région médiane et ventrale de l'encolure, et son origine se situe au bord caudal du larynx auquel elle se lie (Figure 3). L'œsophage est situé dorsalement à la trachée et prend origine à l'orifice dorso-caudal du pharynx. Il existe aussi une glande endocrine paire, la thyroïde, en région crâniale, située de part et d'autre de la trachée, caudale au larynx, s'étendant du 5^{ème} au 8^{ème} anneau trachéal [39 ;42].

c) Les éléments vasculo-nerveux cervicaux

c.1) Les nerfs

Le nerf accessoire (XI^{ème} paire de nerfs crâniens) se place en face profonde du muscle brachio-céphalique où il se divise en un rameau dorsal et un rameau ventral [42]. La branche interne du nerf accessoire se jette dans le nerf vague (X^{ème} paire de nerfs crâniens), l'élément viscéral du parasymphatique.

Le nerf vague suit le bord dorsal de l'artère carotide commune jusqu'à l'entrée de la poitrine (Figures 1 et 2) [42]. Le nerf laryngé récurrent, issu du nerf vague juste après son passage sous l'artère sous-clavière à droite et sous la crosse de l'aorte à gauche, se place ensuite contre la trachée pour remonter dorsalement et latéralement à celle-ci jusqu'au larynx [39 ;42].

Le nerf vague est longé par le connectif cervical (Figures 1 et 2), un cordon nerveux qui s'étend du ganglion cervical crânial à la base du crâne au ganglion cervical moyen. L'ensemble constitue le tronc vago-symphatique [39 ;42].

c.2) Les éléments vasculaires et lymphatiques

En région cervicale ventrale, l'artère carotide commune suit la trachée ventro-latéralement puis dorso-latéralement à partir de la moitié de l'encolure jusqu'au larynx (Figures 1 et 2). Elle est enveloppée par une gaine et est accompagnée sur toute sa longueur par le tronc vago-symphatique et la très petite veine jugulaire interne. Elle émet une artère thyroïdienne caudale

grêle et inconstante, et une artère thyroïdienne crâniale [2 ;42] constante et plus volumineuse, émise en regard du premier anneau de la trachée par la carotide commune, décrivant une courbe à concavité caudale autour du pôle crânial de la glande thyroïde qu'elle rejoint [2].

L'artère cervicale profonde se dirige crânialement vers la région cervicale dorsale et irrigue la face profonde du muscle semi-épineux de la tête, le muscle splénius et le ligament nuchal [2 ;42].

La vascularisation de la colonne vertébrale cervicale est assurée par les artères vertébrales (Figure 1). Ces artères passent sous les processus transverses de la 7^{ème} vertèbre cervicale et longent, accompagnées des nerfs vertébraux et des veines vertébrales, la colonne à travers les foramens transversaires des processus transverses des vertèbres cervicales. En regard de chaque foramen intervertébral, l'artère émet des rameaux musculaires dorsaux, latéraux et ventraux et un rameau médial spinal [2 ;39 ;42 ;45].

La veine jugulaire externe est le vaisseau le plus volumineux de la région cervicale ventrale. Elle prend naissance à la hauteur du larynx en position latérale et superficielle et est située sous la peau et le muscle cutané du cou sur la plus grande partie de son trajet (Figure 2). La veine jugulaire interne est beaucoup plus faible, est en rapport avec le nerf vague et partage la gaine conjonctive de l'artère carotide commune. Elle collecte le sang des veines thyroïdiennes crâniale et moyenne [4].

Les nœuds lymphatiques cervicaux superficiels caudaux sont placés sur le trajet de l'affluent préscapulaire de la veine cervicale superficielle et drainent toute la partie superficielle de l'encolure. Les troncs trachéaux sont des vaisseaux lymphatiques situés de part et d'autre de la trachée [3 ;39].

La musculature de la région cervicale ventrale étant moins importante que celle de la région dorsale, l'accès à la colonne vertébrale par cette zone semble moins délabrant. Cependant, les organes et faisceaux vasculo-nerveux traversant cette région sont plus nombreux : le tronc vago-sympathique, l'artère carotide, le nerf laryngé caudal, les veines jugulaires, ainsi que la trachée, l'œsophage et la glande thyroïde peuvent être lésés

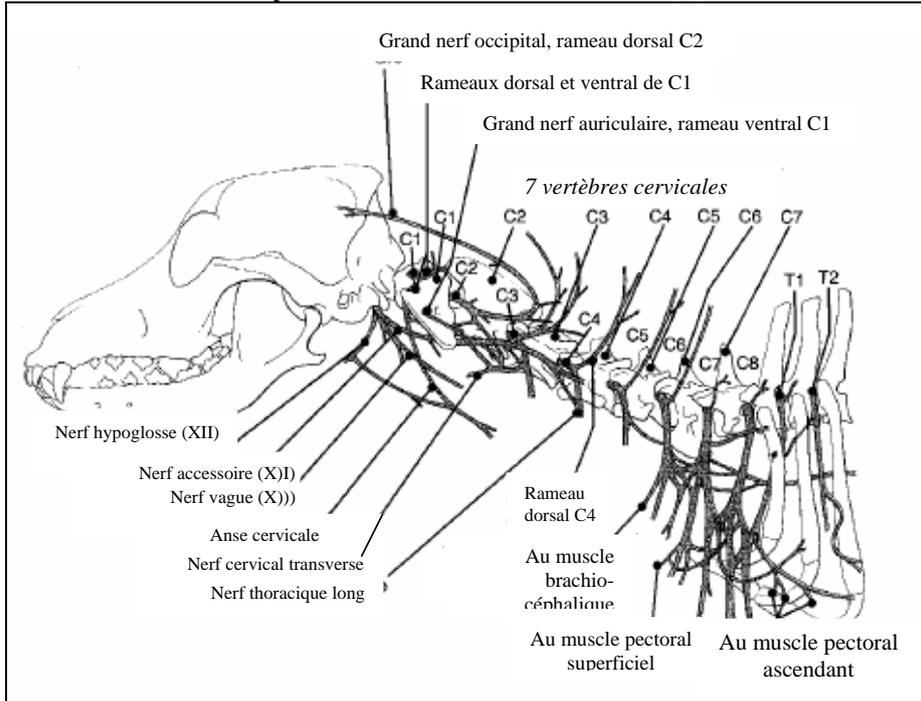
d) La moelle spinale

La moelle spinale ou épinière est la formation nerveuse centrale traversant la colonne vertébrale par le canal vertébral. Elle est composée d'une substance grise centrale contenant les corps cellulaires des neurones spinaux et d'une substance blanche périphérique, formée d'axones myélinisés connectant les différentes parties du système nerveux [25].

La moelle épinière présente un épaississement dans la région cervicale correspondant aux segments C₆-C₇-C₈-T₁, nommée intumescence cervicale. Cette intumescence correspond à la zone donnant naissance au plexus brachial innervant les membres thoraciques [47].

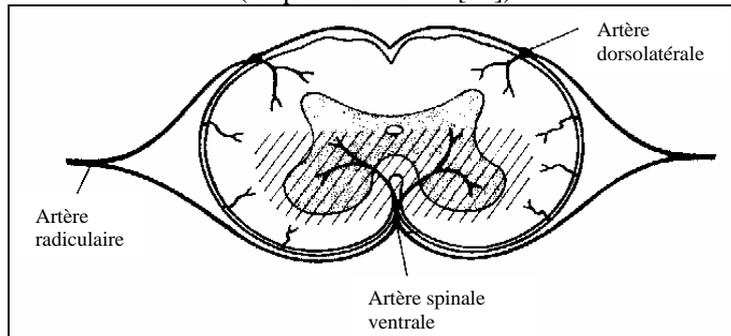
Une paire de nerfs émerge entre chaque vertèbre adjacente, de chaque côté, au niveau du foramen intervertébral. La première paire de nerfs cervicaux émerge entre l'os occipital du crâne et l'atlas : il y a donc huit paires de nerfs cervicaux (Figure 3). Chaque paire est constituée d'une racine nerveuse dorsale sensitive et d'une racine nerveuse ventrale motrice qui se rejoignent avant de se distribuer en plusieurs nerfs [25].

Figure 3 : Emergence des nerfs spinaux cervicaux
(d'après ANDERSON et ANDERSON [1])



La vascularisation de la moelle épinière est organisée de façon segmentaire. Une artère radulaire, issue du rameau médial de l'artère spinale, passe par le foramen intervertébral dans le canal vertébral, le long des nerfs spinaux [2 ;25 ;46]. Les artères radulaires se divisent en rameaux spinaux ventral et dorsal. Ces rameaux longent de façon ininterrompue la surface de la moelle épinière. Les rameaux spinaux ventraux se rejoignent au niveau de la fissure médiane ventrale de la moelle épinière et forment l'artère spinale ventrale (Figure 4). Les rameaux spinaux dorsaux forment un vaisseau pair longeant le sulcus dorso-latéral. Un plexus artériel méningé est formé par anastomose des branches des rameaux ventraux et dorsaux [2 ;25 ;45].

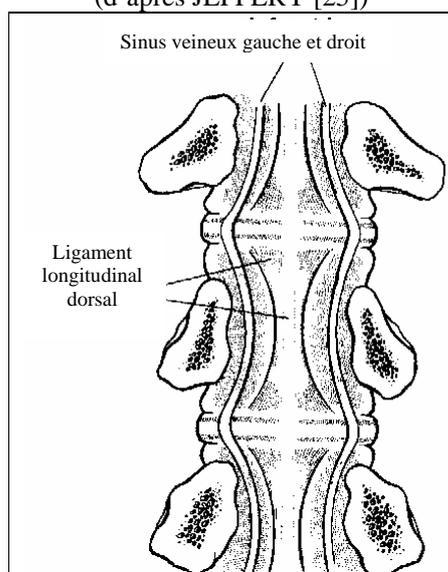
Figure 4 : Disposition des artères irriguant la moelle épinière
(d'après JEFFERY [25])



Le drainage veineux de la moelle épinière et de la colonne vertébrale est assuré via [25 ;46] :

- i) Les veines des fissures dorsale et ventrale médiane
- ii) Les veines des sulci dorso-latéral et ventro-latéral du réseau radiaire,
- iii) Les sinus, ou plexus, veineux vertébraux internes : larges vaisseaux formant des plexus veineux vertébraux, particulièrement développés en région cervicale [25 ;41]. Les sinus veineux se situent de chaque côté du plancher du canal vertébral (Figure 5), s'éloignant en regard de chaque disque intervertébral et se rapprochant au milieu des corps vertébraux où ils s'anastomosent [25 ;45 ;47].

Figure 5 : Disposition des plexus veineux dans le canal vertébral (d'après JEFFERY [25])



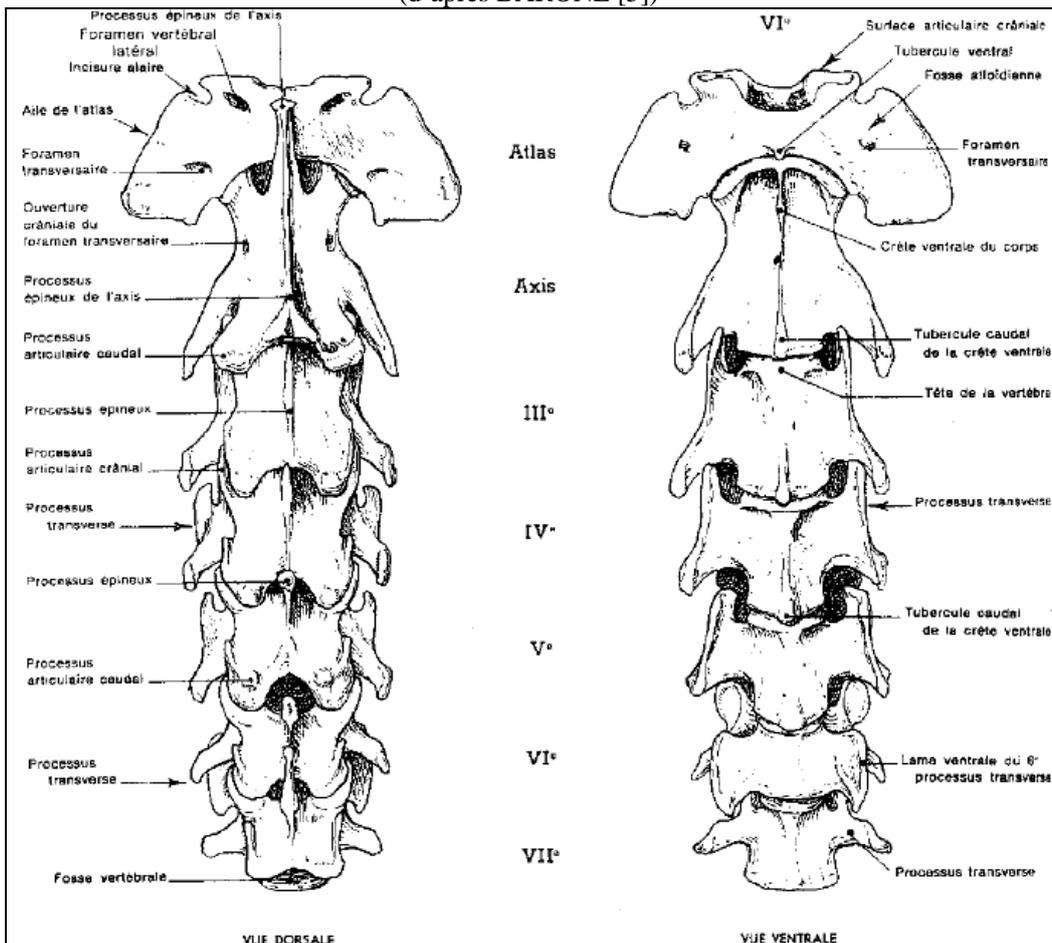
Le sang des sinus veineux est drainé par les veines intervertébrales [25] passant par les foramens intervertébraux au-dessus des nerfs spinaux, puis par la veine vertébrale [45].

L'attention pendant la décompression du canal vertébral devra être portée au respect de l'intégrité de la moelle épinière et de ses racines nerveuses, ainsi que sa vascularisation, en particulier les sinus veineux lors d'abord ventral.

2) Ostéologie de la colonne vertébrale cervicale

La colonne vertébrale cervicale des carnivores domestiques est composée de 7 vertèbres. Ces vertèbres possèdent la même conformation générale que les autres vertèbres du squelette axial : un corps vertébral cylindroïde, convexe crânialement et concave caudalement, situé ventralement au canal vertébral, et un arc vertébral formé de deux lames s'attachant au corps par le pédicule vertébral. Les bords crânial et caudal du pédicule vertébral portent une échancrure appelée incisure vertébrale. Chaque incisure en s'opposant à celle de la vertèbre adjacente constitue un foramen intervertébral (Figure 6) [5].

Figure 6 : Squelette axial cervical : vue dorsale et vue ventrale
(d'après BARONE [5])



Les vertèbres portent différentes saillies (Figure 6) : le processus épineux en face dorsale médiane, les processus transverses latéraux et pairs, subdivisés en 2 gros tubercules (dorso-caudal et crânio-ventral), et les processus articulaires au nombre de deux paires (droite et gauche), l'une crâniale et l'autre caudale. Chaque processus transverse de la colonne cervicale est traversé à sa base par le foramen transversaire, qui laisse passer des éléments vasculo-nerveux. Le corps des vertèbres cervicales possède une crête ventrale bien prononcée qui augmente en hauteur caudalement et se termine par un tubercule [5 ;25].

La première vertèbre cervicale, l'atlas, se singularise par l'absence de corps remplacé par un arc ventral et un développement important de ses processus transverses [25]. La sixième vertèbre cervicale présente un tubercule ventral du processus transverse en lame rabattue ventralement [5 ;35]. Ces deux reliefs sont facilement repérables lors de la palpation du cou d'un chien et permettent ainsi de localiser les différentes vertèbres cervicales.

3) Arthrologie et anatomie fonctionnelle cervicale

a) Les moyens d'union de la colonne vertébrale

La cohésion des vertèbres est assurée par les ligaments, les muscles et les articulations intervertébrales.

a.1) Les surfaces articulaires

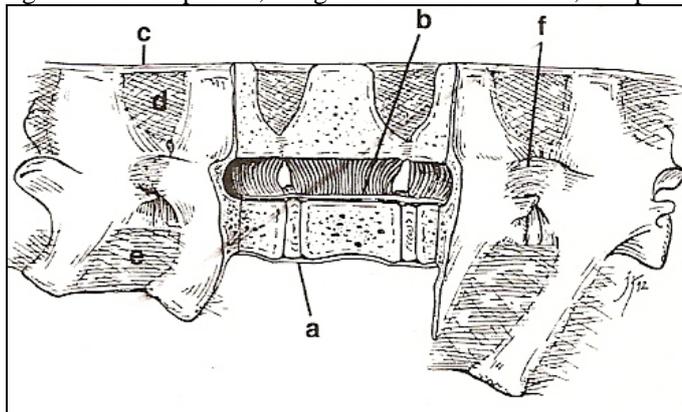
Les vertèbres adjacentes s'affrontent par des surfaces articulaires portées par les processus articulaires des arcs vertébraux. Ces processus sont larges, saillants et bien détachés en région cervicale. Le processus caudal surplombe et chevauche le processus crânial de la vertèbre suivante. Leur face d'articulation est planiforme, relativement étendue et oblique en direction ventro-médiale [6].

a.2) Les ligaments

Des ligaments interviennent également dans la solidarisation de la colonne vertébrale. On distingue des ligaments longs, courant le long ou entre les vertèbres, et des ligaments courts, comprenant les ligaments inter-épineux reliant les processus épineux adjacents [25 ;37 ;39] et les ligaments inter-lamellaires (ou ligaments jaunes) fermant l'espace compris entre deux lames vertébrales successives (Figure 7) [6 ;25 ;42 ;45].

Figure 7 : Disposition des ligaments vertébraux (région lombaire)
(d'après SHARP et WHEELER [45])

(a. ligament longitudinal ventral, b. ligament longitudinal dorsal, c. ligament supra-épineux, d. ligament inter-épineux, e. ligament inter-lamellaire, f. capsule articulaire)



Les ligaments longs sont :

i) Le ligament nuchal qui relie la partie caudale du processus épineux de l'axis au processus épineux de la première thoracique et est constitué de fibres élastiques jaunes [6 ;25 ;45].

ii) Le ligament longitudinal dorsal qui relie le plancher du canal vertébral de la dent de l'axis à la partie caudale du canal vertébral [6 ;25 ;45]. Il rattache à la fois deux corps vertébraux entre eux et l'anneau dorsal de chaque disque intervertébral. Le ligament s'élargit au-dessus des disques intervertébraux et se rétrécit au centre des corps vertébraux [6 ;42 ;47].

C'est un ligament important dans le maintien de la stabilité de la colonne vertébrale, mais il est aussi un obstacle chirurgical lors d'approche ventrale du canal [25].

iii) Le ligament longitudinal ventral qui lie la partie ventrale des corps vertébraux de l'axis au sacrum et adhère à la partie correspondante des disques intervertébraux [6 ;25 ;42]. Ce ligament est moins important que le ligament longitudinal dorsal [6 ;47].

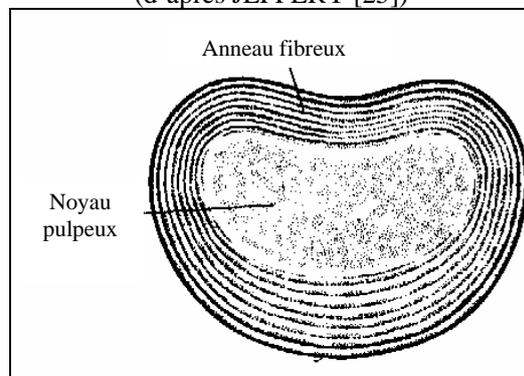
b) Le disque intervertébral

Les vertèbres s'affrontent entre elles par leurs arcs au niveau des processus articulaires, comme vus précédemment, mais aussi par leurs corps, par les extrémités crâniale et caudale, et par l'intermédiaire de disques intervertébraux.

b.1) Structure

Chaque disque comporte deux parties, l'une périphérique fibro-cartilagineuse large, ferme et élastique, l'anneau fibreux, et l'autre centrale pulpeuse composée d'un tissu conjonctif mucoïde, riche en eau, de consistance gélatineuse, le noyau pulpeux (Figure 8) [6 ;25 ;47].

Figure 8 : Structure du disque intervertébral
(d'après JEFFERY [25])



Le noyau pulpeux occupe la région centrale du disque. L'anneau fibreux étant 1,5 à 3 fois plus épais dans ses parties ventrale et latérale, le noyau est placé de façon excentrée, plus dorsalement [25 ;47].

Chez le jeune, la substance pulpeuse est abondante et molle. Avec l'âge, elle est envahie par les fibres de collagène, sa consistance augmente et ses dimensions diminuent [6].

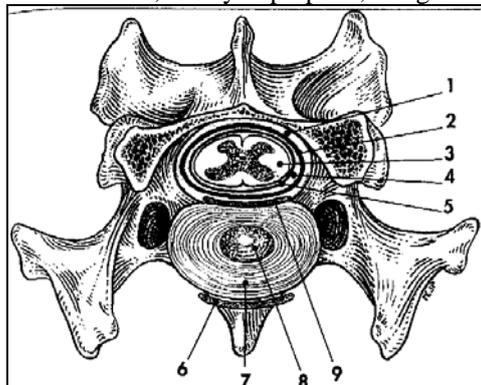
L'anneau fibreux du disque intervertébral véhicule des fibres nerveuses sensibles périphériques [25 ;45 ;47]. Cependant, l'innervation semblerait surtout marquée dans le ligament longitudinal dorsal plutôt que dans l'anneau fibreux lui-même [25 ;47]. Les méninges portent aussi des terminaisons nerveuses [22]. Le noyau est totalement dépourvu de toute terminaison nerveuse [47].

b.2) Fonction

Chaque surface crâniale ou tête vertébrale, convexe, répond à la surface caudale concave ou fosse vertébrale du corps de la vertèbre qui précède. La courbure de cette articulation est en général plus accentuée dans la région cervicale [6 ;42]. Ces surfaces sont recouvertes d'une couche de cartilage qui s'affrontent indirectement par les disques intervertébraux, véritables moyens d'union des corps vertébraux adjacents [6]. Les disques intervertébraux forment des ligaments interosseux fibro-cartilagineux très puissants [6 ;47]. Ils sont en général plus épais dans la région cervicale [3]. La face crâniale d'un disque est en principe convexe et sa face caudale concave. La circonférence du disque tend à s'aplatir au niveau du plancher du canal vertébral où elle donne insertion au ligament longitudinal dorsal (Figure 9). Ventralement s'insère le ligament longitudinal ventral [6].

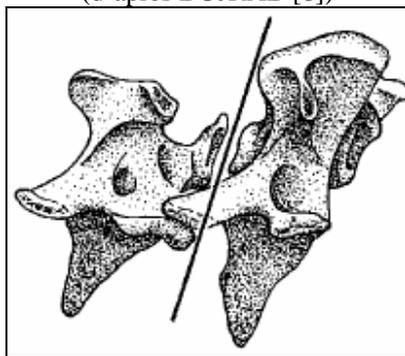
Figure 9 : Position du disque intervertébral entre les corps vertébraux : coupe transversale (d'après SOYER [47])

(1. espace épidual, 2. dure-mère, 3. moelle épinière, 4. arachnoïde, 5. pie-mère, 6. ligament longitudinal ventral, 7. anneau fibreux, 8. noyau pulpeux, 9. ligament longitudinal dorsal)



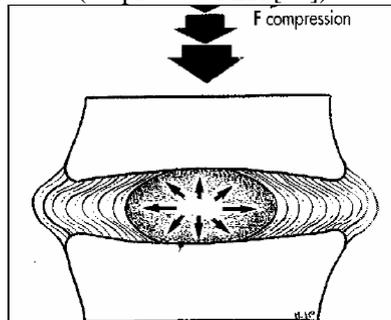
Les disques constituent une lame épaisse elliptique moulée entre les surfaces articulaires des corps vertébraux auxquelles ils adhèrent intimement [6 ;25 ;47]. Les disques suivent donc l'orientation crânio-ventrale de l'espace d'affrontement de deux corps vertébraux adjacents (Figure 10) [8]. L'orientation du disque entre deux vertèbres conditionnera la taille et la direction de la perte de substance de la décompression par corpectomie.

Figure 10 : Orientation crânio-ventrale du disque entre deux vertèbres cervicales (d'après BOJRAB [8])



En complément de leur rôle dans l'union des segments de la colonne, les disques intervertébraux donnent de la flexibilité à celle-ci et jouent un rôle d'absorption des chocs pour la moelle épinière [45]. La substance du noyau pulpeux est maintenue sous pression par l'anneau fibreux dans la profondeur du disque et assure une fonction d'amortissement [6 ;47]. Ses constituants lui confèrent les propriétés d'un gel et ainsi une nature non compressible chez l'animal sain [25]. Les disques intervertébraux agissent comme des ménisques entre chaque corps vertébral (Figure 11) : ils jouent le rôle de coussins déformables, amortissent les chocs au repos ou lors de mouvement en les absorbant [47].

Figure 11 : Absorption des forces de compression par le disque intervertébral (d'après SOYER [47])



c) Les mouvements de la colonne vertébrale

Chaque articulation intervertébrale est le siège de mouvements limités. Mais la colonne considérée dans son ensemble permet des déplacements plus amples, de plier suivant des directions diverses. Ces déplacements sollicitent les disques intervertébraux en y appliquant des contraintes de différentes natures [6].

La colonne vertébrale est stabilisée de 3 façons : un système « passif » constitué de vertèbres et des ligaments, un système « actif » composé de la musculature juxta-vertébrale, et un système de contrôle constitué d'un feedback des centres nerveux [29].

Les mouvements de flexion et d'extension de la région cervicale ont une grande amplitude. La rotation concerne principalement l'articulation atlanto-axiale prévue à cet effet, mais l'élasticité des disques intervertébraux, épais dans cette région, permet aux autres vertèbres cervicales des mouvements de torsion sur leur axe longitudinal.

La flexion est l'un des mouvements permis par la colonne : la colonne se voûte dorsalement, les arcs vertébraux tendent à s'écarter et les corps vertébraux à se rapprocher par tassement des disques intervertébraux. Les disques sont comprimés du côté ventral et leurs noyaux sont refoulés dorsalement. Le ligament longitudinal ventral se relâche, alors que les ligaments longitudinal dorsal, inter-lamellaires, inter-épineux et nuchal se tendent fortement. L'extension tend à écarter les corps vertébraux, surtout par leur partie ventrale. La partie dorsale du disque est comprimée et le noyau pulpeux refoulé ventralement. Les ligaments dorsaux sont relâchés et le ligament longitudinal ventral est fortement tendu.

La rotation produit une torsion de la colonne vertébrale et met à profit l'élasticité des disques intervertébraux [6].

La répartition des forces appliquées sur les disques intervertébraux par les mouvements décrits précédemment sera modifiée lors de dégénérescence des disques : le disque modifié ne

pourra plus jouer son rôle d'amortisseur face à ces contraintes et sera à son tour déplacé par ces forces.

B) Les hernies discales cervicales du chien

La capacité des disques intervertébraux à diminuer les chocs de la colonne vertébrale est diminuée par l'âge et les changements dégénératifs. La dégénérescence intervient avec l'âge et peut précéder une hernie du disque intervertébral [45].

1) Pathogénie

Au cours du temps, les disques intervertébraux subissent une dégénérescence qui modifie leurs qualités biochimiques et mécaniques. Deux types de modification ont été décrits, chacun conduisant à une hernie discale spécifique en théorie, mais en pratique, il a été montré qu'il existait une large variété de hernies entre ces deux cas typiques [47].

a) Les lésions discales

La composition des éléments du disque intervertébral influence les propriétés biomécaniques du disque intervertébral. La modification de la composition du disque est appelée « dégénérescence », car on ignore si les changements structuraux sont dus à l'âge ou à une vraie maladie discale [10]. Le disque subit une modification de la concentration en glycosaminoglycanes et en protéoglycanes, ce qui entraîne une fuite d'eau et un enrichissement en collagène [10 ;45 ;47]. Le disque perd ses propriétés de coussin hydraulique et empêche l'action normale de la colonne vertébrale [10].

Les disques intervertébraux non chondrodystrophiques présentent une dégénérescence progressive de type fibreux : le noyau pulpeux conserve sa consistance gélatineuse malgré une déshydratation et une fibrose [10 ;22 ;45 ;47]. Il devient non distinguable des fibres internes de l'anneau fibreux. Microscopiquement, on observe une augmentation de la production de collagène divisant le noyau en lobules. Cette réaction du noyau serait une réponse à la perte de cohésion et la rupture partielle des fibres de l'anneau fibreux et de leurs propriétés biomécaniques, suite à l'application d'une force de torsion traumatisante [10].

Chez les chiens chondrodystrophiques, le disque intervertébral présente une métaplasie cartilagineuse, souvent accompagnée de calcification [22 ;47], complète à l'âge de 12 à 18 mois [22 ;46], touchant l'ensemble des disques de la colonne [10]. Les changements histologiques sont similaires à ceux décrits pour les races non chondrodystrophiques, mais apparaissent à un âge plus jeune, lors des deux premières années après la naissance, dès l'âge de 3 à 4 mois et sans lésion de l'anneau fibreux. La quantité de collagène augmente fortement et le tissu prend l'apparence histologique du cartilage par prolifération des chondrocytes nucléaires [10].

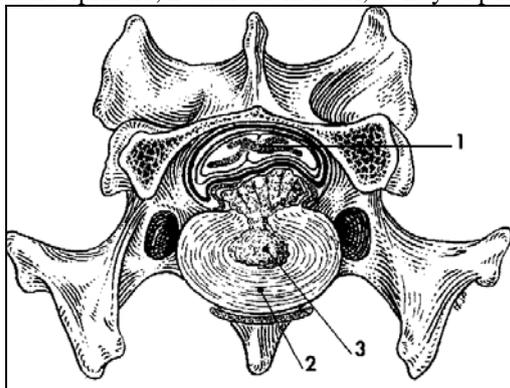
b) Les types de hernies

La hernie discale est un déplacement du disque intervertébral de sa place normale entre deux corps vertébraux vers le canal vertébral, comprimant ainsi la moelle épinière et pouvant engendrer des troubles nerveux.

b.1) Les hernies de type extrusif

Suite à la dégénérescence chondroïde, le noyau pulpeux perd ses capacités d'amortisseur par diminution de ses propriétés hydrostatiques. L'anneau fibreux, devenu fragile, peut se rompre, ainsi que le ligament longitudinal dorsal, sous l'effet des contraintes mécaniques : le noyau pulpeux est alors éjecté brutalement de sa position normale dans le disque (Figure 12).

Figure 12 : Hernie discale cervicale extrusive
(d'après SOYER [47])
(1. moelle épinière, 2. anneau fibreux, 3. noyau pulpeux)



Ces hernies sont appelées hernie discale de type Hansen I ou extrusion discale [10 ;22 ;46 ;48]. Une hémorragie diffuse accompagne l'extrusion du matériel discal [10 ;32] suivie d'un œdème vasogénique [36].

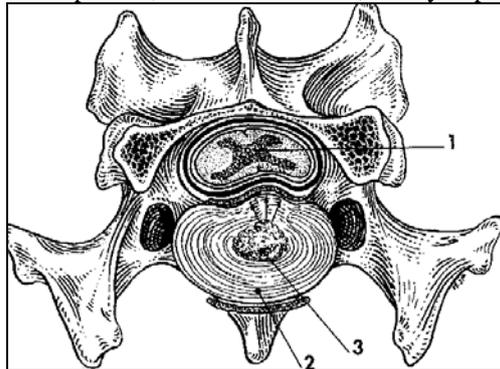
Il existe des extrusions discales aiguës par rupture de la partie dorsale de l'anneau fibreux alors qu'une dégénérescence de type fibreux du noyau a engendré une modification mécaniquement proche de celle observée lors de protusion discale [47].

b.2) Les hernies de type protusif

Une dégénérescence de l'anneau fibreux s'installe tardivement, plus nette dans les couches profondes, avec perte de la cohésion de ses lamelles, induisant une baisse de la résistance de l'anneau fibreux. Une déchirure partielle peut alors créer une brèche dans l'anneau fibreux, à l'intérieur de laquelle le noyau pulpeux s'engage, de façon aiguë ou chronique, sans être éjecté (Figure 13). L'anneau fibreux présente alors un bombement résiduel qui rétrécit partiellement le canal vertébral. Il s'agit d'une hernie discale de type Hansen II ou protusion discale [10 ;22 ;32 ;47].

Les lésions infligées à la moelle épinière par la compression chronique aboutissent à une atrophie de la moelle avec une blessure irréversible des tissus vasculaires et de soutien des axones [32 ;36].

Figure 13 : Hernie discale cervicale protusive
(d'après SOYER [47])
(1. moelle épinière, 2. anneau fibreux, 3. noyau pulpeux)



2) Epidémiologie

a) Incidence

Les hernies discales cervicales représentent 12 à 16 % des affections des disques intervertébraux chez le chien [22 ;24 ;29 ;47]. Les races chondrodystrophiques et les races de petit format sont les plus touchées et représentent plus de 80 % des cas [20 ;22 ;41 ;48]. Le Doberman, non chondrodystrophique, est significativement représenté parmi les races de grand format à hernies discales cervicales [46 ;47]. Les hernies chroniques protusives dans cette race sont souvent associées à une instabilité vertébrale [46].

Les hernies discales de type extrusif touchent en particulier les chiens chondrodystrophiques ; le Teckel, le Pékinois, le Caniche nain et le Beagle sont décrits officiellement comme les quatre races chondrodystrophiques. Cette dégénérescence de type chondrodystrophique peut aussi toucher d'autres races [10 ;14 ;18 ;22 ;40 ;47].

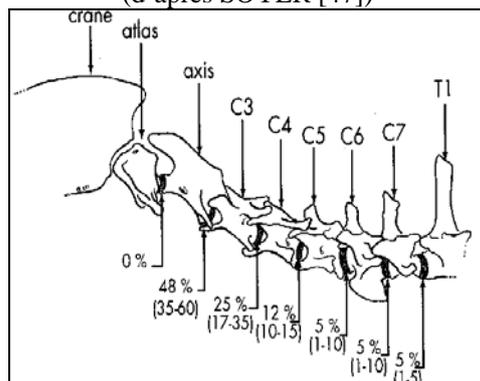
Aucune prévalence sexuelle n'a été jusqu'à présent mise en évidence, même s'il a été remarqué par certains auteurs que les mâles sont plus souvent touchés, de 60 à 66 % [24 ;43 ;47].

La majorité des hernies discales cervicales (70 %) se produisent chez des animaux âgés de 3 à 8 ans avec un pic marqué autour de 6 ans pour les hernies de type extrusif [14 ;22 ;24 ;40 ;45 ;47]. Les hernies discales de type Hansen II surviennent plutôt chez des chiens plus âgés, entre 8 et 10 ans [14 ;22 ;45]. Les hernies de type protusif sont communément attribuées aux grandes races cependant, CUDIA et DUVAL [14] constataient que seulement 8 % des chiens de grandes races non chondrodystrophiques présentaient une hernie de type Hansen II [14].

b) Les espaces touchés

Le site de hernie le plus fréquent est localisé en C₂-C₃, avec une fréquence de 48 % (35-60 %) [18 ;20 ;24 ;47], puis la fréquence diminue en descendant la colonne cervicale (Figure 14). De 17 à 35 % pour C₃-C₄, 10 à 15 % pour C₄-C₅, et moins de 5 % pour C₅-C₆, C₆-C₇ et C₇-T₁ [20 ;24 ;47]. 90 % des hernies cervicales adviennent sur les trois premiers disques [24 ;43].

Figure 14 : Fréquence des hernies cervicales en fonction de l'espace intervertébral
(d'après SOYER [47])



La position excentrée du noyau dans le disque normal est une explication à l'incidence plus importante des extrusions discales dorsales par rapport aux extrusions ventrales [25].

3) Les manifestations cliniques

Une douleur cervicale intense est le signe le plus fréquent de hernie discale cervicale [13 ;20 ;22 ;40 ;47 ;51]. Cette douleur peut être intermittente ou permanente. L'animal se plaint au moindre mouvement, porte la tête légèrement fléchie, le nez au sol. L'encolure est raide, immobile, les muscles du cou et des épaules sont contractés [13 ;22 ;40 ;47 ;51]. La stimulation des fibres nerveuses sensibles périphériques de l'anneau fibreux et du ligament longitudinal dorsal seraient responsables de ce phénomène de douleur discogénique [17 ;22 ;25 ;51], ainsi que l'inflammation locale, la compression et l'ischémie des racines nerveuses par le matériel hernié et des méninges, contenant aussi des terminaisons nerveuses [22 ;51].

Des troubles neurologiques peuvent apparaître d'emblée (hernie aiguë de type extrusif) ou s'ajouter à la douleur (type protusif, éventuellement extrusif), entraînant la boiterie d'un ou plusieurs membres. Ces signes s'expriment par la perte de proprioception jusqu'à la parésie, voire la paralysie. Ces troubles peuvent toucher un seul membre antérieur (monoparésie ou monoplégie) ou les quatre membres (tétraplégie possible lors d'extrusion violente) [22 ;24 ;40 ;47 ;51]. L'importance des signes cliniques dus à la compression est gradée en 5 stades (Tableau 1).

Tableau 1 : Stades cliniques des hernies discales
(d'après HAUDIQUET [23])

Stade de la hernie	Signes cliniques
I	Douleur cervicale sans déficit neurologique
II	Ataxie / parésie ambulatoire
III	Parésie non ambulatoire
IV	Paralysie, incontinence
VA	Paralysie, incontinence, absence de nociception (< 48 h)
VB	Paralysie, incontinence, absence de nociception (> 48 h)

Les déficits neurologiques sont souvent latéralisés et parfois plus marqués sur les membres postérieurs que les antérieurs [24 ;47 ;51].

Lors d'atteinte haute, on observe un syndrome de type motoneurone central, car la hernie est située en amont du plexus brachial : les membres antérieurs sont en état d'hyperréflexie, et une atteinte pulmonaire peut accompagner les hernies en C₃-C₄ lors d'extrusion violente du matériel discal [22 ;48]. Lors d'atteinte de la zone caudale à C₄, une hernie discale touche l'intumescence et l'expression clinique est un syndrome de type motoneurone périphérique : diminution voire absence de tonus musculaire et des réflexes médullaires sur les antérieurs [24 ;47].

L'expression clinique est très variable car elle dépend du volume de matériel hernié par rapport au diamètre du canal vertébral, de l'énergie cinétique du matériel lors de l'extrusion et de la réaction inflammatoire secondaire à la hernie [15 ;22 ;24].

4) Traitement médical

a) Traitement

Le traitement médical cherche à éviter que la commotion médullaire aiguë (hernies de type extrusif) n'évolue vers des lésions secondaires irréversibles et limiter les conséquences vasculaires, ischémiques et biochimiques de la lésion mécanique [36 ;47]. Pour parvenir à ces objectifs, la méthylprednisolone est la molécule de choix et doit être utilisée dans un délai de 8 heures maximum après le traumatisme par un bolus initial de 30 mg/kg en intra-veineuse lente, puis des doses additives de 15 mg/kg IV à 2 et 6 heures après la dose initiale, et toutes les 8 heures pendant 48 heures [23 ;36 ;47]. L'administration de méthylprednisolone à forte dose est inutile passé un délai de 12h après le traumatisme aigu : elle n'a plus d'effet protecteur et interfère avec la régénérescence médullaire normale [36 ;47].

L'inconvénient de la méthylprednisolone est le risque de vomissement et d'hypotension si cette molécule est administrée trop rapidement par voie intra-veineuse. D'autre part cette thérapie peut engendrer des lésions gastro-intestinales [24 ;36]. Une étude récente a montré que des chiens, ayant reçu un bolus de 30 mg/kg puis la moitié de cette dose 2 à 4 heures après, développaient dans 90% des cas des hémorragies gastro-intestinales [36].

L'administration de glucocorticoïdes à doses anti-inflammatoires est sans intérêt sur les stades précoces de maladie discale compressive chronique (de type protusif). Contrairement à la commotion, l'œdème vasogénique comprimant la substance blanche intervient tard dans la maladie : la corticothérapie sera efficace à ce moment sur la compression [36]. Cependant la thérapie peut compromettre l'efficacité du repos en autorisant un niveau d'activité excessif. Leur usage est donc réservé aux animaux qui souffrent en permanence de manière importante [36 ;47].

b) Résultats

Peu de données sont disponibles sur les résultats du traitement médical [47]. Les dégradations neurologiques catastrophiques qui peuvent être observées avec un traitement médical sur les hernies thoraco-lombaires sont plus rares avec les hernies cervicales. Cependant, la douleur cervicale semble moins réceptive au traitement médical que la douleur thoraco-lombaire [44]. Les récurrences touchent au moins 30 à 36 % des chiens traités médicalement dans un délai inférieur à trois ans [24 ;40 ;44 ;47].

L'avantage des traitements non chirurgicaux est leur coût moins important. Cependant la surveillance à la maison des chiens sous traitement conservateur doit être intensive et prend

beaucoup de temps (plusieurs semaines) [24]. L'aggravation des signes cliniques, l'absence de réponse ou la récurrence après un traitement médical au bout de 1 à 2 semaines indiquent l'échec de la thérapie [44].

5) Traitements chirurgicaux

Le traitement chirurgical est indiqué pour les patients :

- i) Avec atteinte neurologique de stade II ou plus [32] ;
- ii) Ne répondant pas au traitement médical ;
- iii) S'aggravant ou rechutant rapidement après arrêt du traitement médical [23 ;24 ;44].

a) Décompressions par abord ventral

a.1) Indications et contre-indications

En région cervicale, malgré le risque d'hémorragie sinusale plus important, la corpectomie est le traitement de choix des hernies discales ventrales dans le plan médian [8 ;15 ;20 ;24 ;26 ;44 ;47].

La corpectomie consiste en une exérèse aussi complète que possible du disque hernié et du corps vertébral des deux vertèbres adjacentes, permettant ainsi l'accès au canal vertébral : elle permet le retrait des résidus du disque, avec la partie dorsale de l'anneau fibreux, le ligament longitudinal dorsal et le matériel hernié dans le canal [47 ;51]. Cette procédure est techniquement plus facile que l'hémi laminectomie [18].

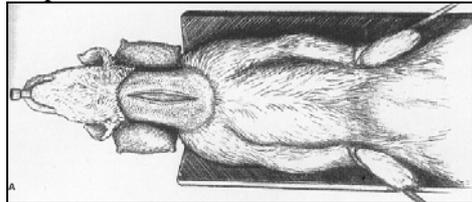
La fenestration ne consiste qu'en l'exérèse partielle par curetage d'un noyau pulpeux plus ou moins calcifié [26 ;47 ;51]. La fenestration n'a pas d'intérêt thérapeutique réel.

a.2) Voie d'abord ventrale de la colonne vertébrale cervicale

L'animal est placé en décubitus dorsal (Figure 15), la tête et le cou sont maintenus en extension. Les membres antérieurs sont tirés en arrière pour dégager la zone opératoire [8 ;13 ;15 ;47 ;50 ;51].

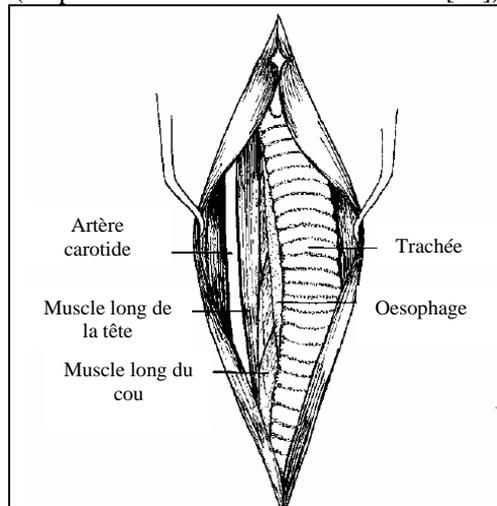
Un sac de sable est positionné sous le cou afin d'obtenir une extension forcée de la colonne cervicale.

Figure 15 : Positionnement du chien pour abord ventral (d'après PIERMATTEI et JOHNSON [35])



Le chirurgien se place de façon à avoir la tête de l'animal sur sa gauche [8 ;34 ;50 ;51]. Une incision cutanée est pratiquée sur la ligne ventrale médiane, du larynx jusqu'au manubrium sternal (Figure 16). Le fascia sous-cutané et le tissu conjonctif fin reliant les deux parties mastoïdiennes des muscles sterno-céphaliques sont disséqués. Les corps des muscles pairs sterno-hyoïdiens sont séparés et la trachée est réclinée latéralement à gauche par un écarteur sans léser l'œsophage, la carotide et le nerf laryngé caudal. La dissection se poursuit à droite de la trachée (Figure 16) [13 ;15 ;26 ;36 ;47 ;50 ;51].

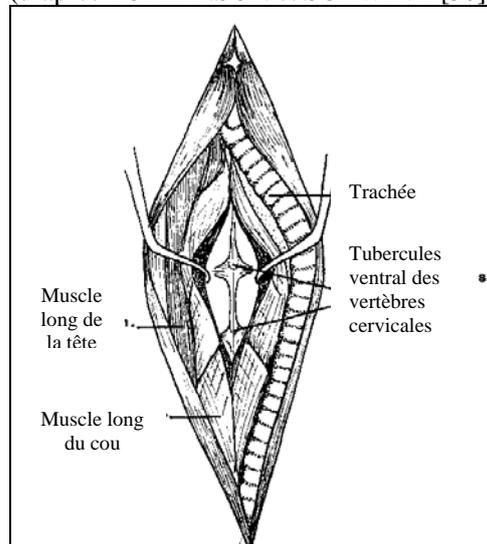
Figure 16 : Incision et exposition de la région cervicale ventrale (d'après TOMLINSON et SCHWINK [50])



Le muscle long du cou apparaît après dissection du fascia cervical profond. La numérotation des vertèbres cervicales est facile par palpation en utilisant les ailes de l'atlas crânialement et les longs processus transverses de C₆ caudalement comme repères. Le muscle long du cou est sectionné transversalement en regard de l'espace intervertébral, puis décollé et récliné (Figure 17) [8 ;13 ;15 ;36 ; 47 ;51].

Des écarteurs autostatiques sont posés : il faut prendre soin de protéger le paquet vasculo-nerveux (artère carotide et nerf vague) et l'œsophage contre les lésions provoquées par l'écarteur. Les hémorragies doivent être contrôlées avant de commencer la corpectomie, afin d'éviter l'accumulation de sang dans le défaut osseux qui sera créée [8 ;41].

Figure 17 : Exposition des corps vertébraux (d'après TOMLINSON et SCHWINK [50])



a.3) La fenestration

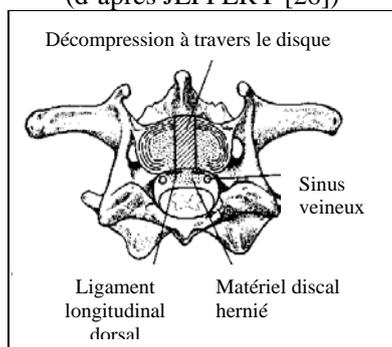
Lorsque le disque intervertébral est exposé, il est ponctionné à l'aide d'un bistouri à lame pointue et étroite, perpendiculairement au plan vertébral et rigoureusement dans le plan médian, sur la zone la plus proéminente. L'orifice a une taille d'environ 2 mm. Une curette fine est introduite et le noyau du disque dégénéré est extrait progressivement avec précaution [13 ;15 ;26 ;51]. La pénétration est appréciée par la longueur de curette engagée et par la sensation élastique recueillie sous la pression de l'instrument [13 ;51]. La plus grande quantité possible de matériel discal doit être retirée [51].

a.4) La corpectomie

Les tubercules ventraux des vertèbres concernées sont retirés à la pince gouge. Le ligament longitudinal ventral et les fibres ventrales de l'anneau fibreux sont incisés à la lame de bistouri. L'anneau fibreux et les restes de matière du noyau sont éliminés à l'aide d'un rongeur, puis une fraise motorisée à grande vitesse est utilisée pour créer une perte de substance osseuse. Un système d'irrigation/aspiration avec du sérum physiologique doit être mis en place pour éviter les risques d'échauffement pendant toute la durée du fraisage [8 ;15 ;47 ;51].

La perte de substance osseuse doit avoir une forme rectangulaire et être centrée sur la ligne médiane. Sa largeur ne doit pas dépasser la moitié des corps vertébraux et sa longueur le quart au tiers de chaque vertèbre (Figure 18) [8 ;15 ;26 ;47 ;51]. L'approfondissement de la perte de substance doit se faire crânialement dans la direction des plateaux vertébraux pour rester centré sur l'espace intervertébral, car les espaces intervertébraux sont inclinés [8 ;47].

Figure 18 : Corpectomie ; coupe transversale
(d'après JEFFERY [26])

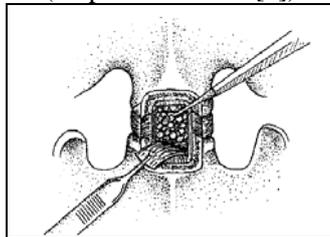


La profondeur de fraisage est appréciée à l'aspect de l'os rencontré, successivement la corticale ventrale dure, l'os spongieux plus mou et saignant d'avantage, et la corticale dorsale du corps vertébral [8 ;15 ;47]. Beaucoup de précautions doivent être prises, pour ne pas traverser accidentellement la couche osseuse et provoquer une lésion iatrogène irréversible de la moelle avec la fraise [8 ;15 ;24 ;47]. Il faut aussi rester le plus possible dans le plan médian et la pénétration dans le canal vertébral doit éviter les sinus veineux afin de limiter le risque hémorragique [8 ;15 ;24 ;26 ;47 ;51].

La partie dorsale de l'anneau fibreux est éliminée par curetage en évitant les sinus veineux. Après avoir retiré le matériel visible, le ligament longitudinal est disséqué avec une pince fine et un bistouri, afin d'éliminer le matériel discal situé autour de la dure-mère ou

dans le foramen avec une mini-curette (Figure 19) [8 ;26 ;47]. Les fragments calcifiés peuvent adhérer aux sinus veineux ou à la dure-mère. Les fragments discaux sont éliminés jusqu'à la découverte de la dure-mère [8 ;24].

Figure 19 : Traversée de la corticale dorsale et exérèse du ligament longitudinal dorsal (d'après BOJRAB [8])



Avant fermeture de la plaie, les hémorragies doivent être contrôlées, et les fragments d'os restant au niveau des tissus mous éliminés [8]. Le site opératoire est ensuite fermé de façon conventionnelle : le muscle long du cou est suturé [15], la trachée est remise en place, les muscles sterno-hyoïdiens et sterno-céphaliques sont réapposés par des points au fil résorbable, puis un surjet sous-cutané et un surjet cutané sont réalisés. Un pansement simple est posé sur la plaie pour quelques jours [35 ;47 ;50 ;51] ou une minerve est placée si on observe une déstabilisation.

a.5) Résultats

La fenestration s'est montrée efficace pour soulager la douleur chez certains patients mais reste insuffisante pour éliminer les matières discales herniées [8 ;24 ;26 ;44] : la douleur persistait chez 30 % des chiens traités sous forme de périodes intermittentes de douleur [15]. De plus, la morbidité était plus longue qu'après corpectomie : la douleur nuchale peut persister pendant plusieurs semaines [8 ;15 ;24 ;26 ;44 ;51].

La corpectomie ventrale permet une dissection minimale à travers les plans naturels, une faible désorganisation des formations anatomiques, une bonne découverte des parties inférieures et ventro-latérales des disques, l'ablation sûre du disque, et une manipulation minimale de la moelle épinière [8 ;44].

FRY *et al.* [20] ont montré de bons résultats de la corpectomie sur des patients au statut ambulatoire conservé : 85 % des patients étaient normaux (absence de déficit neurologique) ou de stade neurologique amélioré (passage du stade neurologique initial à un stade moins grave) en moins d'une semaine, et 95 % au bout de six mois, avec une convalescence en moyenne de neuf semaines pour la corpectomie, plus longue pour les animaux présentant une tétraplégie. 21 % des chiens ont présenté des épisodes de récurrence des symptômes [20 ;47].

De même, SEIM et PRATA [43] ont obtenu des résultats similaires sur des patients de tout statut clinique (de la douleur cervicale seule à la tétraparésie non ambulatoire) : 70 % de chiens neurologiquement normaux à une semaine, 87 % à un mois et 98 % au bout d'un an [43 ;47].

FRY *et al.* [20] ont observé que l'état de 6 % des chiens ayant subi une corpectomie s'est aggravé (passage du stade neurologique initial à un stade plus grave) en post-opératoire immédiat. 7 % ont conservé le même stade neurologique, une amélioration de l'état a été observée pour 59 % et 28 % étaient normaux. 85 % des chiens de l'étude étaient chondrodystrophiques.

49,5 % des 111 chiens traités par corpectomie ventrale par SMITH *et al.* [46] présentaient une amélioration clinique dont 30,6 % une résolution complète (absence de déficit neurologique). Cependant 14,4 % des cas n'ont montré aucune amélioration et 5,4 % une dégradation de leur état clinique. La population de chiens opérés était composée de 66,1 % de races chondrodystrophiques, cependant les auteurs n'ont pas déterminé les types de hernies opérées.

L'accident per-opératoire principal de la corpectomie est l'hémorragie, par rupture des sinus veineux [20 ;26 ;29 ;31 ;43 ;46]. Ceux-ci sont souvent dilatés et déportés médialement par la hernie discale. Lorsque les sinus sont touchés, le champ opératoire est obstrué par une abondante hémorragie, ce qui rend impossible les actes suivants. Il faut procéder à l'hémostase pendant une dizaine de minutes par compression avec des compresses hémostatiques [8 ;15 ;43 ;44 ;47 ;51].

La décompression ventrale par corpectomie peut aussi entraîner une instabilité et un collapsus intervertébral, et ainsi provoquer des luxations de la colonne vertébrale, surtout en région cervicale caudale (de C₄ à C₇) [18 ;29 ;43 ;44]. Une décompression large permet une meilleure visualisation et un bon accès au matériel hernié, mais oblige à une exérèse osseuse importante ainsi que de l'anneau fibreux et des ligaments longitudinaux. Cette complication s'exprime par une récurrence des symptômes jusqu'à 80 jours après l'opération [29]. En cas d'instabilité, l'articulation intervertébrale est stabilisée par un implant de polyméthylméthacrylate ou une allogreffe osseuse entre les corps vertébraux fraisés [18 ;43 ;44]. Il est suggéré dans certaines études des méthodes alternatives pour éviter la déstabilisation comme le forage en cône ou oblique. Il est aussi recommandé que la perte de substance osseuse ne dépasse pas 33 à 75 % de la largeur du corps vertébral et 33 à 50 % de sa longueur [29].

Les autres accidents peuvent être des troubles cardiaques ayant pour origine la manipulation du tronc vago-carotidien responsables de la bradycardie, celle de la chaîne sympathique des contractions ventriculaires prématurées, et la lésion médullaire favoriserait les dysrythmies [44 ;47].

Après traitement chirurgical, la persistance ou la récurrence d'une cervicalgie est très nettement la séquelle la plus fréquemment recensée [44 ;47], dans 21 % des cas de corpectomies [20]. Une incoordination des membres antérieurs ou postérieurs peut être observée. Les séquelles sont généralement peu handicapantes pour le confort de vie du chien, mais il est préférable de prévenir les propriétaires avant l'intervention [44 ;47].

Le pronostic dépend directement du site de la hernie, de la durée du statut non ambulatoire avant et après chirurgie et de la sensibilité au niveau des membres antérieurs, de la présence ou non d'une instabilité vertébrale associée. Les chiens présentant uniquement de la douleur comme signe clinique ont un meilleur taux de guérison après décompression [46]. Les hernies discales hautes ont un meilleur pronostic que les hernies postérieures à C₃-C₄, la moelle épinière s'élargissant caudalement (intumescence cervicale) et fournissant les nerfs du plexus brachial [18 ;24 ;29 ;46 ;47].

b) Décompressions par abord dorsal

b.1) Indications et contre-indications

La laminectomie et l'hémilaminectomie consistent à exciser l'arc vertébral ou une lame de l'arc afin de donner à la moelle un espace d'expansion et ouvrir une voie d'accès sur la lésion en vue de son élimination [13]. Ces techniques ne sont utilisées que pour les hernies

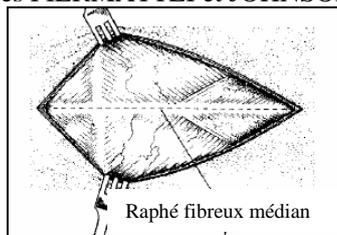
inaccessibles par la voie ventrale : pour les volumineuses hernies latérales et foraminales [8 ;17 ;24 ;43 ;44 ;51].

b.2) Voie d'abord dorsale de la colonne vertébrale cervicale

L'animal est positionné en décubitus sternal avec un sac de sable sous l'encolure pour la soulever et entraîner la flexion de la colonne cervicale [17 ;35 ;50 ;51].

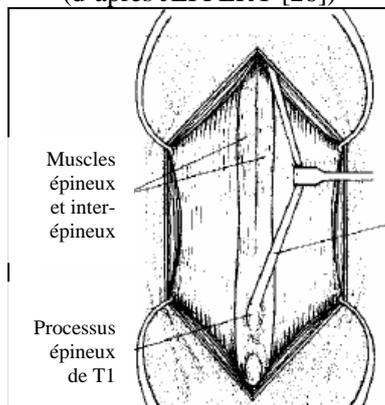
L'incision cutanée médiane s'étend de la protubérance occipitale externe à la première vertèbre thoracique. L'aponévrose du muscle platysma est incisée au niveau du raphé fibreux médian (Figure 20), puis jusqu'au ligament nuchal et les muscles dorsaux du cou sont séparés par cette incision et réclinés latéralement [26 ;35 ;50 ;51].

Figure 20 : Incision cutanée cervicale dorsale (d'après PIERMATTEI et JOHNSON [35])



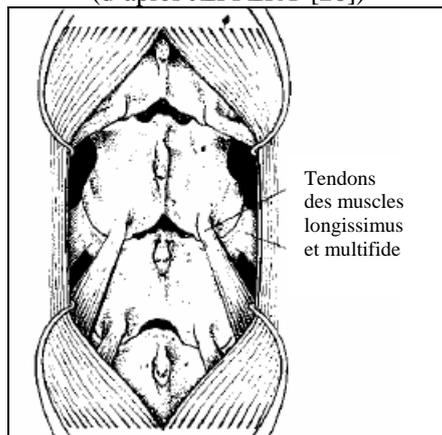
Une incision est pratiquée dans le muscle droit de la tête, les muscles épineux et semi-épineux du cou et le muscle multifide du cou d'un côté du ligament nuchal (Figure 21) [26 ;35 ;50 ;51].

Figure 21 : Réclinaison des muscles cervicaux dorsaux (d'après JEFFERY [26])



La désinsertion par élévation périostée et la réclinaison latérale des muscles incisés est réalisée dans un premier temps du côté de l'incision. Le ligament nuchal est à son tour désinséré du processus épineux de l'axis et récliné avec les muscles du côté opposé à l'incision. Le ligament reste solidement ancré aux muscles du côté opposé et à la partie crâniale de l'axis [26 ;35 ;50 ;51]. Les muscles sont écartés sur un seul côté pour une hémilaminectomie et des deux côtés pour une laminectomie (Figure 22) [51].

Figure 22 : Exposition des lames vertébrales cervicales
(d'après JEFFERY [26])

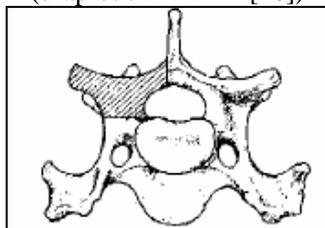


La désinsertion latérale des muscles de l'arc vertébral doit s'arrêter à la face latérale des processus articulaires afin d'éviter de léser les branches de l'artère vertébrale qui cheminent ventro-latéralement à ces processus et qui saignent abondamment si la dissection est trop profonde [26 ;35 ;50 ;51].

b.3) La laminectomie et l'hémi laminectomie

La partie latérale de l'arc vertébral des vertèbres situées au-dessus de la lésion est enlevée lors d'hémi laminectomie (Figure 23), à l'aide d'une fraise. L'exérèse osseuse est poursuivie crânialement et caudalement avec une pince gouge ou une fraise afin d'obtenir un accès suffisant pour retirer le matériel discal et décompresser la moelle sans trop la manipuler [17 ;51].

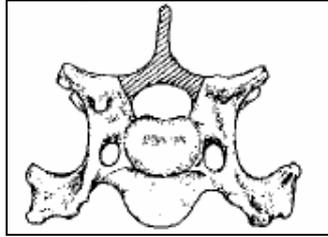
Figure 23 : Hémi laminectomie (zone grisée excisée)
(d'après JEFFERY [26])



Lors de laminectomie, les processus épineux des vertèbres intéressées sont d'abord retirés puis l'arc dorsal est fraisé sur deux ou trois vertèbres. Le processus articulaire caudal est respecté (Figure 24).

Le matériel discal doit être retiré sans manipulation excessive de la moelle [51]. Une dissection et une identification attentives de l'artère vertébrale sont essentielles lors de l'extraction discale pour les deux techniques [17].

Figure 24 : Laminectomie (zone grisée excisée)
(d'après JEFFERY [26])



Le ligament nuchal est réinséré sur l'axis par deux points de suture réalisés à l'aide d'un fil irrésorbable. Ces points sont passés à travers des trous forés dans le processus épineux. Les fascias des muscles profonds incisés sont suturés au ligament nuchal. Le raphé fibreux médian est alors refermé, puis le tissu sous-cutané et le tissu cutané [35 ;50 ;51].

b.4) Résultats

Ces techniques présentent les inconvénients d'un abord simple mais délabrant pour la masse musculaire et le ligament nuchal. L'abord dorsal présente un risque plus élevé de perte sanguine que l'abord ventral : on rencontre plus de vaisseaux de taille importante et les muscles eux-même peuvent saigner [26].

La matière discale herniée étant difficile à exposer en partie inférieure ou latérale du canal vertébral, une manipulation de la moelle est nécessaire pour accéder et extraire complètement le disque. Tous ces facteurs prolongent la morbidité [8 ;17 ;47]. La laminectomie sans extraction des matières discales herniées n'a pas toujours l'efficacité maximale, et si le disque n'est pas cureté et est mal résorbé, il entretient des microtraumatismes entraînant une démyélinisation secondaire progressive à long terme [8 ;36 ;47].

La laminectomie et l'hémi laminectomie sont, en dehors de quelques indications, remplacées par la décompression par voie ventrale [8 ;51].

c) Décompression par abord latéral

c.1) Indications et contre-indications

Les indications d'un abord latéral sont limitées. L'abord latéral a été développé dans le but d'atteindre les hernies discales latérales ou foraminales. Ces localisations sont difficilement atteintes par abord ventral et nécessitent une manipulation excessive de la moelle épinière par abord dorsal [18 ;30 ;31 ;38]. Cet abord permet aussi d'accéder aux tumeurs des racines nerveuses, des nerfs spinaux ou toute autre tumeur située latéralement à la colonne vertébrale [30 ;31 ;35 ;38].

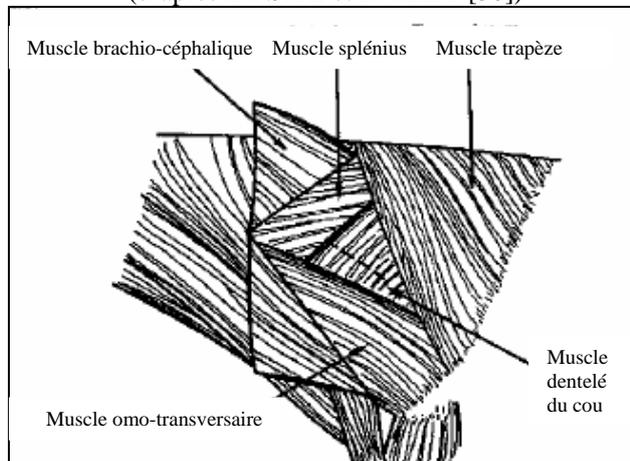
c.2) Décompression par abord latéral

Le chien est couché en décubitus latéral, la zone affectée en haut et le membre antérieur libre tiré caudalement. Les processus transverses de C₃ à C₆ sont palpés et les processus articulaires sont repérés.

Une incision cutanée est pratiquée des processus articulaires de C₂ au bord crânial de la scapula. L'incision du muscle platysma expose les muscles brachio-céphalique et trapèze. L'artère et la veine cervicales superficielles émergent entre ces deux muscles et sont rétractées

avec les nœuds lymphatiques cervicaux superficiels caudaux pour permettre l'exposition des vertèbres les plus caudales (C₅, C₆). Le muscle brachio-céphalique est incisé parallèlement à ses fibres, à hauteur des processus articulaires. Le bord dorsal du muscle omo-transversaire est disséqué et récliné, le muscle dentelé du cou est incisé perpendiculairement à ses fibres aussi caudalement que possible et séparé du muscle longissimus du cou. Celui-ci est récliné ventralement avec le muscle longissimus de la tête (Figure 25).

Figure 25 : Incision du muscle dentelé du cou après réclinaison du muscle brachio-céphalique (d'après LIPSITZ et BAILEY [30])



L'espace intervertébral cible est localisé par palpation des processus articulaires en partant de C₆. La branche dorsale du nerf spinal est sectionnée pour la bonne exposition de la lame vertébrale, du foramen et de l'espace discal. Les tendons des muscles complexe et multifide du cou sont séparés des processus articulaires, puis clivés de la surface dorsale des vertèbres jusqu'au processus épineux. Les muscles longissimus de la tête et intertransversaires du cou sont séparés des processus transverses et réclinés. Ces manœuvres doivent éviter l'espace intervertébral et les artère et veine vertébrales [30 ;31 ;38].

La décompression par cet abord est une hémilaminectomie : la décompression s'étend de la base du processus épineux jusqu'au plancher du canal vertébral, en évitant les plexus veineux internes [30 ;31]. Un greffon de tissu adipeux est placé sur le site d'hémilaminectomie puis les muscles sont suturés et réapposés. Les tissus sous-cutané et cutané sont fermés de façon conventionnelle [30 ;38].

c.3) Résultats

L'intérêt majeur de l'abord latéral est l'accessibilité à la face latérale de la colonne vertébrale et l'exposition des nerfs spinaux et des racines nerveuses. La masse musculaire à traverser est moindre que lors d'un abord dorsal [30 ;38].

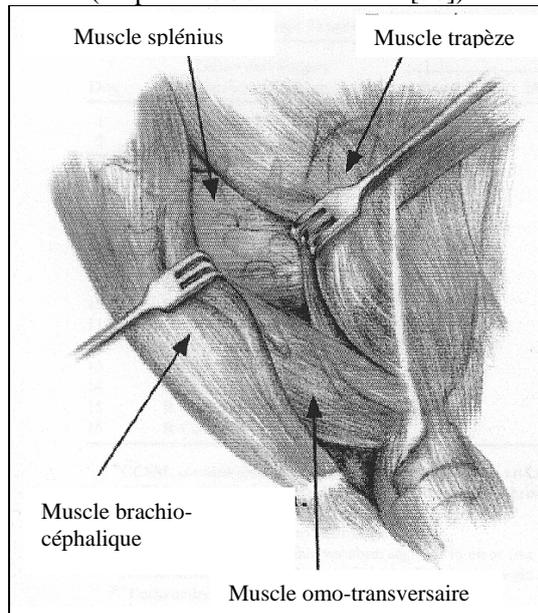
D'après ROSSMEISL *et al.* [38], 14 des 16 chiens opérés latéralement ont montré une amélioration clinique : 8 se sont améliorés d'un stade neurologique, 5 de deux et 1 de trois stades. Les chiens étant ambulateurs avant la chirurgie l'étaient toujours après la décompression et des 3 chiens non ambulateurs, un était redevenu complètement ambulateur et un autre boitait.

Les accidents per-opératoires sont identiques à ceux de l'abord dorsal : la manipulation de la moelle ou des traumatismes iatrogènes peuvent survenir pendant la décompression. L'artère vertébrale et les plexus veineux peuvent aussi être touchés, mais l'approche latérale permet

d'identifier facilement l'artère vertébrale [30 ;38]. Les sinus veineux sont aussi bien visualisés mais 3 cas sur 8 ont été touchés et l'importante hémorragie a conduit à la lésion de la moelle épinière (LIPSITZ et BAILEY [31]).

Le désavantage majeur de cette approche latérale provient des contraintes anatomiques : seuls les espaces de C₃-C₄ à C₅-C₆ sont facilement accessibles. L'espace C₂-C₃ est plus facilement atteint par un abord dorsal et l'espace C₆-C₇ est caché par le membre thoracique ne pouvant être tiré suffisamment caudalement et nécessitant l'amputation [30 ;31]. La technique modifiée présentée par ROSSMEISL *et al.* [38] permet de pallier ce défaut : le muscle brachio-céphalique n'était pas sectionné, le chirurgien passait entre ce muscle et le muscle trapèze (Figure 26) et la scapula est maintenue à la fois en abduction et tirée en arrière. Cette méthode évite l'incision des attaches musculaires du bord crânial de la scapula, surtout sur les races de grand format [38].

Figure 26 : Abord cervical latéral modifié
(d'après ROSSMEISL *et al.* [38])



Les différentes techniques conventionnelles d'exérèse du matériel discal entraînent un délabrement substantiel des tissus. La diminution de ces voies d'abord permettrait de réduire les complications et d'améliorer la vitesse de récupération des patients.

II) Application potentielle de l'endoscopie sur les hernies discales cervicales canines

La chirurgie mini-invasive correspond à l'ensemble des actes chirurgicaux pour lesquels la caméra et le système vidéo permettent la réduction des ouvertures. L'endoscopie permet d'assister diverses opérations : entérectomie, chirurgie ovarienne, exérèse de tumeur, arthroscopie et a aussi été appliquée au rachis humain [9 ;11 ;12 ;16 ;19 ;27 ;28 ;48].

A) Application de l'endoscopie sur le rachis humain

En médecine humaine, la seule application de l'endoscopie a longtemps été l'observation des viscères abdominaux. Il est progressivement apparu la possibilité de réaliser des biopsies d'organes puis des interventions chirurgicales sous cœlioscopie [9]. La chirurgie mini-invasive a été développée chez l'Homme pour une meilleure visualisation du champ opératoire, une moindre douleur post-opératoire, des séjours hospitaliers réduits, un confort psychologique et un retour précoce à l'activité professionnelle, et par intérêt esthétique des petites ouvertures [16 ;49].

1) Objectifs

Le trajet le moins traumatique jusqu'à la cible est recherché et doit suivre strictement les espaces naturels. Si l'accès sans lésion n'est pas possible, le trajet doit être réalisé avec le minimum de dommages collatéraux des tissus environnants, réparables et ayant un effet négligeable sur l'état clinique du patient après l'opération. La technique de dissection jusqu'à la cible cherche à diminuer le traumatisme des tissus mous et osseux [33].

Malgré la diminution de l'approche, la cible doit être clairement exposée et identifiée, et le traitement chirurgical possible sans aucune restriction [33 ;34]. La chirurgie mini-invasive ne permet pas une exposition complète de la cible, ni la mobilisation des vaisseaux sanguins irriguant la zone traitée, d'où une augmentation du risque de lésions vasculaires indirectes. Cette lacune est comblée par l'imagerie pré-opératoire établissant la topographie de la région [33].

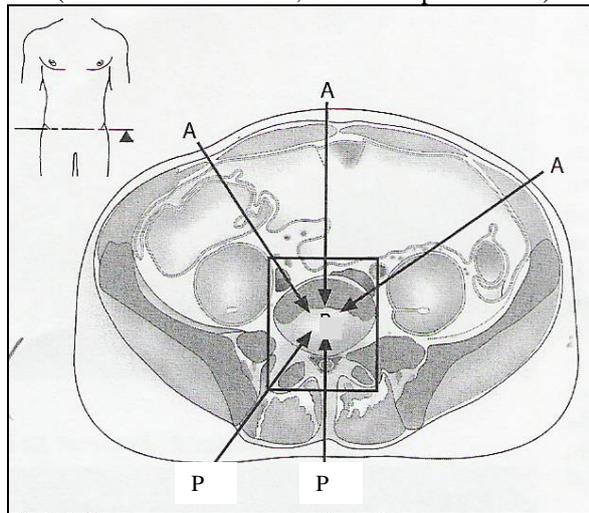
2) Technique

La voie d'entrée est aussi choisie en fonction de la topographie de la région, afin que l'incision mini-invasive soit placée correctement, directement au-dessus de la cible, et de la plus petite taille possible : l'imagerie pré-opératoire permet de déterminer la topographie et la volumétrie, en particulier vasculaire, de la région cible de l'individu opéré. La localisation de la voie d'entrée est contrôlée par fluoroscopie. Les traces d'opérations précédentes peuvent influencer la stratégie d'accès à la cible [33].

Il existe deux types de voies d'abord du rachis humain : antérieure et postérieure (Figure 27). L'abord antérieur est indiqué chez les patients avec des symptômes radiculaires unilatéraux. Il est contre-indiqué lors de symptômes bilatéraux, d'instabilité de la colonne cervicale ou si le patient a déjà subi des opérations cervicales [41 ;54]. L'abord postérieur est indiqué lors de hernies discales latérales comprimant les racines nerveuses [53].

Figure 27 : Voies d'abords endoscopiques du rachis humain ; coupe transversale
(d'après MAYER [33])

(**A.** abords antérieurs, **P.** abords postérieurs)



Lors d'abord antérieur de la colonne vertébrale, le patient est couché sur le dos. Le site à opérer est préalablement repéré par fluoroscopie. Une incision cutanée transverse de 2 cm est ainsi pratiquée exactement au-dessus de l'unité vertébrale d'intérêt, au deux tiers médial et au tiers latéral du bord médial du muscle sterno-cléidomastoïdien. L'accès à la colonne vertébrale est libéré par une dissection mousse, les formations viscérales repoussées médialement avec le muscle sterno-hyoïdien et les formations vasculo-nerveuses latéralement. Après confirmation sous fluoroscopie de la cible, le muscle long du cou est incisé transversalement d'une longueur de 10 à 14 mm, à 5-6 mm crânialement et caudalement du disque intervertébral, et est réséqué. L'endoscope est inséré à travers l'ouverture sous guidage fluoroscopique. Les corps vertébraux sont forés de part et d'autre du disque (décompression de 5 mm de diamètre environ) sous contrôle visuel endoscopique, puis les fragments discaux sont mobilisés par un crochet endoscopique et excisés à l'aide d'une pince endoscopique [41 ;54].

Pour l'abord postérieur, le patient est positionné sur le ventre. Les processus épineux des vertèbres sont facilement palpés et le repérage est confirmé par fluoroscopie. Une incision cutanée médiane de 3 cm est centrée sur l'unité vertébrale d'intérêt. Le ligament nuchal est incisé le long du plan médian, du côté de la lésion. Les muscles paravertébraux sont disséqués du périoste et réclinés. L'endoscope est introduit et l'espace interlamellaire est identifié et nettoyé. Les lames vertébrales sont forées de part et d'autre de l'espace interlamellaire sur 2 à 3 cm de diamètre. Le ligament jaune est progressivement incisé et expose la partie latérale de la dure-mère. La dissection est poursuivie latéralement jusqu'au foramen. La racine nerveuse est réclinée avec précaution et les fragments discaux sont excisés [34 ;37 ;53]. La laminectomie peut être étendue au côté opposé : l'endoscope est basculé vers le plan médian et la lame vertébrale sous le processus épineux est fraisée. Le reste du ligament jaune est excisé et la racine nerveuse controlatérale est exposée avec précaution [34].

Pour les deux abords, avant le retrait de l'endoscope avec précaution et la fermeture du site opératoire, l'hémostase doit être réalisée correctement et vérifiée [41 ;53 ;54].

3) Résultats

L'abord antérieur permet un accès direct à la lésion, une décompression complète sous contrôle visuel, la préservation de la forme et la fonction du disque intervertébral affecté, une durée opératoire plus courte que lors de l'abord conventionnel et d'éviter l'utilisation d'un implant pour stabiliser la colonne. On note aussi une visualisation et un éclairage meilleurs de la cible par endoscopie. Cette technique ne permet pas la décompression du côté opposé par la même approche et demande une certaine expérience de la manipulation sous endoscopie. Les accidents per-opératoires sont des lésions iatrogènes de la moelle épinière, de l'artère vertébrale et du nerf laryngé récurrent ou du nerf vertébral. Les saignements des vaisseaux épiduraux et des plexus veineux peuvent compliquer l'exérèse des fragments discaux [41 ;54].

L'abord postérieur permet un accès facile aux lésions foraminales et ne nécessite pas la stabilisation de l'unité vertébrale [53]. Il permet d'intervenir bilatéralement sans déstabiliser la colonne vertébrale contrairement à l'abord conventionnel qui nécessite l'exérèse des ligaments inter-épineux du processus épineux [34]. Il ne permet pas l'exposition des lésions antérieures, ni une décompression correcte sans lésion neurologique. La période de récupération post-opératoire est plus longue que lors d'un abord antérieur, et le positionnement du patient (sur le ventre) est plus difficile et dangereux pour le maintien de la colonne. Les accidents per-opératoires fréquents sont l'hémorragie des plexus épiduraux et des lésions iatrogènes de l'artère vertébrale et de la moelle épinière. Une instabilité vertébrale peut aussi résulter de la résection osseuse [53].

Le traumatisme des tissus est moindre, le patient reste moins longtemps hospitalisé et retourne rapidement à une activité quotidienne normale [37 ;41]. Les patients pouvaient bouger 6 h après l'intervention par abord antérieur mais en minimisant cependant leur activité et en évitant les sollicitations excessives du cou pendant 14 jours. 6 semaines après l'opération, les patients retrouvaient une activité normale. 65 patients présentaient initialement une faiblesse motrice : 51 se sont améliorés immédiatement après l'intervention dont 37 ont retrouvé une motricité normale. 73 patients présentaient une perte de sensibilité, 55 ont retrouvé une sensibilité normale [41]. La récurrence des symptômes à long terme concernait 10 à 18 % des abords antérieurs et 0 à 11 % des abords postérieurs [53].

B) Applications actuelles de l'endoscopie sur la colonne vertébrale du chien

L'activité vétérinaire bénéficie de l'avancée technologique et de l'expérience en médecine humaine [9 ;16 ;49]. Le chien et surtout le porc ont été des modèles en chirurgie mini-invasive humaine pour la mise au point des techniques actuelles et l'apprentissage des chirurgiens. De plus, l'anthropomorphisme des propriétaires de chien les encourage à offrir ce qu'il y a de mieux à leur animal et favorise l'application de ces techniques en chirurgie vétérinaire [16].

1) Les techniques utilisées

WOOD *et al.* [52] ont testé la foraminotomie vidéo-assistée sur la sténose dégénérative lombo-sacrée (DLSS) du chien en L₇-S₁. L'objectif de l'étude était de décrire une nouvelle procédure de foraminotomie vidéo-assistée et de déterminer les effets immédiats et à court terme sur l'espace intervertébral. Les auteurs cherchaient à garder la musculature

paravertébrale intacte et à diminuer la déstabilisation vertébrale et les fractures en résultant, provoquées par la méthode habituellement utilisée : une laminectomie dorsale souvent combinée à une discectomie, foraminotomie et facetectomie pour lever la compression de la queue de cheval et des racines nerveuses. Cette méthode conventionnelle aboutissait à une interruption substantielle osseuse des facettes articulaires et des tissus mous pouvant conduire au développement d'une instabilité lombo-sacrée post-opératoire.

La méthode employée était issue de la description de la chirurgie mini-invasive de la DLSS sur des cadavres dans la littérature humaine. Une incision cutanée dorsale médiane était pratiquée de L₆ à S₂, puis le ligament interlamellaire était excisé de ses attaches de L₇ au sacrum. Une mini-laminectomie dorsale était faite à la fraise, centrée sur la portion caudale de L₇, sans atteinte du processus épineux et de la protubérance médiale du processus articulaire caudal. La musculature juxta-vertébrale insérée sur les facettes articulaires n'était pas perturbée. La foraminotomie était ensuite pratiquée sous endoscopie en L₇-S₁ à droite, le foramen gauche servant de témoin.

Les auteurs ont recherché après l'opération des anomalies comme des sténoses osseuses ou des tissus mous du foramen ou du canal central, de fragmentation osseuse, compression des racines nerveuses, subluxation ou des fractures des facettes articulaires, ou encore des proliférations osseuses des facettes [52].

GABANO [21] présentait dans sa thèse une technique de décompression thoracolumbaire par corpectomie latérale sous assistance endoscopique. L'auteur pratiquait une incision cutanée de 2 cm à la hauteur des processus transverses de l'espace intervertébral concerné. Le repérage s'effectuait par palpation de la dernière côte et des processus épineux depuis L₆-L₇. L'endoscope était introduit après la dissection du conjonctif sous-cutané et l'incision du fascia thoracolumbaire. Les muscles ilio-costal et juxta-vertébraux étaient réclinés dorsalement sous endoscopie et l'anneau fibreux est repéré par palpation. Le tronc neuro-vasculaire émergeant du foramen était récliné lors de la phase d'abord. Le corps vertébral était foré à mi-hauteur, perpendiculairement au grand axe de la colonne vertébrale. La fenêtre osseuse créée s'étendait au tiers de la longueur des 2 vertèbres adjacentes, et de la moitié aux $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur du corps vertébral. Le matériel discal était retiré à l'aide de curettes et de spatules [21].

2) Avantages et limites

L'abord de WOOD *et al.* [52] n'a pas eu de complication particulière : un chien a présenté une hémorragie modérée, avant l'entrée dans le canal vertébral, contrôlée par électrocoagulation et agents hémostatiques. Pour tous les chiens, le foramen a pu être élargi et le rester suffisamment. La technique était viable chirurgicalement et présentait un effet bénéfique sur la sténose osseuse sans déstabilisation de la colonne vertébrale [52].

L'étude de GABANO [21] rapportait aussi des saignements minimes durant l'opération, en particulier des sinus veineux, contrôlés par électrocoagulation. L'étude a nécessité un apprentissage préalable sur des pièces anatomiques, pour la mise au point de la technique et l'adaptation de l'opérateur au matériel endoscopique. Les difficultés rencontrées lors de l'abord mini-invasif étaient le glissement des écarteurs sur les muscles, la formation de buée sur l'optique endoscopique et la création d'un pneumothorax iatrogène par effraction de la cavité pleurale lors d'un abord thoracique. De plus, l'abord ne permettait pas une visualisation correcte de la moelle épinière, ni de retirer le matériel hernié dans une position autre que ventrale. La conversion en abord conventionnel était possible mais tout l'intérêt de la chirurgie mini-invasive était perdu.

L'étude a parallèlement montré que les saignements étaient moindres et la durée opératoire réduite par rapport à un abord conventionnel. L'auteur a constaté peu de complications post-opératoires et une durée d'hospitalisation diminuée. La technique a pu être adaptée aux chiens de grand et petit format, et la décompression était satisfaisante, sans lésion iatrogène [21].

C) Objectifs du travail

Il existe actuellement peu d'études sur l'endoscopie de la colonne vertébrale du chien. Aucune ne traite à notre connaissance de la colonne vertébrale cervicale. L'utilisation d'un abord mini-invasif vidéo-assisté de la colonne vertébrale cervicale du chien devrait pourtant permettre de réduire le traumatisme tissulaire, d'améliorer la qualité de la décompression en offrant une visualisation du site opératoire supérieure à celle obtenue par abord conventionnel.

Le cahier des charges d'un abord mini-invasif vidéo-assisté de la colonne vertébrale cervicale doit répondre à plusieurs impératifs : choix de l'abord respectant au mieux les formations tissulaires paravertébrales, simplicité du repérage de la cible, absence de morbidité, qualité de la visualisation et de la décompression obtenue.

1) Abord

L'abord choisi doit permettre de passer par des plans de clivage anatomiques naturels, afin de limiter le traumatisme tissulaire. La région cervicale ventrale, moins musculeuse que la région dorsale, offre un accès simple à la colonne vertébrale. Nous avons donc choisi un abord ventral.

Les éléments vasculo-nerveux du cou étant regroupés dans cette région, il était important d'identifier les lésions susceptibles de découler d'un abord ventral minimal de la colonne vertébrale cervicale. Les muscles et les éléments vasculo-nerveux situés dans l'environnement immédiat de l'incision, la trachée, la thyroïde et l'œsophage ont ainsi fait l'objet d'une inspection systématique.

2) Repérage

L'incision devant être d'une longueur inférieure aux ouvertures conventionnelles pratiquées (du larynx au manubrium sternal), elle doit se situer au-dessus de l'espace intervertébral à opérer. Un bon repérage est nécessaire afin de ne pas agrandir de façon trop importante l'ouverture et doit permettre un positionnement correct, sans gêne, du matériel endoscopique pendant la décompression.

Il a été constaté la possibilité de localiser l'espace sans radioscopie (par palpation uniquement) et de pratiquer l'incision en regard, en fonction de la taille et de la race du sujet. Les espaces intervertébraux testés, choisis avant manipulation, sont localisés par palpation externe sur la pièce entière. Le centrage de l'incision sur le bon espace est vérifié au cours et en fin de manipulation par palpation des crêtes et des tubercules vertébraux ventraux.

3) Visualisation

L'endoscopie doit permettre de conserver une parfaite visualisation de la cible pendant le geste chirurgical de décompression, en dépit de l'abord restreint. La qualité de la visualisation de l'espace intervertébral par endoscopie, après dissection de la zone, doit donc être évaluée. Elle dépendra :

i) De l'ouverture pratiquée qui doit être suffisamment large pour permettre l'introduction de l'ensemble du système endoscopique (les parties molles périphériques pouvant s'accoler à l'optique, entraver la visualisation de l'espace intervertébral étudié et compromettre la qualité et la sécurité du geste de décompression) ;

ii) De la distance séparant l'optique de l'endoscope de l'espace intervertébral. La distance doit donc être réglée en fonction des exigences de l'opérateur, selon qu'il a besoin d'une vue d'ensemble ou rapprochée. La limite de l'abord mini-invasif est en effet une perte de visualisation de l'ensemble des formations anatomiques et le risque de lésion iatrogène plus élevé que lors d'un abord conventionnel en découlant.

4) Décompression

L'endoscopie doit permettre de créer une perte de substance osseuse en conservant la maîtrise de la trajectoire du geste de décompression. L'endoscopie ne doit en aucun cas augmenter le risque de déstabilisation de la colonne vertébrale cervicale par une décompression trop large, ou une lésion de la moelle par mauvaise visualisation du geste. La qualité de la décompression devra donc être contrôlée.

Le but de l'étude présentée est de mettre au point une technique de décompression mini-invasive de la colonne vertébrale cervicale assistée par endoscopie sur des pièces anatomiques. Plusieurs problèmes y seront abordés :

i) La faisabilité d'une bonne décompression par un abord réduit ;

ii) La morbidité potentielle de la méthode ;

iii) Les difficultés de repérage de l'espace intervertébral et d'un abord de taille minimale situé en regard.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE SUR PIECES ANATOMIQUES

I) Matériel et méthode

A) Matériel

1) Pièces anatomiques

Les pièces anatomiques utilisées pour ce travail étaient des colonnes vertébrales de chiens entiers, de toute taille et race, décédés de mort naturelle ou par euthanasie. Ces pièces ont été récupérées par l'intermédiaire des services des urgences et des hospitalisations de l'Ecole vétérinaire.

a) Critères de choix

La race, l'âge et le sexe des chiens n'étaient pas intervenus dans le choix des pièces anatomiques. Les chiens devaient être exempts de toute affection vertébrale connue.

Les pièces choisies devaient en bon état de conservation, sans lésion dans la région de l'encolure afin d'être au plus proche des conditions normales d'opération. Les chiens présentant des abcès ou d'autres lésions pouvant limiter et gêner les manipulations dans cette région ont été exclus du protocole.

b) Conservation et prélèvements

Les pièces ont été conservées par congélation à - 20°C. Les chiens étaient congelés dès leur récupération par l'opérateur pour une meilleure conservation.

Les pièces ont été décongelées à température ambiante dans des linges humides 24 heures avant leur utilisation.

Aucun prélèvement n'a été réalisé sur les animaux, le corps entier étant nécessaire pour le positionnement et la stabilisation de la zone d'étude lors des manipulations.

c) Préparation des pièces anatomiques

Les pièces utilisées ont été tondues sur toute la région cervicale, de la base de la tête jusqu'au manubrium sternal ventralement, à la pointe de l'épaule latéralement et aux premiers processus épineux thoraciques dorsalement.

Les chiens ont été disposés sur le dos et des champs en papier recouvrent la tête et le reste du corps, ne laissant que l'encolure dégagée.

2) Matériel endoscopique

La colonne d'endoscopie utilisée comprenait :

- i) un moniteur vidéo (Photographie 1) ;
- ii) une caméra mono- CCD (Telecam SL Pal ® STORZ) (Photographie 2) ;
- iii) une source lumineuse au xénon (Xénon Nova® 400 V, STORZ) (Photographie 1).

Photographie 1 : Colonne d'endoscopie

(a. moniteur vidéo, b. unité de contrôle de la caméra, c. générateur de la source lumineuse)



Photographie 2 : Caméra mono-CCD Telecam®, Storz



Le matériel spécifique utilisé, développé par le Dr Destandeu pour la chirurgie de la colonne vertébrale chez l'homme, comprenait : un tube opératoire (Photographie 3) recevant l'optique (Photographie 4) et muni d'un canal opératoire (diamètre 8 mm) pour le passage des instruments, d'un canal opératoire de plus faible diamètre pour l'irrigation et l'aspiration et d'un écarteur à racine nerveuse de longueur réglable.

Photographie 3 : Tube opératoire Endospine®, Storz



Photographie 4 : Optique Hopkins II ® à vision directe 0° (diamètre = 4mm, longueur = 18 cm)



Le tube opératoire était introduit dans un insert de travail (Photographie 5) préalablement mis en place dans l'après rétraction des tissus mous.

La configuration triangulaire avec trois canaux différents pour l'optique et les instruments permet d'éviter les lésions accidentelles de l'objectif de la caméra avec les instruments, de diriger ceux-ci directement sur le site et sous le contrôle immédiat de la caméra, et d'aspirer si besoin sans encombrement du canal à outil.

L'ensemble du montage endoscopique (caméra, optique et tube opératoire) est introduit et fixé à l'insert de travail (Photographie 6).

Photographie 5 : Insert de travail Endospine®,
Storz



Photographie 6 : Système assemblé



. Les instruments utilisés dans ce contexte sont des pinces, des curettes, des élévateurs à périoste, des ciseaux et des fraises adaptés au matériel endoscopique de STORZ (Photographie 7).

Photographie 7 : Elévateur à périoste endoscopique (Storz)



Le matériel utilisé pour la décompression était un moteur électronique (UNIDRIVE II ®, STORZ, vitesse de rotation maximale de 40 000 t/min), muni d'une pièce à main coudée et équipée de fraises de diamètre décroissant au fur et à mesure de la progression de la décompression (d = 4.5 mm, 3.1 mm, 2.3 mm, et 1.8 mm).

B) Méthode

1) Technique opératoire

La technique opératoire consistait dans un premier temps en un abord cervical ventral mini-invasif sans l'aide de l'endoscopie, suivi dans un second temps d'une décompression de l'unité vertébrale choisie sous endoscopie.

a) Positionnement de la colonne vertébrale

Le chien était placé en décubitus dorsal, la tête à gauche du chirurgien. Les quatre membres étaient attachés de façon à placer la colonne vertébrale dans le plan médian du chien et perpendiculaire à la table. Les membres thoraciques en particulier étaient tirés parallèlement vers la région caudale de l'animal. La colonne vertébrale était stabilisée par des bandes de sparadrap au niveau du museau et des épaules du chien. Un coussin était glissé au besoin sous l'encolure au niveau des premiers espaces intervertébraux cervicaux.

b) Abord chirurgical

L'abord utilisé correspondait à celui pratiqué pour une décompression cervicale ventrale par corpectomie ventrale. Les incisions effectuées étant de taille réduite, 2 à 3 espaces intervertébraux ont été abordés sur une même pièce anatomique. Le choix préalable des unités vertébrales à traiter sur chaque pièce a été effectué de manière aléatoire.

Les unités intervertébrales ont été repérés approximativement : C₂-C₃, se situant crânialement au larynx, C₃-C₄ en regard du larynx, C₄ à C₆ entre le larynx et le sternum et C₆-C₇ crânialement au sternum. Puis les espaces intervertébraux ont été localisés plus précisément par palpation externe en refoulant latéralement la trachée vers la gauche de l'animal, en commençant par les ailes de l'atlas, puis les tubercules ventraux de chacune des vertèbres. La localisation était confirmée par palpation à partir des processus transverses de C₆. L'espace intervertébral repéré, une courte incision cutanée (2,5 cm environ) était pratiquée en regard de l'espace, le long du côté droit de la trachée. Une dissection soignée aux ciseaux de Metzenbaum, aidée d'une rétraction par des écarteurs de Weitlaner évitant les formations vasculo-nerveuses cervicales ventrales latérales, était effectuée jusqu'aux muscles longs du cou. Les espaces étaient à nouveau comptés par palpation des crêtes et des tubercules ventraux des vertèbres, à travers les muscles, en partant de l'espace intervertébral atlas-axis.

Les muscles longs du cou étaient incisés et rétractés de l'unité vertébrale choisie par des écarteurs Gelpi et de Weitlaner placés perpendiculaires entre eux (Photographie 8), afin d'exposer :

- i) Le disque intervertébral,
- ii) L'intégralité du bord ventral des corps vertébraux situés de part et d'autre du disque.

Les muscles longs du cou restants, pouvant gêner la visualisation, étaient repoussés par l'intermédiaire d'un élévateur à périoste puis excisés à l'aide d'une pince à dents. Le tubercule vertébral ventral surplombant l'espace intéressé était retiré à la pince gouge sans endoscopie.

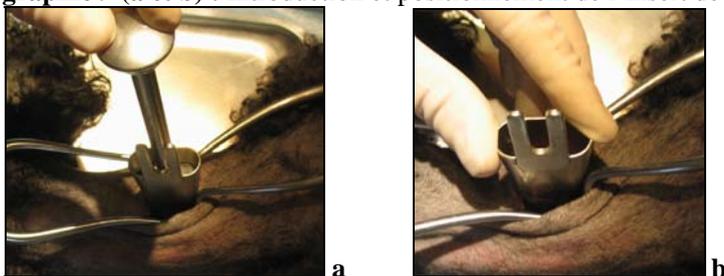
Photographie 8 : Mise en place des écarteurs sur l'abord ventral pratiqué



c) Décompression sous endoscopie

L'insert de travail était introduit et placé dans l'incision à l'aide d'un introducteur (Photographie 9).

Photographie 9 (a et b) : Introduction et positionnement de l'insert de travail



Lorsque l'insert de travail était correctement positionné dans l'incision, perpendiculaire à l'axe de la colonne vertébrale, vis-à-vis de l'espace intervertébral, le système endoscopique assemblé était introduit et fixé à l'insert de travail (Photographie 10).

Photographie 10 : Positionnement et fixation du système endoscopique sur l'insert



L'endoscope était placé contre l'espace, puis progressivement éloigné par l'intermédiaire de l'écarteur à racine nerveuse, celui-ci permettant de maintenir une distance stable et de caler l'endoscope. La hauteur de l'endoscope vis à vis des corps vertébraux était réglée en fonction de la vue de la cible que l'on souhaitait obtenir :

- i) Une vue large au départ afin d'apprécier l'importance de la résection osseuse et de correctement la centrer sur le plan sagittal médian ;
- ii) Une vue plus rapprochée au fur et à mesure de la progression de la décompression (en particulier lors du retrait du ligament longitudinal ventral).

Les corps vertébraux adjacents étaient fraisés dans le plan médian de part et d'autre du disque. L'avancement du fraisage dans l'os était surveillé étroitement par endoscopie, afin de distinguer les différentes textures osseuses et d'éviter les lésions iatrogènes de la moelle. Le disque était cureté au fur et à mesure de la progression de la décompression.

Commentaire [C1] : A supprimer : on a plutôt utilisé le matériel storz coudé : ici c'est le shaver de linvatec)

2) Dissection : critères et paramètres évalués

Après les manipulations, une dissection de la région cervicale ventrale a permis d'évaluer :

- i) La taille maximale des incisions cutanées, mesurée avec une réglette en millimètres ;
- ii) La qualité du repérage de l'unité vertébrale choisie et le centrage correct de l'incision sur l'espace intervertébral ;
- iii) La qualité de visualisation de la cible avec et sans endoscope, ainsi que la distance optique-cible mesurée grâce à l'écarteur à racine nerveuse avec une réglette en millimètres;
- iv) Les lésions des différentes formations anatomiques cervicales provoquées par l'abord ventral mini-invasif et les détériorations causées par les manipulations indirectes (organes refoulés) ou les écarteurs.

II) Résultats

A) Pièces anatomiques

Parmi les dix pièces anatomiques récupérées, deux ont dû être écartées pour mauvaise conservation et pour un abcès sur la région de manipulation. Huit pièces anatomiques ont donc servi aux manipulations (Tableau 2) : 4 chiens de petit format de moins de 15 kg (un caniche, un Yorkshire terrier, un Jack Russel terrier et un Lhasa Apso) et 4 chiens de grand format, compris entre 20 et 40 kg (un Berger Allemand, un Berger Belge Malinois, un Epagneul Breton et un croisé berger). Les chiens étaient composés de 3 mâles et 5 femelles. L'âge des animaux variait de 1 à 17 ans, avec 3 des chiens ayant plus de 10 ans. L'âge de deux des chiens n'a pas pu être retrouvé.

Sur chaque pièce anatomique, en fonction de leur taille, deux à trois espaces intervertébraux ont pu être testés. Un coussin placé sous l'encolure était parfois nécessaire pour dégager les espaces intervertébraux et faciliter leur accès. Ce coussin était surtout nécessaire pour dégager l'espace intervertébral C₂-C₃ sur les chiens de moins de 15 kg et sur le chien de 28 kg (cas n°3). Pour le cas n°8, le coussin a été placé de façon à dégager l'espace C₅-C₆. Le positionnement d'un coussin sous l'encolure a plutôt été nécessaire pour les chiens de petit format sous les espaces intervertébraux crâniens.

L'abord mini-invasif de la colonne vertébrale a été évalué sur les huit pièces, à raison de deux à trois unités vertébrales par pièces. Les décompressions jusqu'au canal médullaire n'ont été pratiquées que sur deux de ces pièces (cas n°7 et 8) et sur respectivement 3 et 2 unités vertébrales.

Tableau 2 : Résultats des critères évalués au cours de l'étude en fonction des cas

Cas	Chiens	Abords	Incision	Ecartement*	Lésions	Remarques
1	<i>Croisé caniche femelle de 4kg</i>	C ₄ – C ₅	33 mm	12 et 18 mm	/	Bon repérage et bonne visualisation du site ;
		C ₂ – C ₃	30 mm	12 et 18 mm		
2	<i>Epagneul breton mâle, 13 ans, 25 kg</i>	C ₂ – C ₃	30 mm	18 et 20 mm	/	Bon repérage, bonne visibilité, agrandissement de l'incision pour C ₃ -C ₄ ;
		C ₄ – C ₅	30 mm	18 et 20 mm		
		C ₃ – C ₄	30 mm	18 et 20 mm		
3	<i>Croisé berger femelle, 17 ans, 28 kg</i>	C ₃ – C ₄	24 mm ↓ 35 mm	20 mm	Passage à travers le muscle sterno-céphalique ;	Repérage difficile ; Incision de 24 mm insuffisante ;
		C ₅ – C ₆	35 mm	17 mm		
		C ₂ – C ₃	35 mm	20 mm		
4	<i>Lhasa apso femelle 16 ans, 8 kg</i>	C ₂ – C ₃	42 mm	15 mm	Artère thyroïdienne crâniale droite lésée, thyroïde droite proche ; Passage à travers les fibres du muscle sterno-céphalique	Bon repérage : cibles atteintes ; L'écarteur à racine nerveuse glisse en paravertébral entre 2 vertèbres ; Bien dégager C ₄ -C ₅ pour enlever le muscle long du cou de C ₅ ;
		C ₃ – C ₄	32 mm	15 mm		
		C ₅ – C ₆	27 mm ↓ 32 mm	15 mm		
5	<i>Malinois femelle, 30 kg</i>	C ₂ – C ₃	45 mm	16 mm ↓ 29 mm	Abord au contact trachée et thyroïde déviée à gauche avec la trachée ; Abord trop latéral : sur processus transverses	16 mm : trop étroit ; Bon repérage et bonne visualisation pour les deux sites ;
		C ₄ – C ₅	44 mm	30 mm		
6	<i>Berger allemand femelle, 8 ans, 40 kg</i>	C ₂ – C ₃	50 mm	25 mm	Abord caudal au larynx ; Pas de structure lésée dans les deux abords ;	Bon repérage et bonne visualisation pour les deux sites ;
		C ₄ – C ₅	50 mm	36 mm		
7	<i>Croisé Yorkshire 12 kg, 1 an</i>	C ₃ – C ₄	40 mm	25 mm	Tronc vago-carotidien refoulé à droite ; Vaisseaux thyroïdiens sous tension autour du champ opératoire ;	Bon repérage et bonne visualisation pour les trois sites ;
		C ₆ – C ₇	40 mm	25 mm		
		C ₂ – C ₃	30 mm	25 mm		

8	<i>Jack russel terrier, mâle, 12 kg, 4 ans</i>	C ₂ – C ₃	33 mm	25 mm	Abord en arrière de l'artère thyroïdienne crâniale, tronc vago-carotidien refoulé à droite ;	Bon repérage et bonne visualisation pour les 2 sites.
		C ₅ – C ₆	37 mm	25 mm	Incision à travers le muscle sterno-céphalique, tronc vago-carotidien repoussé à gauche.	

(*distance optique-cible)

B) Abords

1) Qualité du repérage des unités vertébrales

La localisation des espaces intervertébraux par palpation externe seule a été suffisante. L'incision pratiquée dans chaque cas, quelle que soit la race ou la taille, était centrée sur l'espace visé, à l'exception d'un cas (Tableau 2) : le cas n°3 dans lequel l'incision était légèrement décalée. L'élasticité de la peau a permis dans ce cas de faire glisser l'incision en face de l'espace intervertébral voulu. La pièce n°3 était un chien d'assez grande taille, pesant 28 kg : le glissement de peau était possible sur un chien de grande taille pour une incision légèrement décalée par rapport à l'objectif.

La palpation a permis la localisation des espaces intervertébraux et le centrage de l'incision sur un espace choisi. Il a aussi été possible de rectifier la position des incisions grâce à l'élasticité de la peau et en les prolongeant, ainsi que d'atteindre plusieurs espaces sur un chien de petite taille en faisant de même (cas n°4).

Commentaire [C2] : Lesquels ? cela n'apparaissait pas ds le tableau

2) Taille des incisions

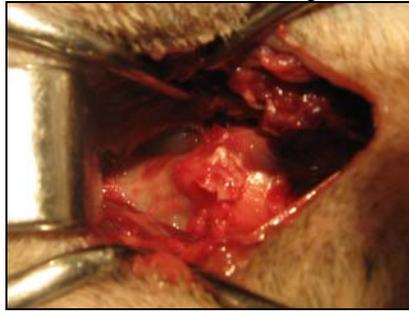
L'incision minimale permettant de travailler et de visualiser correctement l'unité vertébrale était de 30 mm sur les chiens de moins de 15 kg (Photographie 11). La plus grande incision pour un chien de petite taille était de 42 mm (Tableau 2).

En C₂-C₃, on retrouvait une taille de 30 mm pour deux chiens de petit format (cas n°1 et 7), voire 33 mm (cas n°8). Sur cet espace, on notait l'incision la plus longue, 42 mm, pour le cas n°4. Sur les espaces suivants, des incisions supérieures à 30 mm ont dû être pratiquées : 32 et 40 mm en C₃-C₄, 33 mm en C₄-C₅, 32 mm sur C₅-C₆, et 40 mm en C₆-C₇. L'incision de 27 mm d'abord pratiquée en C₅-C₆ sur la pièce n°4 était insuffisante, elle a été agrandie jusqu'à 32 mm. Sur cet abord, le muscle long du cou a été également largement disséqué : l'espace C₄-C₅ a été exposé pour dégager correctement le muscle long du cou sur C₅ et accéder à l'espace visé.

Pour les chiens de plus de 15 kg, l'incision la plus courte mesurait aussi 30 mm en C₂-C₃ (cas n°2). Sur cette unité vertébrale, on observait aussi des incisions de 45 et 50 mm (cas n°5 et 6). En C₃-C₄, l'incision de 24 mm sur la pièce n°3 était suffisante pour atteindre et voir la colonne vertébrale sans endoscope, cependant elle s'était révélée trop petite pour l'introduction du matériel endoscopique et la visualisation sans obstacle obstruant l'optique de la caméra. L'ouverture a dû être agrandie jusqu'à 35 mm : ce passage était suffisant et les lambeaux musculaires restants gênant la visualisation ont été retirés sous endoscopie.

L'incision cutanée de 30 mm pratiquée sur cet espace pour le cas n°2 était suffisante pour travailler et pour le passage de l'endoscope. En C₄-C₅, les incisions mesuraient 30, 44 et 50 mm, respectivement pour les cas n° 2, 5 et 6, les deux derniers étant des chiens de plus grand format (30 et 40 kg).

Photographie 11 : Visualisation sans endoscope de l'unité vertébrale visée



Les incisions cutanées devaient mesurer au minimum 30 mm pour travailler sur l'unité vertébrale avec le matériel endoscopique. Les incisions mesuraient toutes une longueur inférieure à l'ouverture conventionnelle (du larynx au manubrium sternal), et ne s'étendaient que sur une unité vertébrale.

3) Qualité de la visualisation

La qualité de la visualisation des espaces intervertébraux par endoscopie était aussi bonne que lors d'un abord conventionnel pour tous les cas testés (Tableau 2).

La bonne qualité de visualisation endoscopique des unités vertébrales dépendait de la hauteur de l'optique de la caméra par rapport à l'espace intervertébral. L'écartement variait entre 12 et 36 mm.

Sur l'unité vertébrale C₂-C₃, la distance variait de 12 à 25 mm sur les pièces anatomiques de petit format et de 16 à 29 mm sur les plus grandes pièces, pour des ouvertures cutanées de 30 à 50 mm. La distance pouvait être modifiée au cours de l'abord :

i) Cas n°1 (moins de 15 kg) : la distance était réglée entre 12 et 18 mm, avec une bonne visualisation de la cible pour ces deux mesures sur une ouverture cutanée minimale de 30 mm ;

ii) Cas n°5 (Malinois 30 kg) : l'optique était situé dans un premier temps à 16 mm de la colonne vertébrale, mais cette distance ne donnait qu'une vue étroite de l'unité vertébrale (disque intervertébral et corps vertébraux adjacents). L'écartement a été augmenté jusqu'à 29 mm pour obtenir une vue d'ensemble satisfaisante du site, sur une incision cutanée de 45 mm.

Des écartements semblables, de 15 à 25 mm, ont été observés pour les espaces intervertébraux C₃-C₄, C₅-C₆ et C₆-C₇, pour tous les formats testés, sur des incisions de même longueur (cas n°2, 3, 4, 7 et 8).

Sur l'unité vertébrale C₄-C₅, on observait des écartements de même ordre, de 12 à 18 mm sur une pièce de 4 kg (cas n°1) et de 18 à 20 mm sur un chien de grand format. On constatait aussi un écartement plus important sur les deux plus grands chiens testés :

i) Cas n°5 (Malinois 30 kg) : la distance mesurait 30 mm sur une incision cutanée de 44 mm ;

ii) Cas n°6 (Berger allemand 40 kg) : un écartement de 36 mm pour une incision de 50 mm.

L'écartement le plus utilisé pour une bonne visualisation du site était d'une vingtaine de millimètres, et pouvait être augmenté pour une meilleure vue de l'ensemble suivant la taille de l'incision cutanée.

4) Risque lésionnel

La trachée, l'œsophage et le nerf laryngé caudal des pièces anatomiques n'ont présenté aucune lésion due à l'abord ou aux écarteurs.

Sur les abords crâniens, C₂-C₃, une lésion de l'artère thyroïdienne crâniale droite a été constatée sur la pièce anatomique n°4. Pour les autres pièces (cas n°3, 5, 7 et 8), l'abord passait près de l'artère et de la thyroïde droite. L'incision passait en arrière de l'artère sur la pièce n°8, et la thyroïde a dû être repoussée à gauche de l'ouverture à l'aide d'un écarteur afin de l'éviter. Les vaisseaux thyroïdiens ont aussi été repoussés de l'ouverture sur le chien n°8 mais les écarteurs exerçaient des tensions sur les vaisseaux de chaque côté du champ opératoire.

L'abord de C₄-C₅ sur la pièce n°5 était plus latéral que les autres abords pratiqués. Cet abord a abouti aux processus transverses droits des vertèbres : l'artère vertébrale et les nerfs spinaux n'ont cependant pas été touchés.

Les abords crâniens à C₅-C₆, passaient entre les muscles sterno-céphalique et sterno-hyoïdien, à proximité du tronc vago-carotidien (cas n°3, 4, 7 et 8) et de la veine jugulaire externe (Tableau 2) : ces éléments n'ont pas été lésés au cours des manipulations. Le tronc vago-carotidien a été repoussé du champ de l'abord, à droite (cas n°8) ou à gauche (cas n°7) selon la position de l'ouverture et les tensions appliquées au tronc d'un côté ou de l'autre par les écarteurs. Aucune lésion sur le tronc vago-sympathique et l'artère carotide n'a été constatée.

L'abord de C₅-C₆, contrairement aux précédents, traversait les fibres musculaires du sterno-céphalique sur les trois cas testés (n°3, 4 et 8), indépendamment de leur taille. Il a été aussi remarqué pour cet abord sur la pièce n°4, un chien de petite taille, que l'écarteur à racine nerveuse de l'endoscope glissait sur le corps vertébral de C₅ et aboutissait dans l'espace intervertébral paravertébral gauche, au niveau de l'émergence du nerf spinal.

C) Qualité de la décompression

La décompression a été testée sur 2 pièces, les cas n°7 et 8 (Tableau 2). Les appréciations sont rapportées. Les manipulations ont été réalisées sur les espaces intervertébraux C₂-C₃ sur les deux pièces, C₃-C₄ et C₆-C₇ sur la pièce n°7 et C₅-C₆ sur la pièce n°8.

Pour les deux essais, la visualisation était bonne et la décompression a pu être effectuée. L'optique de la caméra endoscopique a été rapproché au fur et à mesure de l'avancement du forage des corps vertébraux : l'écartement au début de la manipulation était de 25 mm puis la caméra a été placée au contact de la corpectomie lors du fraisage de la corticale interne. Les corps vertébraux adjacents ont pu être fraisés chacun sur 4 mm de long. Les sinus veineux ont été touchés dans 2 cas. Ces lésions étaient liées au positionnement de l'endoscope : la fraise étant dirigée par le canal opérateur, un mauvais positionnement initial du tube opératoire décentrait le fraisage et pouvait conduire à la lésion des sinus veineux. Il était donc important de maintenir le tube dans le plan médian du corps vertébral et d'effectuer le forage dans un plan perpendiculaire à la colonne vertébrale.

TROISIEME PARTIE : DISCUSSION

I) Adaptation de l'endoscopie à la colonne vertébrale du chien

La chirurgie mini-invasive vidéo-assistée de la colonne vertébrale a été développée chez l'Homme pour permettre un trajet chirurgical moins traumatisant tout en gardant l'exposition adéquate de la cible. Cette approche présente l'intérêt d'être moins douloureuse et de permettre une récupération et une reprise d'activité plus rapide, par rapport aux techniques conventionnelles.

A) Intérêt de l'endoscopie

La médecine vétérinaire adopte déjà l'utilisation du microscope opératoire lors des décompressions de la colonne vertébrale (HAUDIQUET [22]), afin de pratiquer un abord provoquant un minimum de lésions iatrogènes grâce à une meilleure visualisation du site.

L'endoscopie présente les mêmes intérêts que le microscope opératoire : une meilleure visualisation du site et des gestes chirurgicaux par illumination et grossissement de la zone. L'endoscopie possède aussi d'autres avantages par rapport au microscope. L'endoscope illumine mieux la zone, car l'optique et la source lumineuse sont plus proches du foyer opératoire. Cette proximité évite l'obstruction de la vue par les instruments et les mains du chirurgien. Parallèlement, l'endoscope ne permet pas de manipuler plusieurs instruments simultanément sur le site. L'opérateur ne peut utiliser qu'un seul instrument à la fois, une main étant dévolue au maniement de l'appareillage et le canal endoscopique ne permettant le passage que d'un seul instrument. Cependant, les instruments endoscopiques humains comme celui utilisé au cours notre travail peuvent combiner aspiration, réclinaison de la racine nerveuse (écarteur à racine nerveuse) et passage d'un instrument. Le microscope laisse les deux mains libres pour manipuler les instruments, mais il n'autorise la visualisation que d'une zone très délimitée, et chaque mouvement de l'appareil nécessite de nombreux réajustements. L'endoscope étant plus mobile, il permet de balayer une zone plus importante et ne réclame pas de mise au point [21 ;51].

La chirurgie mini-invasive est permise grâce à une aide optique. Une illumination et un grossissement suffisants sont nécessaires pour illuminer et visualiser la cible chirurgicale à travers de petites incisions cutanées. L'opération était donc assistée par vidéo-endoscopie.

B) Expériences antérieures chez le chien

Le but de notre travail était d'adapter le matériel endoscopique humain et les méthodes pratiquées à l'abord et la décompression du canal vertébral cervical chez le chien. Quelques essais ont déjà été réalisés dans le même objectif, sur la décompression de la colonne vertébrale lombo-sacrée et thoracique dans des études récentes.

L'étude de WOOD *et al.* [52] a présenté des foraminotomies assistées par endoscopie sur des sténoses dégénératives lombo-sacrées (L₇-S₁) chez le chien. La technique habituelle de décompression sur cette maladie est délabrante pour les tissus mous (muscles para-vertébraux

et ligament intervertébral) et osseux (faces articulaires), pouvant provoquer une instabilité de la colonne vertébrale, augmentant ainsi la morbidité des sujets atteints. Le but de l'étude était d'augmenter la visualisation per-opératoire de la sténose foraminale du chien et de diminuer les pertes de substances conduisant à l'instabilité.

Des techniques progressivement moins invasives ont été recherchées à la fois en médecine humaine et vétérinaire pour pallier ce risque. La faisabilité de cette technique de foraminotomie avait déjà été testée sur des cadavres humains dans la littérature humaine. Cependant ces tests ne permettaient pas d'étudier l'évolution post-opératoire et ne donnaient pas d'analyse quantitative sur les résultats : WOOD *et al.* [52] se proposaient aussi de déterminer dans leur étude les effets post-opératoires de la technique assistée par endoscopie en plus de sa faisabilité chez le chien. Ils ne considéraient pas la méthode testée comme une intervention mini-invasive proprement dite, bien qu'étant bénéfique sur la sténose, mais comme une intervention additive à la laminectomie et la discectomie. Il s'agissait pour eux de diminuer la perte de substance osseuse lors de la foraminotomie, pour réduire l'instabilité et le risque de fracture des facettes articulaires des vertèbres [52].

GABANO [21] a présenté des essais de décompression vidéo-assistée de hernies discales thoraco-lombaires du chien. La technique utilisée était la décompression par corpectomie latérale, après un entraînement sur des pièces anatomiques. L'espace intervertébral atteint était repéré par palpation, à partir de la dernière côte et des processus épineux depuis L₆-L₇. L'opérateur procédait ensuite de cette manière : il incisait la peau et le fascia thoraco-lombaire, maintenait l'ouverture avec des speculi et introduisait seulement à ce moment l'endoscope ; les muscles ilio-costal et juxta-vertébraux, masquant l'espace intervertébral étaient disséqués sous endoscopie puis la décompression effectuée. Notre étude employait la même technique d'abord de la colonne vertébrale : notre dissection atteignait aussi les muscles juxta-vertébraux, et l'endoscope était aussi introduit à cet instant ; cependant nous avons préalablement retiré une partie du muscle long du cou sans endoscopie ainsi que le tubercule ventral du corps vertébral.

Le matériel endoscopique utilisé par GABANO [21] était adaptable sur des chiens de tout format, petit ou grand. La décompression médullaire était satisfaisante, alliant un déficit esthétique mineur (incisions mesurant 20 mm), une absence de lésion iatrogène et des saignements minimes. Après l'opération, l'auteur constatait une faible morbidité et une durée d'hospitalisation réduite. A l'instar de WOOD *et al.* [52], l'auteur étudiait l'intérêt per-opératoire de l'assistance vidéo-endoscopique, mais aussi les conséquences post-opératoires pour déterminer la validité de la technique.

C) Les limites de l'endoscopie

L'emploi de l'endoscopie en chirurgie de décompression du canal vertébral nécessite une formation et l'expérience de la chirurgie et du maniement des instruments sous endoscopie. Cette expérience exige un apprentissage long, afin d'atteindre une technicité suffisante du geste sous endoscopie. En effet, l'opérateur doit apprendre à coordonner ses gestes, s'habituer à une vision indirecte et bidimensionnelle du site opératoire et à l'impossibilité de toucher et de manipuler les structures directement. Il faut réapprendre la chirurgie en développant le sens de la profondeur de champ et du toucher par l'intermédiaire des instruments [16 ;21]. Ces contraintes sont les mêmes qu'en chirurgie humaine, en particulier concernant l'abord antérieur [51 ;52 ;53].

Les premières interventions sur animal vivant sont, par conséquent, aussi longues en durée que les opérations classiques. L'apprentissage sur des pièces anatomiques est un bon moyen

de se familiariser avec la technique et le maniement du matériel. L'accès à des formations humaines est aussi une possibilité d'apprentissage. Il est aussi possible d'acquérir petit à petit la nouvelle technique, en débutant avec un abord conventionnel puis en le réduisant progressivement [16 ;21].

De plus, les instruments chirurgicaux doivent être suffisamment longs pour traverser la distance entre la peau et la cible. L'un des objectifs majeurs pour le futur, est le développement et l'amélioration des instruments et des implants, tenant compte des manipulations per-opératoires de la moelle épinière [32].

Le coût du matériel est un autre facteur limitant le développement de la chirurgie mini-invasive de la colonne vertébrale du chien. Le matériel endoscopique en général coûte cher et devient vite obsolète. Les vétérinaires se tournent plutôt vers le matériel d'occasion, issu de la médecine humaine. De plus, les instruments endoscopiques sont réutilisables en plusieurs occasions d'indications différentes : WOOD *et al.* [52] affirmaient n'avoir besoin que de peu d'instruments en supplément du matériel d'arthroscopie.

II) Le risque lésionnel

Les abords mini-invasifs chez l'Homme ont été développés dans l'intention de limiter le traumatisme tissulaire.

La phase importante de la chirurgie mini-invasive du rachis de l'Homme est la rétraction des vaisseaux sanguins paravertébraux. La topographie et la volumétrie de la cible sont déterminées avant la chirurgie par imagerie médicale. La technique mini-invasive ne permet pas une exposition complète et une mobilisation aisée des vaisseaux, ce qui augmente le risque de lésions indirectes des branches vasculaires [32].

A) Choix de la voie d'abord

La voie d'abord choisie lors de notre travail est cervicale ventrale :

i) La corpectomie ventrale est indiquée pour de nombreuses affections discales ;

ii) L'abord ventral de la colonne vertébrale est moins délabrant que l'abord dorsal puisqu'il suit les plans de clivages naturels. La région dorsale est en effet constituée principalement de muscles puissants se recouvrant les uns les autres : plus encombrants à repousser du champ opératoire, leur élévation sous-périostée provoque de nombreuses micro-hémorragies et peut gêner la visualisation par endoscopie de la cible. Le décollement des masses musculaires est aussi source de douleurs en post-opératoire. La région ventrale est donc plus intéressante et plus facile d'accès car moins musculeuse.

La région cervicale ventrale contient cependant toutes des formations viscérales et vasculo-nerveuses majeures: le risque de lésion iatrogène est donc plus élevé. Ce risque est d'autant plus important que l'abord est de petite taille, qu'il ne permet de voir que la zone de l'espace intervertébral à opérer. Les écarteurs placés sur une courte incision peuvent aussi occasionner des lésions pour les mêmes raisons.

B) Les lésions provoquées par l'abord

Lors de l'abord le plus crânial, C₂-C₃, l'artère thyroïdienne crâniale a été sectionnée sur un chien de petite taille (cas n°4). Le même abord sur les autres chiens de toute taille passait à proximité de l'artère mais ne touchait pas le vaisseau. Cependant, le positionnement des écarteurs obligeait parfois à manipuler la thyroïde et les vaisseaux thyroïdiens ; ceux-ci étaient alors maintenus sous tension de part et d'autre du champ opératoire (cas n°8). Les lésions par les écarteurs étaient possibles sur ces éléments.

Aucune lésion n'a été notée pour les abords de C₃-C₄ et C₄-C₅. Par contre, des difficultés ont été rencontrées pour les abords plus caudaux. Lors de l'abord de C₅-C₆, les fibres du muscle sterno-céphalique ont été traversées dans chaque cas. La lésion était expliquée par la position paramédiane de l'incision du côté droit de l'encolure et l'orientation latéro-médiale de l'extrémité caudale du muscle. La traversée des fibres musculaires pourrait être évitée en positionnant l'ouverture plus médialement. Mais cela rapprocherait l'incision de la trachée et du nerf laryngé caudal. La lésion du muscle n'était pas un problème gênant et pouvait être réparée par suture lors de la fermeture de l'abord.

L'incision pratiquée durant notre travail longeait la trachée, repoussée à gauche : l'ouverture était paramédiane droite. L'abord passait entre les muscles sterno-céphalique et sterno-hyoïdien à droite. De ce fait, le nerf vague, le connectif cervical, l'artère carotide, la veine jugulaire externe et la trachée, longée du nerf laryngé caudal, suivaient de part et d'autre l'incision. Aucun de ces éléments n'a été touché par les instruments chirurgicaux ou endoscopiques. Ils ont été repoussés par des écarteurs de Gelpi pour éviter des lésions directes par les instruments ; cependant les écarteurs eux-mêmes pouvaient provoquer des lésions en étirant ou blessant les formations décrites. Aucun dégât de ce type n'a été constaté sur les différents cas testés (Tableau 2). De même, la trachée et l'œsophage repoussés par les écarteurs n'ont pas présenté de lésions, quel que soit le format de la pièce anatomique.

L'abord mini-invasif s'est révélé peu délabrant sur toutes les pièces anatomiques de formats différents évaluées dans notre étude, malgré la diminution du champ de vision opératoire dans une région anatomique riche en formations vasculo-nerveuses.

C) Les lésions provoquées par la décompression

La décompression du canal vertébral, pour l'abord de la moelle, a suivi les mêmes étapes que l'abord conventionnel et a nécessité la même vigilance. L'entrée dans le canal vertébral a en particulier été le moment clé du geste de décompression, l'opérateur pouvant à ce moment provoquer des lésions irréversibles de la moelle épinière.

Sur les cinq sites de décompression évalués dans l'étude, la visualisation du fraisage sous endoscopie a permis d'éviter une entrée brusque dans le canal. En effet, l'endoscope a permis de suivre au plus près l'avancement du fraisage de l'os vertébral et de visualiser les différentes textures du tissu osseux : au niveau de l'os cortical interne, le fraisage s'effectuait plus lentement en raison de la proximité du canal. Le curetage du disque intervertébral et l'ablation du ligament longitudinal ventral ont pu être réalisés avec une meilleure précision grâce au grossissement de la vidéo-endoscopie. La moelle épinière a toujours pu être parfaitement visualisée (beaucoup mieux qu'au cours d'un abord conventionnel) au cours de ce temps opératoire et n'a jamais été endommagée.

En dépit de ces précautions, les sinus veineux ont été atteints sur deux des cinq sites. Les hémorragies des plexus veineux surviennent occasionnellement lors d'un abord conventionnel en particulier lorsque l'entrée dans le canal s'effectue trop latéralement. Lors de hernie discale, le matériel discal faisant protusion dans le canal adhère par ailleurs souvent aux sinus veineux, augmentant le risque de lésions iatrogènes et d'hémorragies. WOOD *et al.* [52] et GABANOU [21] rapportaient également des lésions des sinus veineux en régions lombosacrée et lombaire en dépit du contrôle vidéo-endoscopique. En région cervicale les lésions des sinus veineux pouvaient être évitées en centrant l'endoscope sur le plan médian du corps vertébral et en maintenant le fraisage dans un plan perpendiculaire à celui du corps vertébral. Dans les deux cas où les sinus ont été lésés, la corpectomie était décentrée par rapport au plan sagittal médian.

III) Qualité de la visualisation du geste de décompression

L'endoscope n'était utilisé qu'une fois la colonne vertébrale cervicale exposée. L'abord de la colonne vertébrale était effectué sans endoscope. Le matériel endoscopique n'était introduit que lorsque les corps vertébraux étaient mis à nu par la dissection de l'abord.

A) Positionnement

La visualisation dépendait de l'écartement de la caméra par rapport à la cible opératoire. Cet écartement était maintenu grâce à l'écarteur à racine nerveuse dont l'extrémité était posée sur le bord ventro-latéral du disque ou d'un corps vertébral. La distance réglée au départ variait de 12 à 36 mm suivant les chiens et les incisions. Les écartements les plus grands ont été relevés pour les pièces de grand format (cas n°6 et 7, Tableau 2), sur les incisions les plus grandes (45 et 50 mm). L'éloignement de la caméra du site opératoire, quelque soit le format du chien ou l'espace visé, permettait d'obtenir une vue d'ensemble et d'identifier les différentes parties du site : les corps vertébraux adjacents divisés dans leur plan médian par la crête ventrale, l'anneau fibreux du disque intervertébral surmonté par le tubercule ventral de la vertèbre précédente. Un champ de vision large permettait de s'assurer que la fenêtre osseuse était correctement centrée sur l'espace choisi.

Lors de la phase de forage, l'optique de la caméra a été rapproché au fur et à mesure de l'avancement de la fraise, jusqu'à être presque au contact de l'os du corps vertébral ventral ou du bord ventro-latéral du disque pendant le fraisage de la corticale dorsale.

B) Qualité de visualisation

La visualisation du site opératoire était de bonne qualité pour les huit cas testés (Tableau 2). Dès que le site était correctement dégagé, le matériel endoscopique humain utilisé s'est révélé adaptable au chien.

C) Qualité des manipulations

Parallèlement à la bonne visualisation du site, la manipulation du matériel endoscopique s'est révélée aisée pendant les gestes de décompression. Le matériel endoscopique humain développé par le Dr Destandeu s'est montré bien adapté aux différents formats des pièces anatomiques, bien qu'un peu encombrant sur les plus petits formats (cas n°1).

L'utilisation des instruments sous endoscopie a été facilitée par :

i) La mobilité du tube opératoire que l'on pouvait orienter en fonction des besoins d'avant en arrière, facilitant ainsi le geste de décompression lors du fraisage ;

ii) La possibilité de régler le recul de l'optique et donc l'étendue du champ de vision ;

iii) La conception du tube opératoire permettant de travailler en triangulation tout en maintenant une aspiration continue. Les instruments étaient ainsi dirigés directement sous l'objectif de la caméra et leur champ d'action délimité par ce canal restait dans celui de vision de la caméra. De plus, la caméra et l'aspiration étant conduits dans des canaux séparés de celui des instruments, les lésions de l'optique par ceux-ci étaient peu fréquentes. L'aspiration pouvait être utilisée simultanément à la fraise et évacuer ainsi, en même temps que l'avancement du forage, les débris obstruant la visualisation de l'opération.

La conformation de l'endoscope apportait ainsi une contribution non négligeable à la bonne visualisation du geste chirurgical de décompression ventrale de la colonne vertébrale.

IV) Qualité du repérage

La difficulté dans l'étude était de pratiquer un abord de petite taille situé en regard de l'espace intervertébral choisi. Le repérage était donc fondamental pour réaliser une incision restreinte donnant un accès direct à la cible. En médecine humaine, la localisation de la voie d'entrée se réalise sous contrôle fluoroscopique [32]. Cette technique étant rarement accessible en médecine vétérinaire, nous avons choisi de nous en dispenser.

Le repérage de l'unité vertébrale choisie était effectué dans un premier temps approximativement : l'espace intervertébral le plus crânial, C₂-C₃, se situant crânialement au larynx, C₃-C₄ en regard du larynx, C₄ à C₆ entre le larynx et le sternum et C₆-C₇ crânialement au sternum. Un repérage plus précis était ensuite effectué par la palpation au travers de la peau des processus transverses des vertèbres cervicales, à partir des ailes de l'atlas ou des processus transverses de C₆, puis à partir des crêtes vertébrales ventrales en commençant par l'axis. Le refoulement de la trachée vers la gauche de l'animal a facilité cette palpation en dégageant la face ventrale des corps vertébraux.

Il n'y a eu aucun problème de localisation des espaces visés. Tous les espaces ont pu être localisés, de C₂-C₃ à C₆-C₇, sur les chiens de petit et grand format. Les incisions étaient, pour chaque cas, centrées sur la cible désirée. Il a été constaté pour un cas, un chien de grand format (cas n°3, Tableau 2), que l'abord était bien situé dans la région de l'espace choisi mais légèrement décalé par rapport à cet espace, ne permettant pas un accès direct avec l'endoscope. Le problème a été résolu par une simple rétraction de la peau en regard de la cible.

La taille des incisions cutanées n'était pas limitée par la localisation des espaces intervertébraux, le repérage étant exact dans chaque cas et l'élasticité de la peau permettant de rectifier la position au besoin, mais par l'encombrement du matériel endoscopique et la dissection nécessaire à la bonne visualisation de la cible, quelle que soit la taille des pièces anatomiques. Les incisions trop courtes, de moins d'une trentaine de millimètres (en C₃-C₄ et

C₅-C₆ sur les cas n°3 et 4, Tableau 2) ont dû être agrandies car trop étroites pour permettre le passage du tube opératoire. Des abords de 30 mm pour les plus petits formats à 50 mm pour les pièces plus imposantes ont permis le passage de l'endoscope sans obstacle sur l'objectif de la caméra. Ils ont toujours été de dimensions inférieures à celles de l'incision conventionnelle qui s'étend du larynx au manubrium sternal.

L'étude de GABANOU [21] rapporte des tailles d'abords des vertèbres thoraco-lombaires inférieures à celles de notre étude en région cervicale, de 20 mm de longueur. Cette taille d'ouverture permet à l'auteur de travailler correctement sur le disque intervertébral sous assistance vidéo. Les difficultés de l'auteur à visualiser la moelle épinière ou le matériel hernié dans une autre position que ventrale n'était pas due à la taille de l'incision, mais à la technique de corpectomie latérale elle-même.

CONCLUSION

Les disques intervertébraux des chiens peuvent subir des dégénérescences de deux types, chondroïde ou fibreuse, la première étant la plus fréquente, en particulier chez les chiens de petite taille. En région cervicale, le matériel hernié engendre un tableau clinique de gravité variable allant d'une cervicalgie parfois associée à une boiterie à une tétraparésie ou tétraplégie. La décompression chirurgicale de la colonne vertébrale s'effectue le plus souvent par abord ventral.

En médecine humaine, des techniques mini-invasives de décompression ont été développées sous contrôle endoscopique. Ces techniques ont été mises au point dans un but de moindre traumatisme des tissus mous et osseux.

Une technique de décompression vidéo-assistée par abord mini-invasif ventral de la colonne cervicale a été mise au point et évaluée dans cette étude, sur 8 pièces anatomiques de chiens de tout format et de toutes races. Ce travail a montré qu'il était possible d'utiliser dans cette application le matériel endoscopique initialement développé par le Dr Destandeu pour la réalisation de discectomies vidéo-assistées en région lombaire. La technique développée a permis une bonne visualisation du site opératoire et une décompression d'aussi bonne qualité que celle effectuée par abord conventionnel. Le risque lésionnel n'a pas semblé supérieur à celui de la corpectomie conventionnelle. Cette technique doit cependant être validée par des essais cliniques avant d'en envisager la diffusion.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDERSON WD, ANDERSON BG. Neck. *In : Atlas of canine anatomy*. Malvern : Lea et Febiger, 1994, 354-410.
2. BARONE R. Artères. *In : Angiologie*. 4^{ème} ed. Paris : Vigot, 1996,135-229.
3. BARONE R. Système lymphatique. *In : Angiologie*. 4^{ème} ed. Paris : Vigot, 1996, 724-832.
4. BARONE R. Veines. *In : Angiologie*. 4^{ème} ed. Paris : Vigot, 1996, 459-491.
5. BARONE R. Colonne vertébrale. *In : Ostéologie*. 4^{ème} ed. Paris : Vigot, 1999, 333-355.
6. BARONE R. Articulations de la colonne vertébrale. *In : Arthrologie et myologie*. 4^{ème} ed. Paris : Vigot, 2000, 53-73.
7. BARONE R. Muscles du cou. *In : Arthrologie et myologie*. 4^{ème} ed. Paris : Vigot, 2000, 523-589.
8. BOJRAB MJ. Os et articulations. *In : Techniques actuelles de chirurgie des petits animaux*. Philadelphia : Vigot, 1978, 167-174.
9. BOUCHARD S, GUILBAUD L, CADORE JL. La laparoscopie chez le chien : réalisation, technique, iconographie anatomique et perspectives d'avenir. *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 1999, **34**, 487-497.
10. BRAY JP, BURBIDGE HM. The canine intervertebral disk; Part 2: degenerative changes non chondrodystrophoid versus chondrodystrophoid disks. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 1998, **34**, 135-144.
11. BREARLEY MJ, COOPER JE, SULLIVAN M. The endoscope – practical considerations. *In : A colour atlas of small animal endoscopy*. London : Wolf publishing Ltd, 1991, 11-17.
12. CHAMNESS CJ. Endoscopic instrumentation. *In: TAMS TR, editors. Small animal endoscopy*. 2nd ed. St Louis : Mosby, 1999, 1-15.
13. COULON J. Hernie discale chez un chien. Traitement par fenestration et curetage des disques intervertébraux. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 1975, **126**, 731-736.
14. CUDIA SP, DUVAL JM. Thoracolumbar intervertebral disk disease in large, non chondrodystrophic dogs : a retrospective study. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 1997, **33**, 456-460.
15. DENNY HR. The skull and spine. *In: A guide to canine and feline orthopaedic surgery*. 3rd ed. Oxford : Blackwell Scientific Publications, 1993, 111-153.
16. DUPRE G. Laparoscopie et thoracoscopie en chirurgie des petits animaux. *Editions Techniques*, 2001, n°1600, 13p.

17. FELTS JF, PRATA RG. Cervical disk disease in the dog: intraforaminal ant lateral extrusions. *JAAHA*, 1983, **19**, 755-760.
18. FITCH RB, KERWIN SC, HOSGOOD G. Caudal cervical intervertebral disk disease in the small dog: role of distraction and stabilization in ventral slot decompression. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 2000, **36**, 68-74.
19. FREEMAN LJ. Principles of endosurgery. In : *Veterinary endosurgery*. St Louis : Mosby, 1999, 3-101.
20. FRY TR, JOHNSON AL, HUNGERFORD L, TOOMBS J. Surgical treatment of cervical disc herniations in ambulatory dogs. Ventral decompression vs. fenestration, 111 cases (1980-1988). *Progress in Veterinary Neurology*, 1991, **2**, 165-173.
21. GABANOU PA. *Traitement des hernies discales chroniques thoracolombaires chez le chien par corpectomie latérale vidéo-assistée. Mise au point de la technique mini-invasive et description des premiers cas cliniques*. Thèse Méd. Vét., ENVL, 2004, n°51, 110p.
22. HAUDIQUET P. Traitement d'une hernie discale cervicale chez un chien sous microscope opératoire. *Le Point Vétérinaire*, 1997, **28**, 1393-1398.
23. HAUDIQUET P. La foraminotomie étendue dans le traitement chirurgical des hernies discales thoracolombaires : étude rétrospective de 46 cas. *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 1998, **33**, 469-481.
24. JANSSENS LAA. Canine cervical disc disease : a review. *European Journal of Companion Animal Practice*, 1993, **3**, 43-49.
25. JEFFERY ND. Anatomy. In: *Handbook of small animal spinal surgery*. London : WB Saunders Company Ltd, 1995, 9-23.
26. JEFFERY ND. Cervical spinal surgery. In: *Handbook of small animal spinal surgery*. London : WB Saunders Company Ltd, 1995, 148-155.
27. LECOEUR C, BECK A. Intérêts et applications de la laparoscopie. *Le Point Vétérinaire*, 2003, **34**, 12-13.
28. LECOINDRE P, CADORE JL. Le matériel d'endoscopie. In : *Manuel d'endoscopie vétérinaire*. Lyon : Editions du Fleuve, 1992, 15-41.
29. LEMARIE RJ, KERWIN SC, PARTINGTON BP, HOSGOOD G. Vertebral subluxation following ventral cervical decompression in the dog. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 2000, **36**, 348-357.
30. LIPSITZ D, BAILEY CS. Lateral approach for cervical spinal cord decompression. *Progress in Veterinary Neurology*, 1992, **3**, 39-44.
31. LIPSITZ D, BAILEY CS. Clinical use of the lateral cervical approach for cervical spinal cord and nerve root disease: 8 cases. *Progress in Veterinary Neurology*, 1995, **6**, 76-80.

32. MACIAS C, McKEE WM, MAY C. Thoracolumbar disc disease in large dogs: a study of 99 cases. *Journal of Small Animal Practice*, 2002, **43**, 439-446.
33. MAYER HM. Minimally invasive spine surgery. *In: Minimally invasive spine surgery*. Berlin Heidelberg : Springer Verlag, 2006, 3-7.
34. MIMRAN RI, HENN JS. Minimally invasive lumbar decompression. *In: MAYER HM, editors. Minimally invasive spine surgery*. Berlin Heidelberg : Springer Verlag, 2006, 231-237.
35. PIERMATTEI DL, JOHNSON KA. The vertebral column. *In: An atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat*. 3th ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1993, 48-72.
36. PLATT SR, ABRAMSON CJ, GAROSI LS. Administering corticosteroids in neurologic diseases. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 2005, **27**, 210-214.
37. RICHTER EO, ULM AJ, PEACE DA, HENN JS. Percutaneous and endoscopic discectomy. *In: MAYER HM, editors. Minimally invasive spine surgery*. Berlin Heidelberg : Springer Verlag, 2006, 219-225.
38. ROSSMEISL JH, LANZ OI, INZANA KD, BERGMAN RL. A modified lateral approach to the canine cervical spine: procedural description and clinical application in 16 dogs with a lateralized compressive myelopathy or radiculopathy. *Veterinary Surgery*, 2005, **34**, 436-444.
39. RUBERTE J, SAUTET J. Tête et cou. *In: Atlas d'anatomie du chien et du chat*. Barcelone : Multimédia, 1995, 88-95.
40. RUSSEL SW, GRIFFITHS RC. Recurrence of cervical disc syndrome in surgically and conservatively treated dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1968, **153**, 1412-1417.
41. SARINGER WE. Anterior cervical foraminotomy (microsurgical and endoscopic). *In: MAYER HM, editors. Minimally invasive spine surgery*. Berlin Heidelberg : Springer Verlag, 2006, 82-91.
42. SAURET J. *Guide de dissection de mammifères domestiques. Région de l'encolure et du thorax*. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité d'anatomie des animaux domestiques. 1988, 109p.
43. SEIM HB, PRATA RG. Ventral decompression for the treatment of cervical disk disease in the dog: a review of 54 cases. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 1982, **18**, 233-240.
44. SHARP NJH, WHEELER SJ. Cervical disc disease. *In: Small animal spinal disorders. Diagnosis and surgery*. 2nd ed. Edinburgh : Mosby, 2005, 96-100.

45. SHARP NJH, WHEELER SJ. Functional anatomy. *In : Small animal spinal disorders. Diagnosis and surgery.* 2nd ed. Edinburgh : Mosby, 2005, 11-17.
46. SMITH BA, HOSGOOD G, KERWIN SC. Ventral slot decompression for cervical intervertebral disc disease in 112 dogs. *Australian Veterinary Practitioner*, 1997, **27**, 58-64.
47. SOYER C. Cervical disc herniation in dogs. *Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 1999, **34**, 105-119.
48. STASI K, MELENDEZ L. Care and cleaning of the endoscope. *Veterinary Clinics of North America*, 2001, **31**, 589-604.
49. THIELE S, KELCH G, FRANK KG. Endoscopy of body cavities and minimal invasive surgery in dogs – survey article. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, 1996, **109**, 288-291.
50. TOMLINSON J, SCHWINK KL. Surgical approaches to the spine. *In: SLATTER D*, editors. *Textbook of small animal surgery.* 2nd ed. Philadelphia : WB Saunders Company, 1993, 1038-1042.
51. TROUILLET JL. Traitement chirurgical des hernies discales cervicales. *Editions Techniques*, 1997, 7 p.
52. WOOD BC, LANZ OI, JONES JC, SHIRES PK. Endoscopic-assisted lumbosacral foraminotomy in the dog. *Veterinary Surgery*, 2004, **33**, 221-231.
53. YOUNG PH, YOUNG JP, YOUNG JC. Microsurgical posterior approaches to the cervical spine. *In: MAYER HM*, editors. *Small animal endoscopy.* Berlin Heidelberg : Springer Verlag, 2006, 10
54. ZHANG H, KIM DH. A **LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES**  I, editors. *Minimally invasive spine surgery.* Berlin Heidelberg : Springer Verlag, 2006, 150- 156.