

Mémoire rédigé en vue de l'obtention du DIE d'ostéopathie vétérinaire
Oniris Nantes 2021

**Apport de l'ostéopathie dans la prise en charge de la
syringomyélie associée à une malformation de type Chiari
chez le Cavalier King Charles
Réflexion autour des axes méningé et médullaire**

Etude bibliographique



DV Julien MERIDJEN

Sous la direction du DV Patricia LAFOUGE

REMERCIEMENTS

Merci à tous les « barrés 2016-2019 » pour ces 3 années d'études passées ensemble à découvrir, à ressentir, à pleurer, à rire, à danser, à chanter. Vous avez été une famille à part entière durant ces 3 ans où la bienveillance a été le mot d'ordre. Je me suis senti comme dans un cocon. Je vous aime tous très fort.

Merci à Laetitia de m'avoir emmené sur le chemin de l'IMAOV.

Merci à tous les enseignants de l'IMAOV qui m'ont accompagné et porté durant ces 3 belles années d'apprentissage : Jean-Claude, Estelle, Caroline, Fabrice, Raphaël, Isabelle, Anne et tous les moniteurs. Vous avez su guider mes mains et mon cœur.

Merci à toute l'équipe administrative de l'IMAOV pour son organisation, sa disponibilité, sa convivialité et sa chaleur humaine : Cathy, Patrice, Pascale et Elodie.

Merci à Nadia pour notre très belle rencontre et notre profonde amitié et à Anne pour notre rencontre « coup de cœur ».

Merci à tous les arbres du Rocheton qui m'ont permis de ressentir le vivant.

Merci à Damien pour son accompagnement quotidien, sa confiance en moi, sa patience et son amour. JTMTF

Merci à Vincent, Aurélie et Valérie d'avoir pris soin de mes amours. Je vous les ai confiés en toute sérénité.

Merci à toute l'équipe de NaturOpattes d'avoir tenu la boutique durant mes études, de m'avoir suivi dans ce projet un peu fou de médecines complémentaires, de votre considération et de votre respect.

Merci à Rémy pour le coup de main dans la mise en page de ce mémoire...tu m'as fait économiser au moins 2 week-ends.

Merci à Aurélie pour la relecture de mes écrits.

Merci à mes parents de m'avoir soutenu et accompagné durant toutes ces années d'études vétérinaires et d'être fier de moi en me voyant avancer sur mon chemin.

Merci à ma tante qui a su me transmettre le goût du travail abouti, la conscience professionnelle et l'honnêteté intellectuelle.

Merci à tous mes proches qui ont suivi, de près ou de loin, ma formation (Coco, Steph, François, Elo...)

Merci à Cécile de m'avoir accueilli dans sa merveilleuse demeure savoyarde à chaque fois que j'avais besoin de réviser au calme.

Merci à tous mes maîtres de stage qui m'ont ouvert la porte de leurs connaissances, de leur cabinet, de leur maison et de leur cœur. Merci de m'avoir fait partager ce que vous êtes ; vos chemins de vie sont des modèles pour moi.

Merci à tous mes petits et grands patients d'accueillir les soins que je leur propose. Vous me donnez autant que je cherche à vous donner.

Merci à leurs maîtres de me les confier.

Un énorme merci à Patricia qui m'a accompagné avec gentillesse, disponibilité, rigueur, esprit critique lors de cette dernière ligne droite du DIE.

Merci à l'ensemble du jury de ce DIE pour son investissement dans la reconnaissance de nos compétences.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1 ^{ERE} PARTIE : CONSIDERATIONS MEDICALES SUR LA SYRINGOMYELIE ASSOCIEE A UNE MALFORMATION DE TYPE CHIARI CHEZ LE CAVALIER KING CHARLES	3
Généralités.....	3
1. Pathogénie.....	3
1.1. Pathogénie de la malformation de type Chiari.....	3
1.1.1. Malformation de développement : disproportion entre le parenchyme nerveux et la boîte crânienne	3
1.1.2. La théorie biomécanique	4
1.2. Pathogénie de la syringomyélie.....	4
1.2.1. La théorie hydrodynamique	4
1.2.2. La théorie biomécanique	4
2. Signes cliniques.....	5
2.1. Symptômes les plus fréquents en lien avec une malformation de type Chiari.....	6
2.2. Symptômes les plus fréquents en lien avec une syringomyélie	6
2.3. Evolution	6
3. Diagnostic	6
3.1. IRM : Imagerie par résonance magnétique	6
3.1.1. Images IRM compatibles avec une CM.....	6
3.1.2. Images IRM compatibles avec une SM	7
3.2. Le scanner	7
3.3. La thermographie	7
3.4. L'échographie	7
3.5. La réponse évoquée auditive du tronc cérébral (BAER).....	8
3.6. Les critères morphologiques	8
3.7. Un bon examen clinique	8
4. Traitements.....	9
4.1. Traitements médicamenteux	9
4.1.1. Soulagement de la douleur.....	9
4.1.1.1. Les analgésiques	9
4.1.1.2. Les analgésiques adjuvants	9
4.1.2. Diminution de la pression du LCR.....	10

4.2. Traitements chirurgicaux.....	10
4.2.1. Chirurgie de décompression crânio-cervicale ou décompression du foramen magnum	10
4.2.2. Création de Shunts	10
4.2.3. Section du <i>filum terminale</i>	10
4.3. Autres traitements.....	11
4.3.1. Le traitement par champ électromagnétique	11
4.3.2. La physiothérapie et l'hydrothérapie	11
4.3.3. L'acupuncture	11
2^{EME} PARTIE : APPORT DE L'OSTEOPATHIE DANS LA PRISE EN CHARGE DE LA SYRINGOMYELIE ASSOCIEE A UNE MALFORMATION DE TYPE CHIARI CHEZ LE CAVALIER KING CHARLES	13
1. Prise en charge ostéopathique des membranes de tension réciproque dans l'hypothèse hydrodynamique de la syringomyélie.....	13
1.2.1. Organisation des méninges	14
1.2.2. Traitement ostéopathique de la dure-mère.....	14
1.2.2.1. Prise de contact avec la dure-mère	14
1.2.2.2. Techniques ostéopathiques de traitement de la dure-mère	15
2. Prise en charge ostéopathique de la force de traction médullaire dans l'hypothèse biomécanique de la syringomyélie.....	16
2.1. Mise en place de la FTM	16
2.2. Effet de traction et état de tension	17
2.3. Ressenti de la FTM.....	17
2.4. Traitement d'une FTM trop élevée	17
2.4.1. Application de la technique tissulaire à la moelle épinière.....	17
2.4.2. Application des techniques fasciales à la moelle épinière	18
2.5. Au-delà de la FTM : FTM, tenségrité et hélices fasciales.....	18
3. Quatre cas cliniques de SM/CM pris en charge en ostéopathie	19
4. Discussion	20
CONCLUSION	21
BIBLIOGRAPHIE.....	23
ABREVIATIONS.....	26
LISTE DES TABLEAUX ET ILLUSTRATIONS.....	27

INTRODUCTION

Issue d'un croisement entre le King Charles Spaniel, le Pekinois et le Carlin, la race de chien Cavalier King Charles (CKC) voit le jour en Angleterre en 1924 ; le premier standard de race étant rédigé en 1928. Arrivé en France en 1975, le Cavalier King Charles connaît un franc succès se hissant au 8^{ème} rang des chiens les plus représentés actuellement ; la France comptant 177 élevages canins de CKC.

Connue dans la profession vétérinaire pour sa prédisposition à l'endocardiose mitrale, cette race de chien est touchée par une autre pathologie héréditaire, peu connue et sous diagnostiquée à l'heure actuelle : la syringomyélie (SM).

La syringomyélie est caractérisée par le développement de cavités liquidiennes dans la moelle épinière et toucherait 80 % du cheptel de CKC (1).

La syringomyélie est très souvent associée à la présence concomitante d'une malformation de type Chiari (CM) chez le CKC. Cette malformation, caractérisée par l'engagement du cervelet par le foramen magnum, est une maladie héréditaire rare dans la population canine mais se développant de plus en plus dans certaines races de chiens telles que le CKC, le griffon de Bruxelles et le Chihuahua. Certains chercheurs estiment que 95% des CKC ont une CM (2).

L'objectif de ce présent mémoire est de montrer que l'ostéopathie peut apporter une autre vision sur la syringomyélie et que cette discipline trouve toute sa place dans la prise en charge globale des Cavaliers King Charles atteints de syringomyélie associée à la malformation de type Chiari (SM/CM).

La première partie sera consacrée aux connaissances scientifiques actuelles sur la SM/CM : sa pathogénie, ses signes cliniques, ses moyens de diagnostics disponibles et les traitements proposés.

La seconde partie apportera un regard différent sur la syringomyélie en se focalisant sur le tissu méningé et sur le tissu médullaire. Deux approches ostéopathiques seront proposées pour libérer ces tissus impliqués dans la SM/CM : le concept de membrane de tension réciproque (MTR) et le concept de force de traction médullaire (FTM). Après avoir présenté ces deux approches, quatre cas cliniques viendront les étayer et une discussion sera engagée autour d'elles.

1^{ERE} PARTIE : CONSIDERATIONS MEDICALES SUR LA SYRINGOMYELIE ASSOCIEE A UNE MALFORMATION DE TYPE CHIARI CHEZ LE CAVALIER KING CHARLES

Généralités

Le terme de syringomyélie vient du latin « syringomyelia » signifiant « liquide dans la moelle épinière ».

La conférence internationale de novembre 2006 (3) sur la syringomyélie la définit comme le développement de cavités (syrinx) remplies de liquide dans la moelle épinière, dues un écoulement anormal du liquide céphalo-rachidien (LCR). (Illustration 1)

La syringomyélie a été identifiée pour la première fois par des neurologues vétérinaires dans les années 1990. Selon Knowler et al., lors de l'ACVIM 2018 (4), la malformation de type Chiari joue un rôle majeur dans le développement de la syringomyélie chez le Cavalier King Charles.

La malformation de type Chiari tire son nom d'une affection similaire chez l'Homme, découverte par le Dr Hans Chiari.

La définition la plus récente (Juillet 2018) de cette pathologie est la suivante : la CM peut être décrite comme toute distorsion du crâne et de la jonction crano-cervicale qui compromet le parenchyme nerveux et la circulation du LCR causant de la douleur et/ou étant à l'origine d'une SM. (4) (Illustration 2)

Plusieurs processus et acteurs interviennent dans l'apparition de la CM, à savoir des anomalies anatomiques, la brachycéphalie, des anomalies de la jonction crano-cervicale, le développement embryologique, le cerveau, les ventricules, la boîte crânienne et la génétique de l'animal.

Cette malformation fait l'objet de très nombreuses recherches encore actuellement sur le CKC.

Sans entrer dans le détail de toutes les investigations réalisées, voici les conclusions des recherches les plus récentes :

- La discordance entre la taille du cerveau (trop gros) et la taille du crane (trop petit), en particulier chez le CKC ; les autres chiens de petite taille ayant une meilleure adéquation entre le volume du cerveau et celui de la boîte crânienne (5).
- La brachycéphalie perturbe le mouvement et l'absorption du LCR, prédisposant à une SM. La réduction de l'absorption du LCR par le système lymphatique situé à la base du crâne, combinée à la restriction du mouvement du LCR à travers la jonction du crâne avec la moelle épinière, semblent être les principales conséquences d'une brachycéphalie extrême. (6)
- La CM se caractérise par une réduction du tissu crano-facial avec une perte du sinus frontal et un stop bien marqué. (7)
- Plus le chien est brachycéphalie (museau court), plus le bulbe olfactif a tendance à être bas et plus le lobe frontal a tendance à s'aplatir à l'avant du crâne. La CM doit donc être considérée comme un trouble conformationnel du cerveau et du crâne avec des caractéristiques de brachycéphalie extrême y compris des bulbes olfactifs plus petits et plus orientés ventralement. (8)
- La torsion de la moelle épinière est fréquemment associée à une clinique neurologique SM/CM. (9)
- La CM canine est caractérisée par la fermeture prématurée des sutures crâniennes et l'insuffisance des os formant la base du crâne et la partie caudale du crâne. (5)

Ces différents critères seront recherchés sur les images IRM des CKC suspects de SM/CM. Ils sont repris et détaillés dans la partie dédiée au diagnostic par IRM.

1. Pathogénie

1.1. Pathogénie de la malformation de type Chiari

1.1.1. Malformation de développement : disproportion entre le parenchyme nerveux et la boîte crânienne

La CM est une malformation complexe du crâne et de la jonction crano-cervicale associée à un crâne court (races brachycéphales). (3)

Le Cavalier King Charles est particulièrement prédisposé à cette pathologie dans la mesure où son cerveau, trop gros, a la taille de celui d'un labrador (10). L'inadéquation entre la taille de son cerveau et de sa boîte crânienne induirait un encombrement et l'engagement du cervelet par le foramen magnum de l'occiput. La hernie cérébelleuse ainsi créée provoquerait un blocage partiel de l'écoulement/circulation du LCR le long de la moelle épinière à l'origine des symptômes de CM (11).

1.1.2. La théorie biomécanique (12)

Le Docteur Royo-Salvador explique la malformation de type Chiari chez l'Homme par un étirement de la moelle épinière et du cerveau postérieur vers le bas. Une force de traction médullaire (FTM) excessive induirait une traction sur les portions crânielles du SNC, induisant leur descente à travers le foramen magnum. La FTM correspond à la tension naturelle à laquelle est soumise la moelle épinière dont la mise en place est due au phénomène d'ascension apparente de la moelle épinière débutant pendant la gestation. Au cours de la gestation, la croissance de l'axe neural, qui jusqu'au 4^{ème} mois de gestation chez l'Homme était synchronisée à celle du rachis, va se ralentir, tandis que celle des composants du canal vertébral d'origine mésodermique sensibles à l'influence de l'hormone de croissance va s'accélérer, le tissu nerveux d'origine ectodermique ne l'étant pas.

Cette ascension apparente de la moelle engendre un équilibre de tension/traction physiologique qui s'exerce entre la moelle et le plancher du canal vertébral, en particulier au niveau de l'insertion du *filum terminale*. Il y a bien entendu des variations physiologiques de la FTM et la moelle épinière possède des capacités d'adaptation à ces variations. Cependant, dans certains cas, les variations de FTM sont si importantes que les capacités d'adaptation de la moelle sont dépassées. Se met alors en place une FTM pathologique, comme ici, en cas de CM.

Sur base d'images IRM, Royo-Salvador propose une chronologie de la mise en place d'une malformation de type Chiari : (Illustration 3)

- Initiation de la déformation de la portion inférieure du 4^{ème} ventricule et légère descente des amygdales.
- Descente du 4^{ème} ventricule avec début d'obstruction des orifices de drainage du 4^{ème} ventricule.
- Descente du 4^{ème} ventricule avec obstruction manifeste des orifices de drainage du 4^{ème} ventricule.
- 4^{ème} ventricule dilaté et début de son écrasement par son passage dans le trou occipital.
- Ecrasement du 4^{ème} ventricule par la force de compression induite par son passage dans le trou occipital et sa traction vers le bas.

1.2. Pathogénie de la syringomyélie

1.2.1. La théorie hydrodynamique

Il n'y a pas encore d'explication satisfaisante de la manière dont les cavités de liquide se créent dans la moelle épinière suite à une obstruction de l'écoulement du LCR en cas de CM.

Il a été établi que la formation du syrinx associée à une CM est prédisposée par 2 phénomènes morphologiques : une brachycéphalie marquée et une déformation de la jonction crano cervicale, y compris un changement d'angulation de l'odontoïde, une proximité accrue de l'atlas avec le crâne et la perte de la citerne de Magna (6) (entre la face postérieure du bulbe et l'occiput d'une part, et sous le cervelet / le vermis inférieur d'autre part).

Le fait que le liquide vienne du liquide extracellulaire ou du LCR n'a pas été clairement établi.

La théorie la plus acceptée actuellement est que l'obstruction à l'écoulement du LCR dans l'espace sous arachnoïdien entraîne un décalage dans le temps entre le pic de pression artériel rachidien et le pic de pression du LCR. L'arrivée précoce du pic de pression du LCR favoriserait l'écoulement du LCR dans l'espace péri-vasculaire. L'espace péri-vasculaire change de taille au cours du cycle cardiaque et est plus large quand la pression artérielle vertébrale est basse. Si, à ce moment, la pression du LCR est élevée, l'espace pourrait alors agir comme une valve unidirectionnelle qui fuit. De l'espace péri-vasculaire, le liquide s'écoulerait dans le canal central formant ainsi le syrinx (13).

La SM peut survenir lors de toute obstruction de l'écoulement du LCR. Elle a ainsi été rapportée dans une multitude de pathologies telle qu'une hernie cérébelleuse, un diverticule arachnoïdien... mais la cause la plus fréquente reste la CM (6).

1.2.2. La théorie biomécanique (12) et (14)

Royo-Salvador propose une théorie biomécanique basée sur la force de traction médullaire.

Les calculs de Royo-Salvador indiquent que le tissu épendymaire a beaucoup plus de chance de se rompre par traction mécanique que sous l'influence de forces hydrodynamiques. Une FTM élevée peut être à l'origine d'une SM dans le même schéma étiopathique proposé pour la CM.

La SM serait la conséquence d'un échec de la moelle épinière à supporter la traction par élévation et striction due à une FTM élevée, se traduisant par un défaut de perfusion médullaire. S'en suivrait une lyse de la partie centrale de la moelle épinière par nécrose ischémique et formation d'une cavité, le syrinx. Une élévation de la moelle épinière pourrait aussi provoquer des traumatismes de type hémorragies ou œdèmes qui peuvent évoluer vers la nécrose par autolyse puis vers une SM.

Ce mécanisme surviendrait lorsqu'une compensation d'une FTM trop élevée ne serait pas possible par l'organisme (colonne trop mature et solide pour subir des déformations compensatrices par exemple) ou quand l'intensité de la tension n'est pas suffisante pour induire une incurvation forcée de la colonne vertébrale, telle une scoliose, mais suffisante pour induire des lésions du tissu nerveux à l'origine d'un syrinx. Dans ce cas, le stress médullaire engendré serait tel qu'il induirait une ischémie centromédullaire. Le plus souvent, la SM apparaît en région cervicale en raison de la présence, à ce niveau, d'importantes artères médullaires. D'autre part, ce mécanisme pourrait aussi intervenir lorsque la tension sur la moelle épinière est si élevée que la scoliose ne la compense pas suffisamment.

Royo-Salvador propose une évolution de la SM en 8 étapes chez l'Homme :

1. Instauration de la FTM durant la phase embryologique.
2. Mécanisme de compensation :
 - Au niveau du crâne : dans sa descente, le tronc cérébral tire les amygdales cérébelleuses vers la partie inférieure du cervelet, à travers le trou occipital. Cette descente déforme le 4^{ème} ventricule et augmente l'angle basal du crâne.
 - Au niveau cervical : entre C1 et C2, la traction caudale induit une bascule de l'apophyse odontoïde vers l'arrière.
 - Au niveau dorsal : la traction de la moelle épinière favorise l'apparition de scoliose comme si la colonne se tordait pour raccourcir la distance entre les attaches crâniennes et caudales.
 - Au niveau lombaire : la traction sur le *filum terminale* empêche la remontée du cône médullaire.
 - Au niveau du sacrum : le sac dural peut se perforer et laisser s'échapper le LCR.
3. Ischémie centro-médullaire : la force de traction axiale et latérale est susceptible d'entraîner un écrasement des vaisseaux sanguins, notamment au niveau cervical, induisant une lyse médullaire puis la formation de syrinx. Cette cavité se remplit de liquide intracellulaire et interstitiel par effet osmotique depuis le canal épendymaire et l'espace sous arachnoïdien.
4. La SM devient clinique en raison des dommages nerveux occasionnés.
5. Descente plus importante des structures nerveuses de la fosse postérieure jusqu'à gêner la circulation du LCR : descente du 4^{ème} ventricule jusqu'au trou occipital qui provoque une obturation des orifices de drainage du LCR.
6. Fistulisation du syrinx : le volume de la cavité augmente progressivement jusqu'à une décompression induisant une communication avec l'espace sous arachnoïdien.
7. Redilatation du syrinx.
8. Séquelles : état final de la SM.

La syringomyélie est étroitement liée à la malformation de type Chiari chez le CKC.

La SM/CM est une maladie complexe faisant intervenir de nombreux processus et acteurs.

La pathogénie de la syringomyélie en cas de CM n'a pas été clairement établie.

Deux hypothèses semblent s'opposer :

- l'une **hydrodynamique**, liée à l'obstruction de l'écoulement du LCR provoquant un décalage dans le temps entre les pics de pression artérielle et de pression du LCR donnant lieu, *in fine*, à un syrinx.
- l'autre **biomécanique**, liée à une FTM trop élevée, induisant une lyse du tissu nerveux à l'origine de cavités remplies de liquide.

2. Signes cliniques

La SM/CM est rarement suspectée chez les chiots car les symptômes sont frustrés avant l'âge de 6 mois.

Les statistiques cliniques montrent qu'environ 45% des CKC atteints développent des signes de SM avant leur premier anniversaire, 40% présentent des symptômes entre 1 et 4 ans et 15% développent des signes au-delà de 4 ans (4).

2.1. Symptômes les plus fréquents en lien avec une malformation de type Chiari (6)

- La vocalisation sans raison apparente. En position couchée ou en mouvement, endormi ou éveillé, en se levant ou quand le chien est soulevé par le sternum.
- Hyperesthésie sur tout ou partie de la colonne vertébrale.
- Léthargie, intolérance à l'effort, peu enclin à l'exercice.
- Refus, hésitation ou difficulté à monter les escaliers.
- Frottement de la tête et des oreilles.
- Refus du chien d'être touché ou manipulé au niveau de la tête et du cou.
- Agitation durant le sommeil.
- Chien devenu anxieux, timide, isolé.
- Hypermétrie des antérieurs.
- Agressivité inhabituelle.
- Port anormalement bas de la tête et du cou.

2.2. Symptômes les plus fréquents en lien avec une syringomyélie (6)

- Grattage fantôme : grattage vers le cou mais sans toucher la peau. Ce grattage peut être induit par un léger frottement de la tête ou du cou, l'anxiété, l'excitation ou l'exercice.
- Scoliose ou torticolis cervico-thoracique.
- Faiblesse des membres thoraciques induisant possiblement une atrophie musculaire.
- Réponse aux réflexes posturaux diminués.

A l'exception du grattage fantôme, ces signes cliniques ne sont pas spécifiques d'une CM ou d'un SM. Par conséquent, toutes les autres causes devront être éliminées avant d'envisager avec certitude une atteinte de type SM/CM.

Les chiens atteints de SM peuvent être asymptomatiques si la taille du syrinx est inférieure à 4mm (7).

2.3. Evolution (15)

La SM est une maladie évolutive : la largeur du syrinx, la hauteur du foramen magnum, la longueur du cervelet hernié, le volume de la fosse crânienne caudale et la résorption de l'os supraoccipital peuvent augmenter avec le temps. Mais cette progression est extrêmement variable d'un individu à un autre.

Pour certains chiens, les symptômes légers initiaux peuvent ne jamais s'aggraver. D'autres CKC peuvent être gravement handicapés par la douleur et les signes neurologiques dans les douze mois suivants l'apparition des premiers signes. Au fur et à mesure que le syrinx grossit, il peut comprimer, voire détruire, le tissu médullaire environnant.

3. Diagnostic

3.1. IRM : Imagerie par résonance magnétique

Le moyen le plus précis de diagnostiquer la SM/CM est l'utilisation de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) (6). Cet examen médical de choix permet une visualisation du crâne, de la colonne, du cerveau, du cervelet et de la moelle épinière.

Bien que l'IRM soit l'examen de choix pour la mise en évidence d'uns SM/CM, elle n'est pas sans faille : l'angle sous lequel la visualisation est faite et le niveau d'expérience du clinicien jouent un rôle important dans l'exactitude de l'analyse des images. (6)

L'usage des « minis-IRM » de la région cervicale uniquement à visée diagnostic à des fins de reproduction est réfuté par le Dr Rusbridge, dans la mesure où la formation de syrinx peut se faire dans d'autres parties de la moelle épinière. 76 % des CKC avec un syrinx cervical crânien ont également un syrinx dans les régions plus caudales de la moelle épinière. (16)

3.1.1. Images IRM compatibles avec une CM (illustration 4 et 5) (6)

- Une hypoplasie craniofaciale : les sinus frontaux sont absents ou de très petite taille et la hauteur de l'os maxillaire est réduite ; la jonction entre l'os nasal et maxillaire formant un angle plutôt qu'une pente.
- Un encombrement rostral du cerveau entraînant un aplatissement rostral du cerveau antérieur, une réduction et un déplacement ventral des bulbes olfactifs et une augmentation de la hauteur du crâne, en particulier dans la région occipitale. Le cerveau antérieur passe d'une forme de ballon de rugby à une forme de ballon de football.

- Obstruction des canaux du LCR : réduction de l'espace sous-arachnoïdien crânien et rachidien en plus de la ventriculomégalie de tous les ventricules et citernes, à l'exception de la citerne de Magna qui est souvent réduite.
- Raccourcissement de l'os pré-sphénoïde car la base du crâne est courte.
- L'os supra-occipital est plus plat et le foramen magnum dorsal est rostral par rapport à la crête occipitale car le crâne postérieur est petit.
- Le parenchyme nerveux rostral est déplacé dorso-caudalement réduisant l'espace caudal fonctionnel, contribuant à une hernie du cerveau postérieur. Le cerveau antérieur est déplacé caudalement. L'espace pour le cerveau postérieur est compromis rostralement par le cerveau antérieur et caudalement par le petit crâne caudal. Le cervelet perd sa forme arrondie et est poussé hors du foramen magnum.

3.1.2. Images IRM compatibles avec une SM (6)

- Une brachycéphalie plus prononcée que dans le cas d'une CM seule.
- Une modification de la conformation de la jonction crano-spinale en raison d'une malformation de la jonction crano-vertébrale (occiput, atlas et axis). L'atlas est plus proche du crâne avec une flexion cervicale et une angulation aiguë de l'odontoïde entraînant une torsion / élévation du parenchyme nerveux. En raison du raccourcissement rostro-caudal, s'opère une flexion en accordéon des os et du tissu nerveux à la jonction crano-spinale.
- La SM apparaît comme une cavitation centrale de la moelle épinière avec un liquide qui présente des caractéristiques similaires au LCR. Les signes myélopathiques chez le CKC sont associés à une largeur transversale de syrinx de 4 mm ou plus.
- Le grattage fantôme et le torticolis cervical et/ou scoliose sont associés à l'extension du syrinx dans la corne dorsale superficielle de la moelle épinière cervicale ipsilatérale au côté de la démangeaison fantôme et / ou controlatérale à l'inclinaison de la tête. Dans la scoliose, la tête se tord du côté opposé au syrinx.
- Les régions hypodenses (sombres) au sein d'un syrinx hyperdense (blanc) indiquent un fluide en mouvement, signe d'un syrinx « actif », susceptible de se dilater. Ce syrinx actif est expansif dans la moelle épinière et a généralement une forme asymétrique sur les images transversales.

3.2. Le scanner (Illustration 6)

La tomodynamométrie peut être utilisée comme outil diagnostique dans une pratique de routine pour la détection d'une CM chez le CKC lorsque l'IRM n'est pas disponible (17). Cependant, cette technique d'imagerie médicale n'offre pas la finesse du détail des tissus mous que propose l'IRM et ne permet pas de confirmer avec certitude la présence d'une syringomyélie car il n'est pas possible de visualiser le liquide dans le syrinx.

L'IRM reste donc la technique de dépistage de choix chez le CKC à des fins de sélection pour détecter la présence de CM et de SM.

3.3. La thermographie (Illustration 7)

L'imagerie thermique infrarouge médicale (MITI) est une technique d'imagerie non invasive, rapide, peu coûteuse, réalisable sans sédation, qui enregistre les variations thermiques de l'animal.

En 2007, l'équipe du Dr Dominic J. Marino (18) découvre que les cavaliers atteints de CM ont des schémas thermographiques « plus froids » que les autres chiens.

La MITI peut être une modalité d'imagerie viable à utiliser comme outil de dépistage pour détecter la CM chez les chiens.

3.4. L'échographie

L'usage de l'échographie comme moyen diagnostique ne fait pas l'unanimité.

Certaines études concluent à une sensibilité de l'échographie trop faible pour un diagnostic fiable de CM/SM, tandis que d'autres constatent que le déplacement du cervelet dans le foramen magnum est clairement identifié par échographie alors que la syringomyélie n'est pas discernable en raison de la superposition osseuse (19).

3.5. La réponse évoquée auditive du tronc cérébral (BAER) (Illustration 8)

Le BAER (Brainstem Auditory Evoked Response) est un outil de dépistage diagnostique qui mesure la synchronisation des ondes électriques du tronc cérébral en réponse à des « clics » dans l'oreille. Les Docteurs Curtis W. DEWEY et Dominic J. MARINO considèrent que les ondes cérébrales détectées peuvent être utilisées pour évaluer l'intégrité du tronc cérébral, la CM impliquant un certain degré de compression du tronc cérébral. (3)

Le BAER pourrait être un outil diagnostique pertinent en présence de signes cliniques.

3.6. Les critères morphologiques

De nombreuses études ont été menées pour déterminer si une corrélation existe entre la morphologie du CKC et le développement de SM/CM.

Une étude de 2014 (20) cherche à déterminer si les mesures du crâne pourraient prédire le développement d'une syringomyélie. Elle montre qu'une diminution de l'indice céphalique, rapport de la largeur du crâne divisé par sa longueur (moins de brachycéphalie) et que le développement du crâne caudalement par rapport à son développement rostral sont des critères significativement protecteurs de la maladie.

(Illustration 9)

Au forum de l'ACVIM de juin 2018 (4), des chercheurs britanniques présentent leur étude morphométrique de la forme et de la position du palais mou par rapport à la base du crâne et de l'aplatissement rostral du cerveau antérieur. Ils concluent que les CKC avec SM ont un aplatissement de la partie frontale de leur crâne, une insuffisance osseuse du crâne et des modifications de la forme du palais mou par rapport aux Cavaliers King Charles non SM.

Dans un article de 2019 (21), 13 épagneuls CKC sont examinés par des juges de race britanniques, pour déterminer si le risque de malformation de type Chiari et de syringomyélie pourrait être identifié par une évaluation visuelle de la forme de la tête. Les résultats montrent une corrélation positive entre les évaluations des juges et le risque de SM/CM, leurs évaluations ayant été comparées aux IRM et aux mesures du crâne des 13 candidats.

Ces diverses études, en plus d'améliorer la compréhension de la maladie, suggèrent que l'ensemble du crâne doit être analysé, et pas seulement le cerveau postérieur, comme cela est actuellement le cas pour le dépistage des futurs reproducteurs.

L'ensemble de ces indices morphologiques permettrait de fournir aux éleveurs de CKC un moyen de sélection de leurs reproducteurs en vue d'éviter la transmission de la maladie et en diminuer ainsi l'incidence.

3.7. Un bon examen clinique

Le recueil méticuleux des éléments de l'anamnèse, un examen général et neurologique approfondis pourront, dans certains cas, être suffisants pour instaurer un traitement de SM.

En effet, le coût d'une IRM, l'âge de l'animal ou encore la présence concomitante d'une atteinte de la valvule mitrale augmentant le risque anesthésique peuvent freiner le propriétaire à réaliser certains de ces examens complémentaires.

Excepté le grattage fantôme dans la zone du cou, aucun signe clinique en lien avec une SM/CM n'est spécifique de cette atteinte : port anormal et /ou sensibilité et/ou frottements de la tête et du cou, faiblesse des membres antérieurs, vocalisation sans raison, changement d'attitude...

Le moyen diagnostique de choix est l'IRM pour l'excellente visualisation du tissu nerveux et de toutes les anomalies liées à une SM/CM dont la bascule du cervelet et la présence de syrinx.

4. Traitements

Le Docteur Rusbridge propose un organigramme des options de traitement (Illustration 10) basé sur 3 troubles principaux : (6)

- Les anomalies de la marche.

L'un des traitements le plus efficace s'est avéré être la physio-hydrothérapie : le développement de la musculature de l'animal permet de compenser la progression de la CM/SM.

- La douleur due à la CM est traitée avec des médicaments, prescrits généralement dans cet ordre : AINS, Gabapentine puis Prégabaline. En cas de besoin, une association de médicaments peut être nécessaire.
- Le grattage fantôme : Gabapentine puis Prégabaline.

4.1. Traitements médicamenteux (Tableau I)

4.1.1. Soulagement de la douleur (6)

4.1.1.1. Les analgésiques

- Les anti-inflammatoires non stéroïdiens

L'utilisation d'AINS tels que le carprofène, le meloxicam, le firocoxib, le mavacoxib, le grapiprant et l'aspirine peut soulager les symptômes de douleur non neuropathique comme celle causée par la malformation de type Chiari. Ils seront peu efficaces sur les symptômes liés à la syringomyélie (douleurs neuropathiques).

Le paracétamol s'est avéré utile pour la gestion de la douleur à court terme. Le propriétaire pourra y avoir recours très ponctuellement pour soulager son chien. Il est à utiliser avec prudence car le chien ne le métabolise pas aussi bien que l'Homme.

- Les corticoïdes

Les stéroïdes neuroactifs (prednisone, prednisolone/méthylprednisolone) modulent la sensibilité à la douleur et réduisent la douleur neuropathique par un possible effet sur l'expression de l'aquaporine-4 (canaux hydriques) dans la moelle épinière. Ils sont utilisables en cas de faiblesse musculaire avancée ou de démangeaisons fantômes.

Leur utilisation à long terme doit être évaluée en raison d'effets indésirables. L'usage chronique entraîne une perte musculaire, augmentant ainsi la faiblesse et la léthargie du patient, signes qui sont facilement confondus avec le syndrome SM/CM. L'augmentation de la miction, concomitante à l'usage de diurétiques peut engendrer une déplétion potassique délétère.

- Le cannabidiol

Les cannabinoïdes affectent les activités de nombreux récepteurs, canaux ioniques et enzymes. Ils inhibent la libération de neurotransmetteurs et de neuropeptides par les terminaisons nerveuses présynaptiques, modulent l'excitabilité des neurones postsynaptiques, activent les voies descendantes de la douleur inhibitrice et réduisent l'inflammation neurale. Les cannabinoïdes sont bien tolérés chez les chiens.

4.1.1.2. Les analgésiques adjuvants

Les analgésiques adjuvants sont des médicaments habituellement utilisés à d'autres fins que la douleur, mais qui possèdent aussi des propriétés analgésiques: pour certains, ils sont efficaces sur différents types de douleurs, alors que pour d'autres, le bénéfice antalgique est plus spécifique d'un type de douleur. Certaines molécules, susceptibles de diminuer les effets indésirables provoqués par les analgésiques peuvent être considérées comme «adjuvantes», dans la mesure où elles permettent de réduire la posologie de l'antalgique.

- La gabapentine est un antiépileptique qui se fixe sur les récepteurs membranaires du cerveau et des cellules nerveuses périphériques. Elle se lie aux canaux calciques, module l'afflux de calcium et influence la neurotransmission de type GABA. Il est déconseillé d'utiliser les formes liquides qui peuvent contenir du xylitol, provoquant hypoglycémie sévère et nécrose hépatique chez le chien.

- La prégabaline est un autre antiépileptique, plus puissant que la gabapentine, qui produit son effet à des doses plus faibles et plus durablement.

- Le topiramate est un antiépileptique avec de multiples mécanismes d'action possibles, y compris l'inhibition de l'anhydrase carbonique. Peu d'informations sont disponibles pour ce médicament. Il doit être évité chez les patients atteints d'une maladie hépatique ou rénale.

- L'amantadine et la mémantine sont des antagonistes du N-méthyl-D-aspartate, qui peuvent réduire l'activation nociceptive, en traitement d'appoint, dans le cadre d'une poly-thérapie.

- L'amitriptiline est un antidépresseur tricyclique bloquant la recapture des neurotransmetteurs de la sérotonine et de la noradrénaline.

4.1.2. Diminution de la pression du LCR (6)

- L'oméprazole est un inhibiteur de l'ATPase activée par H^+ / K^+ . Dans le plexus choroïde, la Na^+ / K^+ -ATPase régule la production de LCR.
- La cimétidine est un antagoniste des récepteurs H2 de l'histamine. Elle diffuse dans le LCR et contribue à réduire l'écoulement du LCR, les cellules épithéliales du plexus choroïde possédant des récepteurs à l'histamine H2. Associée à la gabapentine, elle peut diminuer son élimination, nécessitant un réajustement de son dosage.
- Les diurétiques (furosémide, spironolactone) réduisent également la production du LCR et seraient utiles pour réduire la pression intracrânienne. Ils sont peu utilisés en raison de leurs effets secondaires et de l'efficacité des autres traitements.
- L'acétazolamide est un inhibiteur de l'anhydrase carbonique. Il sert à diminuer le débit du LCR mais il est peu utilisé en raison de ses effets indésirables notables (douleur abdominale, léthargie, faiblesse, dépression médullaire).

4.2. Traitements chirurgicaux

La chirurgie est indiquée quand la réponse au traitement médical est insuffisante.

L'intervention chirurgicale a pour but de permettre un écoulement normal du LCR ou de normaliser la FTM.

Une intervention est recommandée en cas de douleur importante non maîtrisée par les traitements médicaux et/ou en cas de détérioration de l'état général du chien.

Les critères de choix pour une intervention sont : des images IRM compatibles avec une CM et une syringomyélie cervicale dont le syrinx mesure plus de 3 mm de diamètre et des signes cliniques de grattage fantôme, de douleur cervicale, d'hypersensibilité ou de parésie des membres thoraciques (22).

4.2.1. Chirurgie de décompression crânio-cervicale ou décompression du foramen magnum

(Illustrations 11 et 12)

Chirurgie de choix en cas de CM, cette intervention vise à décompresser la jonction craniospinale en retirant l'os supra-occipital associé à une laminectomie dorso-rostrale de l'atlas. Le tissu est retiré jusqu'à ce que le vermis du cervelet soit bien exposé. Cette chirurgie est souvent associée à une ablation du ligament atlanto-occipital et une durotomie. Le DV Rusbridge (6) privilégie la marsupialisation de la dure mère et la couverture du trou par une matrice de collagène biocompatible. D'autres préconisent la couverture du défaut osseux par un treillis en titane (23).

La chirurgie réussit à réduire la douleur dans 80% des cas ; 45% ont une qualité de vie satisfaisante 2 ans après l'intervention, en association avec une médication au long terme.

Dans la majorité des cas, cette chirurgie ne traite pas les facteurs conduisant à une SM ; le syrinx étant généralement persistant. L'amélioration clinique est certainement attribuable à la décompression des voies de circulations du LCR.

Dans les 2 mois post-opératoires, certains patients peuvent récidiver voire se dégrader suite à la formation d'un tissu fibreux cicatriciel induisant de fortes adhérences sur le foramen magnum, produisant des symptômes similaires à ceux dus à la malformation d'origine. Un instrument infrason, AlphaSonic™ permettrait de réduire l'inflammation des tissus cicatriciels en augmentant l'élasticité du tissu. Cette technologie d'infrasons génère des ondes sonores dans la gamme Alpha (8-14 Hz) qui pénètrent profondément dans les tissus cicatriciels sans les chauffer et pourrait ainsi réduire la formation du tissu fibreux à l'origine des récidives. (3) et (24)

4.2.2. Création de Shunts (Illustration 13)

Un shunt ventriculaire vers le péritoine peut être une option si les ventricules sont considérablement dilatés.

Un shunt peut être aussi créé entre le syrinx et la cavité pleurale ou l'espace sous arachnoïdien (shunt syringo-subarachnoïdien), permettant l'écoulement du LCR.

Le DV Rusbridge n'utilise que peu ces techniques chirurgicales en raison de leurs fréquentes complications : hématome sous dural, adhérences sous arachnoïdiennes, infection, blocage du shunt (25).

4.2.3. Section du *filum terminale* (14) et (26)

La section du *filum terminale* est peu pratiquée, notamment en Europe où les neurochirurgiens se refusent à la pratiquer. Elle a néanmoins été tentée par des nombreux chirurgiens, montrant son efficacité.

Elle permet une remontée de l'ensemble des structures nerveuses avec un raccourcissement du tronc cérébral et une remontée du cerveau postérieur. La chirurgie est réalisée sous microscope en réalisant une laminotomie et l'ouverture de la dure-mère sur 5 mm ; la section du *filum terminale* pouvant se faire avec ou sans ouverture du sac dural. Cette section libère la moelle épinière de l'excès de tension subi. Le plus complexe est d'isoler le *filum* et de ne pas le confondre avec les racines nerveuses adjacentes.

Chez l'Homme, immédiatement après la section du *filum terminale*, le flux du LCR augmente notablement (27). Sont observées une migration du cône médullaire de 5.1 mm en moyenne, une réduction de la longueur axiale du tronc cérébral de 3.9 mm en moyenne, une ascension des amygdales cérébelleuses de 3.8 mm et une ascension de la moelle épinière de 3.3 mm.

Dans les cas de syringomyélie, cette section a permis une diminution de la longueur du syrinx mais une augmentation du diamètre transverse. Toujours chez l'Homme, une meilleure résolution des signes cliniques était notable 12 mois après l'intervention si la section était associée à un drainage du syrinx. Les patients sont satisfaits des résultats dans 70% des cas de section.

Cependant, Yamada et al. montrent (28) que la réversibilité des signes cliniques dépend de la chronicité de la traction imposée à la moelle épinière, les résultats cliniques étant meilleurs chez les enfants que chez les adultes.

Le processus de cicatrisation de la moelle épinière sectionnée peut entraîner un ré-attachement de la moelle épinière et conduire à la réapparition de signes cliniques.

En médecine vétérinaire, l'utilisation de la chirurgie sur des FTM élevées est encore expérimentale. Ce concept est cependant de plus en plus utilisé lors d'une prise en charge ostéopathique.

4.3. Autres traitements

L'incapacité des traitements usuels à contrôler les signes cliniques ainsi que les effets secondaires des médicaments poussent de nombreux propriétaires à trouver des solutions complémentaires.

4.3.1. Le traitement par champ électromagnétique

C'est un dispositif créant un champ électromagnétique pulsé sur une zone ciblée du chien. Le Docteur N. Olby (29) utilise ce dispositif sous forme de boucle afin de diminuer la douleur et le symptôme de démangeaison fantôme chez les chiens diagnostiqués SM/CM.

4.3.2. La physiothérapie et l'hydrothérapie

En cas de SM/CM, l'exercice est recommandé et la prise de poids non souhaitée.

Cette discipline se montre très utile pour les patients présentant des faiblesses musculaires, des déficits proprioceptifs ou une scoliose.

L'objectif est de maximiser la masse musculaire pour compenser au mieux les symptômes de SM/CM.

4.3.3. L'acupuncture (Illustration 14)

Dans un article de septembre 2016 (30), un vétérinaire rend compte de l'utilisation de l'acupuncture sur un CKC atteint de SM/CM : l'acupuncture a eu un effet positif certain avec une réduction des signes de douleurs y compris le grattage fantôme et les vocalisations.

**Les traitements médicamenteux ont pour but de prendre en charge la douleur de l'animal en usant d'un large panel d'antalgiques et de molécules qui réduisent la pression du LCR.
Les traitements chirurgicaux, quant à eux, cherchent à lever l'obstruction de l'écoulement du LCR, à drainer le syrinx ou à normaliser la tension excessive subie par la moelle épinière.
L'incapacité des traitements usuels à contrôler les signes cliniques ainsi que leurs effets secondaires sont des raisons pour lesquelles les médecines complémentaires trouvent de plus en plus leur place dans la prise en charge de la SM/CM.**

L'ostéopathie trouve elle aussi sa place au sein de ces traitements complémentaires.

La 2^{ème} partie de cet exposé aura pour but de présenter la pertinence du soin ostéopathique en portant une attention particulière sur deux tissus impactés par la SM/CM : les méninges et la moelle épinière.

2^{EME} PARTIE : APPORT DE L'OSTEOPATHIE DANS LA PRISE EN CHARGE DE LA SYRINGOMYELIE ASSOCIEE A UNE MALFORMATION DE TYPE CHIARI CHEZ LE CAVALIER KING CHARLES

Il semble illusoire de croire que l'ostéopathie puisse guérir un CKC atteint de SM/CM : l'engagement du cervelet dans le foramen magnum n'est pas décrit comme un phénomène réversible et la résorption complète d'un syrinx n'a pas non plus été décrite.

Le traitement ostéopathique visera par conséquent à apporter un outil supplémentaire dans la gestion globale du CKC atteint de SM afin de lui offrir le maximum de confort et de ralentir l'évolution de la pathologie, autant que faire se peut.

Le présent mémoire propose un focus sur les tissus méningé et médullaire en se basant sur les hypothèses hydrodynamique et biomécanique de la pathogénie de la syringomyélie.

1. Prise en charge ostéopathique des membranes de tension réciproque dans l'hypothèse hydrodynamique de la syringomyélie

La théorie hydrodynamique de la SM met en avant le défaut de circulation du LCR à l'origine de la formation du syrinx. La prise en charge ostéopathique aura pour but de redonner du mouvement au liquide céphalo-rachidien, autant que possible.

L'attention sera portée en particulier sur un élément majeur de la transmission des fluctuations du LCR, à savoir, les membranes de tension réciproque (MTR), représentées par les méninges.

Le concept de Mécanisme Respiratoire Primaire (MRP) apporte un éclairage important sur la place de cette MTR. Selon Sutherland : « Le MRP, en tant que mécanisme involontaire, inclut le plus grand élément connu, le liquide céphalo-rachidien qui contient l'invisible souffle de vie. Le mécanisme primaire est constitué fondamentalement par la fluctuation du liquide céphalo-rachidien, à l'intérieur et autour du cerveau et de la moelle épinière, la mobilité des os du crâne et du sacrum entre les iliums, et les membranes intracrâniennes et intrarachidiennes fonctionnant comme des agents de tensions réciproques entre leurs points d'insertions articulaires » (31) (Illustration 15)

Au vu de cette citation de Sutherland, un des fondateurs de l'ostéopathie, la prise en charge du mouvement du LCR ne peut se faire qu'au regard du concept de MRP.

Après un bref rappel sur la fabrication et le rôle du LCR et sur l'organisation des méninges, les techniques de traitement ostéopathiques de la dure-mère seront présentées.

1.1. Le liquide céphalo-rachidien

Le LCR est synthétisé au niveau des plexus choroïdes, situés dans les ventricules cérébraux (32). Il est donc présent dans ces cavités et dans les espaces sous-arachnoïdiens cérébraux et spinaux, entre l'arachnoïde et la pie-mère. Il est recueilli dans les ventricules latéraux, passe par les trous de Monroe pour aller dans le 3^{ème} ventricule. Il arrive au 4^{ème} ventricule, en passant par l'aqueduc de Sylvius et enfin passe dans les espaces sous-arachnoïdiens par les trous de Luschka et Magendie, puis dans le canal de l'épendyme par la partie caudale du 4^{ème} ventricule.

Il se résorbe au niveau des granulations arachnoïdiennes de Pacchioni. (Illustration 16)

Le LCR est un vecteur liquidien qui baigne le cerveau, le cervelet et la moelle épinière afin de les protéger en amortissant les chocs. Il protège également les structures nerveuses des infections en apportant les médiateurs de l'immunité humorale et cellulaire.

Ce liquide est considéré comme en mouvement car il est renouvelé 4 fois par jour en moyenne (33). La circulation du LCR se fait au rythme des mouvements du corps et des mouvements respiratoires. Le LCR a aussi un mouvement de fluctuation venant de la motilité du système nerveux central qui modifie le volume des ventricules cérébraux.

Le LCR est omniprésent et fluctuant telle la marée (flux-reflux) dont le choc se répercute par écho dans tous les organes du corps. Il gonfle les liquides existants partout dans l'organisme et les pousse eux aussi à fluctuer. Ce rythme peut se ressentir dans chaque organe, dans chaque cellule de l'organisme. Ce mouvement de fluctuation du LCR se transmet en particulier aux os du crâne via les méninges, au sacrum par les points d'ancrage de la dure-mère. Dans le concept du MRP, la dure-mère représente l'élément mécanique qui entraîne les os du crâne et le sacrum, dans un mouvement rythmé par la respiration unifiée de milliards de cellules.

1.2. La dure-mère, membrane de tension réciproque

1.2.1. Organisation des méninges (34)

Les méninges, enveloppes du SNC, sont constituées de 3 feuillets : la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère. La pie mère, méninge souple, est adhérente au tissu nerveux dont elle suit les contours. Elle apparaît dans tous les sillons de l'encéphale mais ne pénètre pas dans le sillon médian de la moelle épinière. Entre deux racines nerveuses, la pie-mère émet de chaque côté un prolongement vers la dure-mère, le ligament dentelé. Dans sa portion caudale, la pie-mère constitue le *filum terminale* qui s'insère ventralement sur une des premières vertèbres coccygiennes, véritable point d'ancrage de la moelle épinière dans le tube neural. (Illustration 17) L'arachnoïde est unie à la pie-mère par des trabécules situés dans la cavité sous-arachnoïdienne, emplies de LCR.

La dure-mère est une membrane dure et très peu élastique.

- Dans le crâne : elle est très fortement adhérente au périoste.

Elle offre 4 particularités : (Illustration 18)

La faux du cerveau est une expansion de la dure-mère qui s'insinue entre les 2 hémisphères cérébraux. Sa forme de faux lui confère 2 bords et 2 extrémités :

- Le bord dorsal, convexe, qui s'attache sur la crête sagittale interne.
- Le bord ventral, concave, libre, qui entre en contact avec le corps calleux.
- Une pointe, à l'extrémité rostrale ; insérée sur l'apophyse *crita galli*, relief osseux situé rostralement au chiasma optique et porté par l'os ethmoïde.
- Une base, extrémité caudale, fixée sur la protubérance occipitale interne.

La faux du cervelet surplombe la face dorsale du cervelet.

La tente du cervelet est constituée de 2 expansions latérales divisant la boîte crânienne en 2 loges, contenant, rostralement, les hémisphères cérébraux et caudalement le cervelet. Elle se fixe sur les crêtes cérébelleuses internes des os temporaux et sur les apophyses clinoides du sphénoïde.

Le diaphragme de la selle turcique est la continuité de l'insertion de la tente du cervelet et enserre la tige hypophysaire.

- La dure mère à la jonction de la boîte crânienne et du canal vertébral s'insère au niveau du foramen magnum et des deux premières vertèbres cervicales.
- La dure-mère dans le canal vertébral est entièrement libre. Seules les sorties des nerfs crâniens viennent interrompre le tube dure-mérien.
- Au niveau du sacrum, la dure-mère s'insère sur le plancher des vertèbres sacrées, formant le cul de sac dural, prolongé par une très fine annexe qui accompagne le *filum terminale* jusqu'à son insertion coccygienne.

1.2.2. Traitement ostéopathique de la dure-mère

Le praticien considèrera les zones d'attache osseuses de la dure-mère (crâniennes, cervicales et sacrale) comme autant de zones de préhension pour l'écoute et le traitement du tissu duremérien.

Au vu des liens intimes entre les 3 feuillets méningés, son action sur la dure-mère se répercute sur la pie-mère et l'arachnoïde, feuillets participant aussi à l'écoulement du LCR.

Il aura recours à diverses techniques de traitement ostéopathique pour lever les restrictions de mouvement méningées.

1.2.2.1. Prise de contact avec la dure-mère (35)

La position de la main/des doigts du praticien dépend étroitement de la localisation des attaches dure-mériennes sur les reliefs osseux.

Pour l'écoute de la faux du cerveau, une main peut être placée au contact de la suture interpariétale, la pulpe des doigts alignée sur la suture. Chez le chien, un doigt peut aussi être placé le long de cette suture (Illustrations 19-a)

En plaçant un doigt entre les 2 yeux, le praticien prend contact avec l'insertion antérieure de la faux du cerveau par le contact éthmoïdo-frontal. (Illustration 19-b)

L'écoute des membranes sur le crâne postérieur s'effectue en plaçant une main sur l'occiput et en embrassant toute sa surface avec la paume, la crête occipitale du patient venant s'appuyer sur la base de l'éminence thénard du praticien. A cette occasion, si la taille du crâne du CKC le permet, le praticien placera son pouce d'un côté et son majeur ou annulaire de l'autre côté au contact des apophyses zygomatiques des temporaux : les insertions de la tente sur les crêtes pétreuses transmettent leur mouvement au temporal, l'apophyse zygomatique servant d'amplificateur. (Illustration 19-c)

Pour une écoute plus localisée, le praticien contactera d'un pouce la bulle tympanique et de l'autre le condyle occipital. Le versant ipsilatéral de la tente se trouve alors tout juste sous les doigts. (Illustration 19-d)

Bien que rare et peu décrite, une prise de contact avec les 2 premières vertèbres cervicales, avec focalisation de l'attention du praticien sur le tissu méningé, peut aussi être envisagée.

Enfin, le praticien pourra prendre contact avec le cul de sac dural en plaçant sa main à plat sur le sacrum.

1.2.2.2. Techniques ostéopathiques de traitement de la dure-mère

Le traitement consistera à redonner le plus de souplesse possible à cette membrane qu'est la dure-mère afin que la transmission de la fluctuation du LCR soit assurée.

Dans ce contexte, l'ensemble des techniques fasciales sont très adaptées au relâchement ainsi que les techniques tissulaires.

a. Normalisation des méninges par techniques fasciales (36)

Les méninges étant elles-mêmes des fascias, ces techniques sont particulièrement pertinentes pour obtenir leur normalisation.

- La technique d'induction consiste à amplifier et accélérer les mouvements perçus pour amener les méninges vers leur point neutre de rééquilibration ou pour activer leur déroulement.
- La technique de mise en tension consiste à mettre en tension les méninges. A chaque fois qu'une résistance est notée, la mise en tension est stoppée jusqu'à un relâchement.
- La technique de compression consiste à exercer une compression sur la zone à traiter et suivre les différents mouvements des méninges jusqu'à ce que la zone soit totalement comprimée.
- La technique de déroulement fascial consistant à imprimer une tension des méninges suivie d'une phase de relâchement pendant laquelle le praticien va aller dans le sens du mouvement de façon à dénouer les tensions très lentement. Lorsque le mouvement cesse, une nouvelle mise en tension est réalisée jusqu'à l'arrêt des mouvements.

b. Normalisation des méninges par technique tissulaire (37)

L'ostéopathie tissulaire cherche à aller dans la densité des méninges et à véritablement entrer au contact des cellules qui les constituent.

Le praticien doit faire preuve de présence, d'attention et d'intention afin d'entrer en communication avec des cellules douées de conscience.

En effet, les cellules du corps ne sont pas considérées comme des objets sur lesquels le praticien exerce une action extérieure, mais comme des sujets avec lesquels il est possible d'entrer en contact et de communiquer.

Le traitement devient dès lors une véritable collaboration entre le thérapeute et le corps du patient.

En ostéopathie tissulaire, le praticien va s'intéresser à :

- Des paramètres objectifs :

La densité, perçue comme un élément compact, due à l'immobilité du tissu.

La densité, dans le cas des méninges, est souvent perceptible sur un point d'insertion osseux.

Cette zone de densité peut être considérée comme une zone de rétention d'informations.

La technique tissulaire permet de remettre en communication cette zone enkystée avec le restant de l'organisme.

La tension, perçue comme un ballon trop gonflé, correspond à l'intensité de la restriction de mouvement.

La vitesse correspond à l'inertie tissulaire et à une relation espace-temps.

- *Des paramètres subjectifs :*

La présence : une meilleure présence de la part du praticien améliore la perception des mouvements qui animent le corps du patient.

L'attention : qui permet d'être attentif aux perceptions.

L'intention : ce vers quoi le praticien cherche à tendre.

A la fin du traitement, le praticien ressent une impression d'expansion et une remise en mouvement de la dure-mère.

Au sein du concept de MRP, la fluctuation du LCR est transmise par le mouvement d'une des membranes de tension réciproque, à savoir la dure-mère.

Ses zones d'attaches crâniennes et sacrales sont autant de zones de préhension pour le praticien à des fins d'écoute et de traitement.

Les techniques faciales et tissulaires sont les techniques de choix pour normaliser la dure-mère et permettre ainsi une libre circulation du LCR.

Dans le cadre de cet exposé, le focus a été porté sur le tissu méningé lui-même mais le praticien devra garder à l'esprit que sa complète libération devra prendre en compte le libre mouvement des structures sur lesquelles il est attaché.

Ainsi, le praticien portera une attention particulière aux os du crâne et tout spécialement à la symphyse sphéno-basilaire, clef de voute de la biomécanique crânienne, aux os temporaux, lieux d'insertion de la tente du cervelet et au sacrum et ses articulations avec la dernière vertèbre lombaire, la première vertèbre coccygienne, les iliums et les viscères qui s'y attachent.

Le praticien manipulera avec une précaution infinie les premières cervicales à cause de la probable hernie du cervelet liée à la CM.

Enfin, il aura recourt aux techniques fluidiques d'amplification ou de mise au neutre, en s'appuyant sur le LCR, afin de retrouver le MRP le plus harmonieux possible.

Certains auteurs remettent en cause la suprématie du concept de MTR de Sutherland.

Pour preuve, les neurochirurgiens Royo-Salvador et Tubbs ont observé (38) qu'à l'intérieur et au fond de l'espace dural, seul le *filum terminale* restait tendu alors que les racines nerveuses lombaires et la dure-mère pouvaient être relâchées. Ces observations viennent contredire les affirmations assurant qu'à l'intérieur du canal rachidien, seule la dure-mère est le vecteur de transmission de force entre le sacrum et le crâne. Antonio Ruiz de Azua Mercadal (38) suggère que le modèle de MTR soit revu en faveur de la FTM, rejoignant ainsi l'hypothèse biomécanique de la pathogénie de la SM proposée par Royo-Salvador.

2. Prise en charge ostéopatique de la force de traction médullaire dans l'hypothèse biomécanique de la syringomyélie

Comme évoqué précédemment, selon les théories biomécaniques de Royo-Salvador, une FTM trop élevée serait à l'origine d'une syringomyélie, conséquence d'un échec de la moelle épinière à supporter une traction excessive et se traduisant par un défaut de perfusion médullaire.

La prise en charge ostéopatique de la FTM pathologique aura pour but de la normaliser afin de permettre à la moelle épinière de retrouver un fonctionnement le plus optimal possible.

2.1. Mise en place de la FTM (38)

Durant le premier mois de la vie de l'embryon, la gouttière neurale (ensemble d'origine ectodermique constitué du futur cerveau et de la future moelle épinière) est de la même longueur que la corde rachidienne qui l'entoure (méninges et ébauches vertébrales d'origine mésodermique).

Chez l'Homme, à partir du 4^{ème} mois de gestation, la longueur de la gouttière neurale ectodermique croît plus lentement que les autres éléments du rachis mésodermique, le mésoderme étant sensible à l'hormone de croissance et le tissu ectodermique ne l'étant pas. Il en résulte une apparente migration dans le sens

céphalique du cône médullaire (extrémité caudale du cône médullaire). Durant cette ascension, la moelle ne perd pas son attache caudale en étant maintenue au moyen du *filum terminale*.

Le conflit produit par la différence de longueur entre la moelle et le tube osseux qui la contient se traduit par une augmentation de la tension dans la moelle épinière, nommée FTM.

Antonio Ruiz de Azua Mercadal, médecin, chirurgien et ostéopathe insiste sur toute l'importance de la force de traction médullaire en ostéopathie.

Cette force intrinsèque de la moelle épinière ainsi créée s'exprime comme une traction et comme une tension.

2.2. Effet de traction et état de tension (38)

La traction est l'effet de tirer une chose pour la bouger ou l'étirer ; les effets de la traction se manifestent aux extrémités du vecteur qui transmet cette force. L'extrémité céphalique est située à l'intérieur du crâne dans lequel le cerveau est attaché aux os du crâne par l'intermédiaire des méninges dure-mériennes ; l'extrémité caudale est au niveau des vertèbres coccygiennes, sur lesquelles un prolongement de la moelle épinière s'attache au moyen du *filum terminale*.

La tension est l'état d'un corps étiré par l'action des forces qui le sollicitent. Les effets de la tension se manifestent à l'intérieur du tissu médullaire et peuvent se répercuter sur son activité neurophysiologique. Une tension excessive peut aboutir à une ischémie, la mort de cellules nerveuses et la formation de cavités syringomyéliques.

2.3. Ressenti de la FTM (14) et (39)

Le ressenti de la FTM se fait par le ressenti du tissu nerveux et de la pie-mère, qui lui est intimement liée. Crânialement, les points de contact avec la FTM correspondent aux points de fixation du système nerveux central (SNC) et les structures qui sont en continuité avec lui, c'est-à-dire les nerfs crâniens, comme le nerf facial. Les nerfs optique, oculomoteur commun, trochléaire, trijumeau et oculomoteur externe peuvent aussi subir l'excès de FTM.

Concrètement, la prise de contact avec la FTM se fait :

- entre les 2 yeux (prise de contact avec le nerf optique, l'ethmoïde, le sphénoïde et l'apophyse *crista galli*).

Il existe un test simple permettant d'évaluer la FTM au niveau de l'œil en exerçant une pression sur son pourtour avec 3 doigts. Si la tension le long du nerf optique est trop forte, l'œil (gauche, en particulier) semble vriller vers l'intérieur (Chêne propose une explication dans le système de tenségrité global avec la notion d'hélice fasciale. (Cf 2^{ème} partie, 2.5)).

- sur les parties pétreuses de l'os temporal et les apophyses clinoides postérieures.
- dans la zone nucale : occiput, attache de la dure-mère dans le canal médullaire de C0 à C3.
- Caudalement, au niveau du lieu d'insertion du *filum terminale*, c'est-à-dire, en général, au niveau de la 4^{ème} ou 5^{ème} vertèbre coccygienne.

La localisation du *filum terminale* peut varier entre individus et avec l'âge.

Le praticien fixe son attention et son intention sur la moelle épinière et sur la pie-mère qui la recouvre et exerce une pression sur un ou plusieurs points d'insertion de la FTM (le plus souvent en région sacro-caudale). Lorsque la pression exercée sur la moelle épinière correspond à la tension présente dans le tissu, une sensation de glissement attire la main du praticien le long de la moelle épinière en direction de l'apophyse *crista galli* si la main est posée en région sacro-caudale, vers la région sacro-caudale si la prise de contact est crâniale.

Il est également possible de ressentir la FTM plus localement en lieu de toute anomalie de la moelle épinière tel qu'à l'emplacement d'un syrinx. En effet, la tension médullaire n'est pas forcément la même tout le long de la moelle, certains tronçons pouvant être en hypo- ou en hypertension.

2.4. Traitement d'une FTM trop élevée (14)

2.4.1. Application de la technique tissulaire à la moelle épinière :

Inspirée de la technique tissulaire, le traitement de la FTM trop élevée se fait le plus souvent depuis le *filum terminale*.

Il débute au moment même où le praticien prend contact avec elle. Une fois que la pression appliquée par la main correspond au niveau de tension de la moelle épinière, la main suit la tension jusqu'à son relâchement. Le praticien ressent alors un déversement de la tension dans sa main et se décharge de cet excès de tension vers la terre.

En fin de manipulation, le praticien teste à nouveau la FTM et évalue sa normalisation.

Il peut être amené à renouveler son traitement si la FTM n'est pas suffisamment normalisée ou la tester ultérieurement si la levée d'autres restrictions ostéopathiques s'avérait être nécessaire au préalable.

2.4.2. Application des techniques fasciales à la moelle épinière :

Toutes les techniques décrites précédemment pour le traitement de la dure-mère peuvent s'appliquer à la moelle épinière et à la pie-mère, depuis, le plus souvent, une prise de contact avec le *filum terminale*.

2.5. Au-delà de la FTM : FTM, tenségrité et hélices fasciales (14) et (39)

Chêne rassemble dans une même entité différentes notions afin de faciliter l'approche ostéopathique : la tenségrité, la FTM et la torsion physiologique.

Un système de tenségrité est un système dans un état d'auto-équilibre stable comprenant un ensemble discontinu de composants comprimés à l'intérieur d'un continuum de composants tendus. Ce modèle élastique et indépendant de la pesanteur permet d'allier déformabilité, solidité et légèreté et représente un état d'équilibre constant de tension-compensation.

La tenségrité permet de comprendre la notion de continuité au sein de la FTM : la moelle épinière est une structure en tenségrité, comme un câble qui relie les attaches crâniale et caudale de la moelle. Une faible traction appliquée à une extrémité peut générer des variations de tensions importantes à l'autre extrémité. Ainsi, ce concept de tenségrité vient renforcer les hypothèses biomécaniques de la pathogénie de la SM/CM selon Royo-Salvador.

La torsion physiologique est une notion introduite par un ostéopathe humain, Yves Guillard, qui s'est aperçu de la mise en place d'une torsion, lors du développement embryonnaire, fonctionnant autour d'un axe antéro-postérieur passant par l'ombilic.

Chêne travaille alors sur la notion d'hélices fasciales en considérant que le corps s'organiserait en hélices droites et gauches qui se compensent et s'auto-contrainent.

Ces hélices sont des outils d'appréciation de la tension des tissus selon la réaction de la structure de l'organisme dans sa globalité.

Chêne conceptualise ainsi un modèle en tenségrité constitué de la FTM, des hélices fasciales et de la rotation des viscères. (Illustration 20)

1. La FTM entretient une tension nerveuse permanente qui organise le SNC et qui est responsable en partie des courbes de la colonne vertébrale.
2. La FTM est contre balancée par une grande hélice fasciale externe qui donne la structure au mouvement de la torsion physiologique. Cette hélice part des vertèbres coccygiennes, au point d'insertion du *filum terminale*, passe par le périnée, remonte le long de l'iliaque gauche, croise la colonne à la jonction thoraco-lombaire, se poursuit à l'arrière du membre antérieur droit, passe entre les membres thoraciques, remonte l'encolure à gauche, passe sous la mandibule droite et se finit au point d'insertion de la faux du cerveau en étant passé par l'os palatin et l'ATM gauche.
3. Les viscères sont en lien étroit avec le SNC par les nerfs qui les innervent. Ainsi, la stimulation nerveuse d'un organe en souffrance entraîne la facilitation d'un segment médullaire.
Inversement, les viscères constitueraient un réservoir de torsion capable d'emmagasiner les forces en excès sur le SNC et peuvent donc être considérées comme des ressorts, susceptibles de compenser un excès de FTM.
Les viscères semblent partir en sens inverse de la grande hélice fasciale comme s'ils réagissaient en amortisseurs et équilibrateurs de tension par une rotation inverse de l'entraînement par la spirale.*

Chêne émet l'idée que les deux hélices observées, une hélice droite peu marquée et peu importante dans la sensation (moelle épinière) et une hélice gauche très importante (la spirale fasciale de la torsion) sont comme deux ressorts qui s'équilibrent dans leurs tensions, les viscères apparaissant comme un 3^{ème} pôle d'équilibration qui réagit à l'inverse de la spirale fasciale.

La tension à laquelle est soumise la moelle épinière augmente progressivement durant le développement embryonnaire créant la Force de Traction Médullaire.
Le ressenti de la FTM et sa prise en charge ostéopathique se fait au niveau crânien et au niveau coccygien, lieu de fixation du *filum terminale*.
Des techniques de relâchement, dérivées des techniques tissulaires et fasciales, permettent de normaliser une FTM trop élevée lors de SM.
De plus, la FTM peut être intégrée dans un outil plus global d'écoute et de traitement en l'associant aux notions de tenségrité et d'hélices fasciales.

3. Quatre cas cliniques de SM/CM pris en charge en ostéopathie

Flamme est un CKC de 7 ans, traité pour une endocardiose mitrale depuis son plus jeune âge, vu pour la première fois en 2017 en ostéopathie à la clinique NaturOpattes.

Signes cliniques en lien avec CM/SM : port de tête et du cou bas, apathie, faiblesse des 4 membres, trébuché souvent des membres antérieurs, scoliose thoracique.

Lésions ostéopathiques sur l'axe crâne-sacrum : MRP de faible intensité et rugueux, forte tension méningée.

Réponse au traitement ostéopathique et évolution :

Port de tête et du cou relevé, marche avec plus d'aisance et de souplesse.

Les diverses séances d'ostéopathie apportent toujours un confort immédiat à Flamme. Avec le temps, le bénéfice des séances est de plus courte durée (de 4 mois à 1.5 mois).

Un scanner du crâne et de la colonne vient étayer la suspicion de CM/SM. La gabapentine est alors prescrite sans grande amélioration.

Flamme décède de son insuffisance cardiaque en 2020.

Mia est une CKC de 3 ans prise en charge par le DV Yohann Gras durant un stage pratique de l'été 2020.

Signes cliniques en lien avec une CM/SM : se frotte la tête et les oreilles au sol, pleurniche sans raison, manque de coordination des 4 membres.

Lésions ostéopathiques sur l'axe crâne-sacrum : absence complète de ressenti MRP, FTM élevée et forte tension méningée

Réponse au traitement ostéopathique et évolution :

1.5 mois après la première séance, Mia va bien et ne présente aucun signe clinique en lien avec une CM/SM.

Olaf est un CKC de 5 ans vu pour la première fois en 2021 en ostéopathie à la clinique NaturOpattes.

Signes cliniques en lien avec une CM/SM : grattage fantôme vers les oreilles, se frotte frénétiquement les babines au sol, hurlements associés à «une décharge électrique » quand il dort, raideur des membres postérieurs.

Avant même de commencer le travail en ostéopathie, la propriétaire demande un diagnostic de certitude.

L'IRM d'Olaf vient confirmer la syringomyélie cervicale associée à une malformation de type Chiari. Il est mis sous Gabapentine, 3 fois par jour.

Lésions ostéopathiques sur l'axe crâne-sacrum : MRP de faible intensité, particulièrement ralenti au niveau du crâne, FTM élevée, tension méningée forte.

Réponse au traitement ostéopathique : en descendant de la table de consultation, Olaf se gratte dans le vide de manière frénétique en pleurant. Deux semaines plus tard, Olaf n'hurle plus la nuit, ne se frotte plus les babines au sol et ne se gratte dans le vide qu'en cas de forte excitation.

Dunne est une CKC de 5 ans prise en charge par le DV Magali Charve Biot en 2013. (40)

Signes cliniques en lien avec une CM/SM : grattage fantôme dans la région du cou avec le postérieur gauche, hyperesthésie cutanée du cou à gauche, légère rotation gauche de la tête, incurvation globale du corps à gauche.

Lésions ostéopathiques sur l'axe crâne-sacrum : FTM élevée, tensions méningées sur la faux du cerveau et la tente du cervelet.

Réponse au traitement ostéopathique et évolution :

A l'issue de la première séance, amélioration rapide des symptômes puis dégradation au bout quelques jours. Au fur et à mesure des consultations, disparitions des symptômes. Seule persiste la sensibilité du cou à gauche.

Dunne est vue en entretien une fois par an : les lésions ostéopathiques sont présentes mais dans des proportions bien moins importantes.

Discussion/Conclusions autour de ces 4 cas cliniques :

- L'expression clinique de la CM/SM prend des formes variées.
- Les tissus méningé et médullaire semblent être toujours sujets à des dysfonctions ostéopathiques dans une SM/CM : MRP faible voire absent, tension le long des méninges et FTM élevée.
- La réponse au traitement ostéopathique est variable mais semble toujours apporter du confort à l'animal, signe de prise en charge de sa douleur.
- Les bénéfices peuvent être immédiats ou plus tardifs.
- La prise en charge d'un CKC jeune (3 et 5 ans) semble être plus bénéfique sur la vitesse d'évolution de la SM/CM comparativement à un individu plus âgé (7 ans).

4. Discussion

Deux visions semblent s'opposer tant dans la pathogénie de la SM que dans le tissu à considérer dans le canal vertébral et le concept à lui appliquer.

Cependant, force est de constater que le traitement de la FTM ou de la MTR se fait depuis quasiment les mêmes zones d'attache et que les techniques mises au point par Chêne sont largement inspirées de techniques fasciales et tissulaires.

Selon le modèle tenségritif et de continuité/contiguïté tissulaire, toute action sur la tension des méninges va se répercuter sur la moelle épinière et inversement, toute action sur la moelle épinière va se répercuter sur les méninges. Par conséquent, que le travail se fasse dans le but de diminuer une tension sur la moelle épinière ou d'abaisser la tension de long des méninges, l'organisme captera nécessairement les éléments nécessaires à son auto-guérison.

L'attitude juste du praticien est de placer son attention avant de placer son intention, afin d'avoir l'attitude la plus neutre possible, la meilleure écoute des tissus de son patient sans idée préconçue du tissu lésé.

Le thérapeute, dont les tissus vont entrer en résonance avec ceux de son patient, saura ainsi sur quel tissu entreprendre son traitement et l'animal saura lui indiquer la justesse et la pertinence de son soin.

Depuis 2018, dans sa vision tenségritive de l'ostéopathie, Chêne propose de compiler et de concilier les concepts de MRP, de FTM et d'hélice fasciale dans un seul et même outil de diagnostic et de traitement (39) permettant ainsi de réconcilier les défenseurs de la MTR et ceux de la FTM.

CONCLUSION

La syringomyélie associée à une malformation de type Chiari chez le Cavalier King Charles est une maladie complexe dont le mécanisme d'apparition n'a pas encore été complètement élucidé. Deux hypothèses semblent s'opposer : une première hypothèse hydrodynamique impliquant l'obstruction à l'écoulement du liquide céphalo-rachidien et une seconde hypothèse biomécanique mettant en jeu une force de traction de la moelle épinière excessive.

Les traitements médicamenteux tentent de prendre en charge la douleur de l'animal et de diminuer la pression du LCR ; les traitements chirurgicaux proposent de redonner du mouvement aux LCR en décomprimant la base crânienne ou de diminuer la tension de la moelle épinière par section du *filum terminale*.

Face à ces traitements lourds, onéreux, invasifs, parfois insatisfaisants et aux éventuels effets secondaires, les propriétaires de Cavalier King Charles atteints de SM/CM sont à la recherche d'une prise en charge différente telle que peut le proposer l'ostéopathie.

Plus qu'une discipline alternative, l'ostéopathie est envisagée comme une thérapeutique complémentaire dans une vision de la médecine vétérinaire intégrative, qui cherche à combiner les meilleures options thérapeutiques au bénéfice de la santé de ses patients.

Loin de pouvoir prétendre réduire une hernie cérébelleuse, le traitement ostéopathique vise le soulagement de l'animal et le ralentissement de la progression de la maladie, quand cela est possible.

En s'appuyant sur les deux hypothèses de pathogénie de la SM/CM, ce présent mémoire a porté son attention sur l'implication de la dure-mère dans la bonne circulation du liquide céphalo-rachidien et sur celle de l'état de tension de la moelle épinière. Ces deux tissus ont été abordés par le prisme de deux concepts ostéopathiques : le mécanisme respiratoire primaire et la force de traction médullaire. Ces deux approches permettent d'envisager la syringomyélie sous un aspect dynamique en proposant de redonner tout le mouvement et donc la fonction à ces tissus ; elles ouvrent ainsi de nouvelles perspectives thérapeutiques.

Malgré l'apparente opposition de ces deux approches dans leur conception, force est de constater qu'elles sont assez proches et tout à fait compatibles ; l'implication des deux tissus semblant être systématique lors de SM/CM.

Bien que la place de la moelle épinière et des méninges soit centrale dans la prise en charge ostéopathique d'une SM/CM, le praticien portera son attention sur toute autre structure en dysfonction et œuvrera à sa normalisation.

Afin d'aller plus avant sur les preuves des bénéfices de l'ostéopathie dans la prise en charge d'une SM/CM, il serait intéressant de conduire une étude sur 2 lots de Cavaliers King Charles, l'un bénéficiant de soins ostéopathiques et l'autre pas. Les critères de cette étude pourraient porter sur l'évaluation de la douleur, la mesure de la tension médullaire, de la pression du LCR et la vitesse de progression de la maladie.

Au-delà des considérations thérapeutiques de la SM/CM, au vu de la prévalence élevée de cette maladie, de son caractère héréditaire et handicapant, l'implication des éleveurs dans la sélection de leurs reproducteurs paraît indispensable pour diminuer l'incidence de cette maladie dont souffre le Cavalier King Charles actuellement.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) https://fr.wikipedia.org/wiki/Cavalier_King_Charles_Spaniel, consulté le 06/03/2021
- (2) THOMAS C., SANCHIS-MORA S., PELLIGAND L., VOLK H., CHURCH D. MCGREEVY P., THOMSON P., BRODBELT D., O'NIEL D. *Prevalence and management of canine Chiari-like malformation/syringomyelia recorded in primary-care practice in England*. BSAVA Conf. April 2015. Abstract Pg. 446
- (3) <https://cavalierhealth.org/syringomyelia.htm>, consulté le 15/01/2021
- (4) KNOWLER S.P., SPITERI M., MACFAYDEN A.K., STRINGER F., WELLS K., RUSBRIDGE C. *Morphometric analysis of brachycephalic features identified by machine learning technique in dogs with/without syringomyelia*. ACVIM Forum Abstract N-14. June 2018.
- (5) CROSS C., KNOWLER S.P., MCFAYDEN A.K., JONANOVIC J., TAURO A., DRIVER C.J., FITZPATRICK N., RUSBRIDGE C. *Use of Morphometric Mapping to Characterise Symptomatic Chiari-Like Malformation, Secondary Syringomyelia and Associated Brachycephaly in the Cavalier King Charles Spaniel*. PLOS One. January 2017.
- (6) RUSBRIDGE C., *New considérations about Chiari-like malformation, syringomyelia and their management*, IN PRACTICE, June 2020, p. 252-567
- (7) KNOWLER S.P., DUMAS, SPIRETI, MCFADYEN A.K., STRINGER, WELLS, RUSBRIDGE C., (2020) *Facial changes related to brachycephaly in Cavalier King Charles spaniels with Chiari-like malformation associated pain and secondary syringomyelia*. Journal of veterinary internal medicine 34, 237-246
- (8) CROSS C., KNOWLER S.P., MCFAYDEN A.K., JONANOVIC J., TAURO A., DRIVER C.J., FITZPATRICK N., RUSBRIDGE C. *Forebrain conformation changes in Chiari-like malformation*. J. Small Anim. Pract. May 2016;57(Suppl. 1):63-64
- (9) GONZALEZ S.C., OLBY N.J., GRIFFITH E.H. *Medullary Position at the Craniocervical Junction in Mature Cavalier King Charles Spaniels: Relationship with Neurologic Signs and Syringomyelia*. J.Vet.Int.Med. April 2015.
- (10) CROSS H.R., CAPPELLO R., RUSBRIDGE C. *Comparison of cerebral cranium volumes between cavalier King Charles spaniels with Chiari-like malformation, small breed dogs and Labradors*. J Small Anim. Pract. 2009 Aug; 50(8):399-405
- (11) KNOWLER S.P., GALEA G.L., RUSBRIDGE C. *Morphogenesis of canine Chiari malformation and secondary syringomyelia: Disorders of cerebrospinal fluid circulation*. Front. Vet. Sci. July 2018;doi: 10.3389/fvets.2018.00171
- (12) ROYO-SALVADOR M.B. : *Siringolielia, escoliosis y malformacon de Arnold-Chiari idiopaticas. Etiologia comun*. Revista de neurologia. 1996, 24(132). 937-959.
- (13) STOODLEY M., FLINT G., RUSBRIDGE C. (2014) *The filling mechanism*. In *Syringomyelia: A Disorder of CSF Circulation*. Springer. pp 87-101
- (14) BOISSELEAU A. (2012) *La force de traction médullaire : étude bibliographique*. Thèse de Doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes Oniris. France. 95-101, 123-128
- (15) PARKER J. E., KNOWLER S. P., RUSBRIDGE C., NOORMAN E. & JEFFERY N. D. (2011) *Prevalence of asymptomatic syringomyelia in Cavalier King Charles spaniels*. Vet Record 168, 667
- (16) VITE H., CROSS J. ; *Correlating Magnetic Resonance Findings with Neuropathology and Clinical Signs in Dogs and Cats*. Vet.Rad. & Ultra. Mar/Apr 2011; 52(1),Supp. 1:S23–S31

- (17) KROMHOUT K., BHATTI S., VAN HAM L., VAN BREE H., GIELEN I. *Comparison of MRI and CT for the detection of cerebellar (foramen magnum) herniation in Cavalier King Charles spaniels*. Ghent Univ. Academic Bibliography. 2013.
- (18) LOUGHIN C.A., MARINO D.J., *Medical Infrared Imaging (Thermography) of Type I Thoracolumbar Disk Disease in Chondrodystrophic Dogs*. J Vet Intern Med 2011 (ACVIM 29th Ann. Vet. Med. Forum Abstract Program: Abstract 95B)
- (19) SCHMIDT M., WIGGER A., JAWINSKI S., GOLLA T., KRAMER M. *Ultrasonographic Appearance of the Craniocervical Junction in Normal Brachycephalic Dogs and Dogs with Caudal Occipital (Chiari-like) Malformation*. Vet. Radiology & Ultrasound. Aug 2008; 49(5): 472 - 476.
- (20) MITCHELL T., KNOWLER S., VAN DEN BERG H., SYKES J., RUSBRIDGE C. *Syringomyelia: determining risk and protective factors in the conformation of the Cavalier King Charles Spaniel dog*. Canine Genetics & Epidemiology. July 2014
- (21) KNOWLER S.P., GILLSTEDT L., MITCHELL T., JONANOVIC J., VOLK H. A., RUSBRIDGE C. *Pilot study of head conformation changes over time in the Cavalier King Charles spaniel breed*. Vet. Rec. January 2019;doi: 10.1136
- (22) ORTINACE N., VITALE S., AKIN E., BEASLEY M., SHORES A., *Foramen magnum decompression surgery in 23 Chiari-Like malformation patients 2007-2010 : outcomes and owner survey results*, CVJ, vol 56, Marx 2015, p. 288-291
- (23) DEWEY C., MARINO D., BAILEY K., LOUGHIN C., BARONE G., BOLOGNESE P., MILHORAT T., POPPE D. *Foramen Magnum Decompression with Cranioplasty for Treatment of Caudal Occipital Malformation Syndrome in Dogs*. Veterinary Surgery 2007 Jul;36 (5), 406–415
- (24) <http://www.makepaingoaway.com/>, consulté le 15/01/2021
- (25) SHAW T., MCGONNELL I., DRIVER C., RUSBRIDGE C., VOLK H., *Increase in Cerebellar Volume in Cavalier King Charles Spaniels with Chiari-like Malformation and Its Role in the Development of Syringomyelia*. PLoS ONE; April 2012; 7(4):e33660.
- (26) TUBBS R.S., OAKES W.J. et al : *The relationship of the spinal cord to scoliosis*, J. Neurosurg, 2004 Niv, 101, 228-233.
- (27) MILHORAT T.H., BOLOGNESE P.A., et al. *Association of Chiari malformation type I and Tethered cord syndrome : preliminary results of sectioning filum terminale*. Sur Neurol, 2009, Jul, 72(1). 20-35
- (28) YAMADA S. et al : *Pathophysiology of tethered cord and similar complex disorders*. Neurosurg Focus, 2007, 23(2).
- (29) ZIDAN N., FENN J., GRIFFITH E., EARLY P., MARIANI C., MUNANA K., GUEVAR J., OLBY N., *The Effect of Electromagnetic Fields on Post-Operative Pain and Locomotor Recovery in Dogs with Acute, Severe Thoracolumbar Intervertebral Disc Extrusion: A Randomized Placebo-Controlled, Prospective Clinical Trial*. J. Neurotrauma. August 2018;35:1726-1736
- (30) O'LEARY D.J., *Acupuncture as an aid to treatment of Chiari-like malformation (CM)/syringomyelia (SM) in a Cavalier King Charles spaniel (CKCS)*. Vet. Rec. Case Rept. September 2016;4
- (31) SUTHERLAND WG. 1939-1962. *Textes fondateurs de l'ostéopathie dans le champ crânien*, Textes traduits, corrigés et rassemblés par Henry O. Louwette, Editions Sully, 2002 ; 336p.
- (32) BRUSSEL S., MEYER R. *Le corps auto-guérisseur - Thérapie manuelle bioénergique*. Editions Dervy, 2011 ; 114-131.
- (33) EVRARD P. *Ostéopathie vétérinaire : Introduction à l'ostéopathie cranio-sacrée appliquée au cheval*. Editions Olivier, Thy-le-Chateau, 2002 :156p : 41-57.
- (34) CHENE P., *La force de traction médullaire, 1. Méninges et Moelle épinière*. Ostéo4patte N°3, Les fiches de l'Ostéo4pattes, sept 2006, 1-4.
- (35) COLOMBO J.C., *Ostéopathie crânio-sacrée, enseignement IMAOV*, 2016
- (36) LAFOUGE P. (2018), *Recueil de cas cliniques*, Oniris, Nantes, France. Lexique, p.9

- (37) LAPIERRE O. (2019), *Recueil de cas cliniques d'ostéopathie*, Oniris, Nantes, France. Glossaire, p.21
- (38) MERCADAL A.R. de A., *L'importance de la force de traction médullaire en ostéopathie*, revue SDO-Ostéo4pattes, 30/05/2007 modifié le 31/10/2020
- (39) CHENE P., *Ostéopathie et excès de FTM chez le chien et le chat*, Ostéo4pattes N°11, Les fiches de l'Ostéo4pattes, décembre 2008,1-4.
- (40) CHARVE BIOT M., *Dune : le cervelet qui démange*, revue SDO-Ostéo4pattes, 5 mars 2016.
- (41) BUSQUET L. *L'ostéopathie crânienne*. 4^{ème} édition. Editions Frison Roche, 1999 ; 451p : 51-7.

ABREVIATIONS

BAER :	Brainstem Auditory Evoked Response
CKC :	Cavalier King Charles
CM :	Malformation de type Chiari
FTM :	Force de Traction Médullaire
IRM :	Imagerie par Résonance Magnétique
MITI :	Medical Infrared Thermal Imaging
MRP :	Mécanisme Respiratoire Primaire
MTR :	Membranes de Tension Réciproque
SM :	SyringoMyélie
SM/CM :	SyringoMyélie associée à une Malformation de type Chiari
SNC :	Système Nerveux Central

LISTE DES TABLEAUX ET ILLUSTRATIONS

Tableau I :	Médicaments utilisables dans la gestion de la CM/SM28
Illustration 1 :	IRM d'un CKC, visualisation d'un syrinx cervical28
Illustration 2 :	IRM d'une CKC de 1 an28
Illustration 3 :	Chronologie possible des différents stades de malformation de Chiari chez l'Homme 29
Illustration 4 :	Images IRM de CKC29
Illustration 5 :	Images IRM de CKC30
Illustration 6 :	IRM d'un CKC de 5 ans – Scanner du même chien30
Illustration 7 :	Imagerie thermique infrarouge médicale de la syringomyélie chez le CKC30
Illustration 8 :	Réponse évoquée auditive du tronc cérébral30
Illustration 9 :	Mesures du crâne des CKC31
Illustration 10 :	Algorithme de traitement de la SM/CM31
Illustration 11 :	Zone d'intervention chirurgicale lors de décompression crânio-cervicale32
Illustration 12 :	Chirurgie de décompression crânio-cervicale et pose d'un treillis de titane.....32
Illustration 13 :	Mise en place d'un shunt syringo-subarachnoïdien32
Illustration 14 :	Traitement des régions crânienne et cervicale par acupuncture33
Illustration 15 :	Mobilité de la dure-mère spinale, transmission des fluctuations du LCR33
Illustration 16 :	Ventricules cérébraux et circulation du LCR 33
Illustration 17 :	Insertion du <i>filum terminale</i> sur les premières vertèbres coccygiennes chez le cheval 34
Illustration 18 :	Organisation de la dure-mère dans le crâne34
Illustration 19-a :	Ecoute de la faux du cerveau chez le chien35
Illustration 19-b :	Ecoute de la faux du cerveau et de l'éthmoïde chez le chien, technique à un doigt35
Illustration 19-c :	Ecoute du crâne postérieur35
Illustration 19-d :	Ecoute de la tente du cervelet, contrôle simultané des attaches de la faux35
Illustration 20 :	Représentation des hélices fasciales chez le chien36

Tableau I : Médicaments utilisables dans la gestion de la CM/SM d'après Rusbridge et al. (3)

Explanatory notes

CM-Pain - vocalization, head scratching/rubbing, reduced activity, reduced stairs / jumping ability, spinal pain, altered emotional state (behavioural change to more timid, anxious or aggressive), sleep disturbance and touch aversion

SM-S - phantom scratching; gait abnormalities (weakness and postural deficits or reduced ability to know where limb is in space) and scoliosis

Unlicensed drugs used in the medical management of CM-Pain and SM-S

Drug	Dose
Analgesics	
NSAIDs	As per data sheet
Paracetamol (Acetaminophen)	10mg/kg PRN up to T1D (NOT CATS)
Adjuvant analgesics	
Gabapentin	10-20mg/kg BID / TID
Pregabalin	5-10mg/kg BID / TID
Topiramate	10mg/kg TID (DOG) 2.5-10mg/kg BID (CAT)
Amantadine	3-5mg/kg PO SID
Memantine	0.3 – 1 mg/kg BID
Amitriptyline	0.25 – 2 mg/kg PO SID / BID
(Possible) CSF reducing drugs	
Omeprazole	0.5-1.5mg/kg PO SID / BID
Cimetidine	5-7mg/kg PO TID
Acetazolamide	4-8 mg/kg SID
Corticosteroids	
Prednisone / Prednisolone / methylprednisolone	0.5mg/kg PO SID then decrease to lowest possible ideally alternate day dose that controls signs
Cannabinoids	
Cannabidiol (CBD oil / hemp extract)	2mg/kg BID

PRN - pro re nata (as needed), PO – per os (by mouth); SID – once daily, BID – twice daily, TID- three times daily.

Important points

- None of drugs listed above are licensed for veterinary medicine (with exception of NSAIDs and cimetidine).
- Doses are that used by author. Unless otherwise indicated start at the low end of the dose range and make increases based on effect and absence of adverse effects.
- All drugs should be prescribed by a veterinary surgeon who should refer to a formulary for drug adverse effects / drug interactions / titration and tapering details.
- Effect assessed over a 2 to 4-week period except amantadine, memantine and amitriptyline which require at least 4 weeks to assess effectiveness.
- Assess haematology and biochemistry before starting drugs and reassess at a minimum annually for animal receiving long term medication.
- Gabapentin and pregabalin are Schedule 3 controlled drugs under the Misuse of Drugs Regulations 2001, and Class C of the Misuse of Drugs Act 1971.
- The effect of omeprazole and cimetidine on CSF production is unproven, the benefit anecdotal and recently disputed by recent studies (Girod and others 2016).
- Dose of CBD oil is based on the only published canine study (Gamble, Boesch et al. 2018) that assessed CBD oil for pain associated with osteoarthritis. Most commercial preparations do not contain enough compound to be able to achieve this dose easily. The UK Veterinary Medicine Directorate considers that veterinary products containing cannabidiol are veterinary medicines and therefore can only be administered with a veterinary prescription.

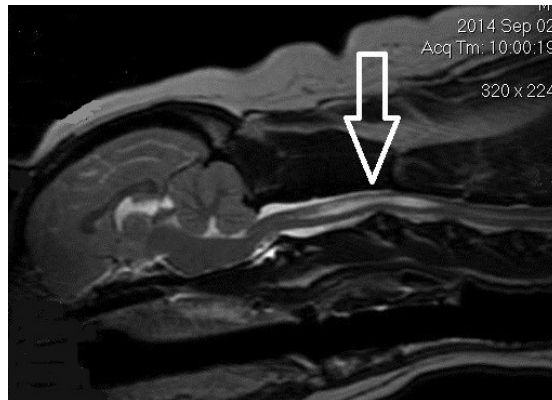


Illustration 1 : IRM d'un CKC, visualisation d'un syrinx cervical (en blanc) d'après Rusbridge (3)

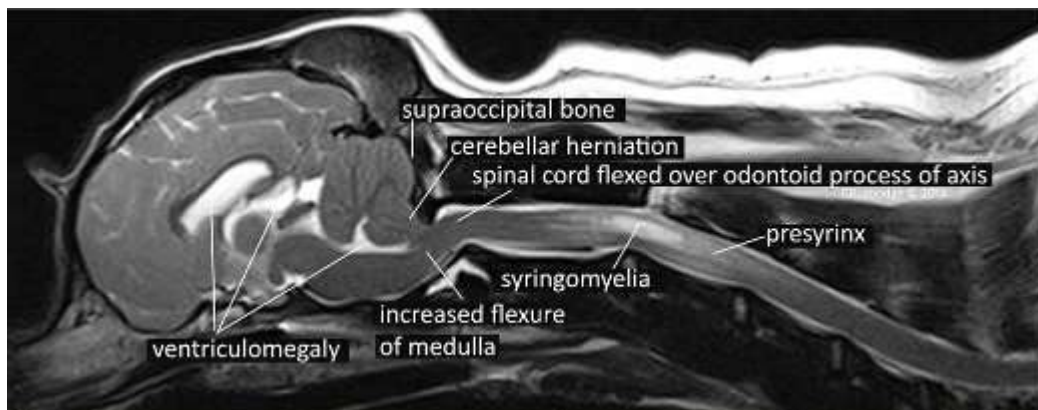


Illustration 2 : IRM d'une CKC de 1 an, visualisation de la hernie cérébelleuse, du syrinx, de la dilatation ventriculaire, de l'inflexion de la moelle épinière en regard de l'odontoïde, d'après Rusbridge (3)

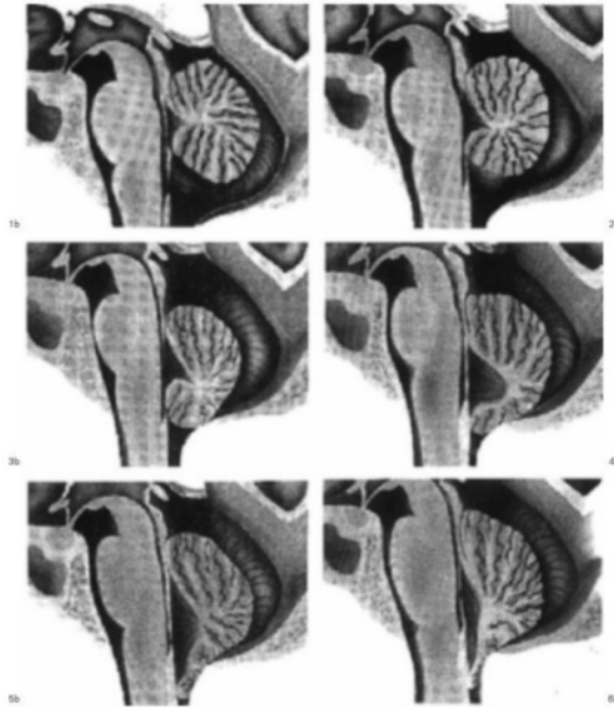


Illustration 3 : Chronologie possible des différents stades de malformation de Chiari chez l'Homme selon Royo-Salvador (12)

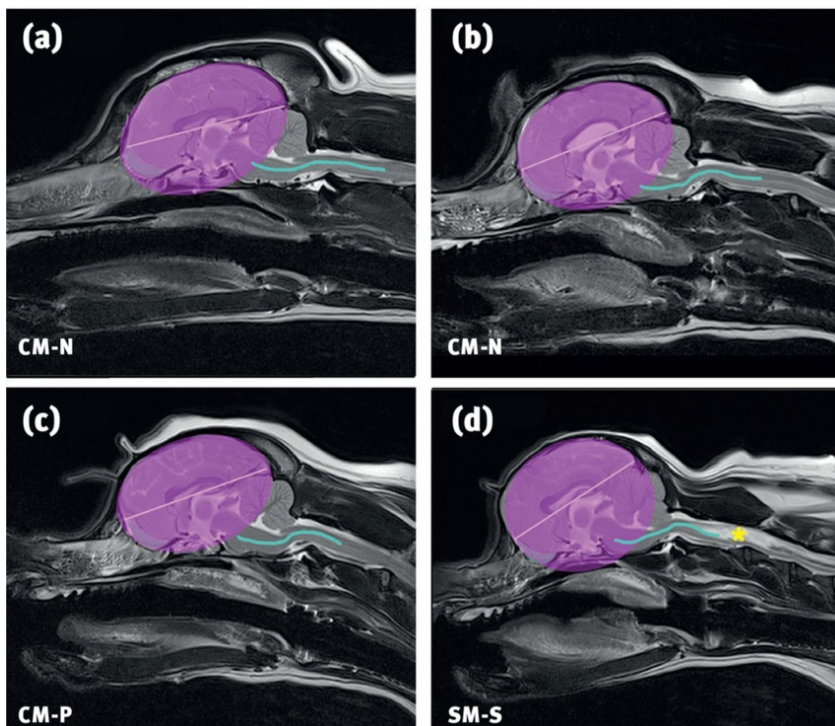


Illustration 4 : Images IRM de CKC a) sans CM, b) avec CM débutante non symptomatique, c) avec une CM clinique et d) CKC avec CM et SM cliniques d'après Rusbridge (6)

En rose, le cerveau et la modification de son axe rostro-caudal. En bleu, la courbure de la moelle épinière cervicale. En jaune, un syrinx.

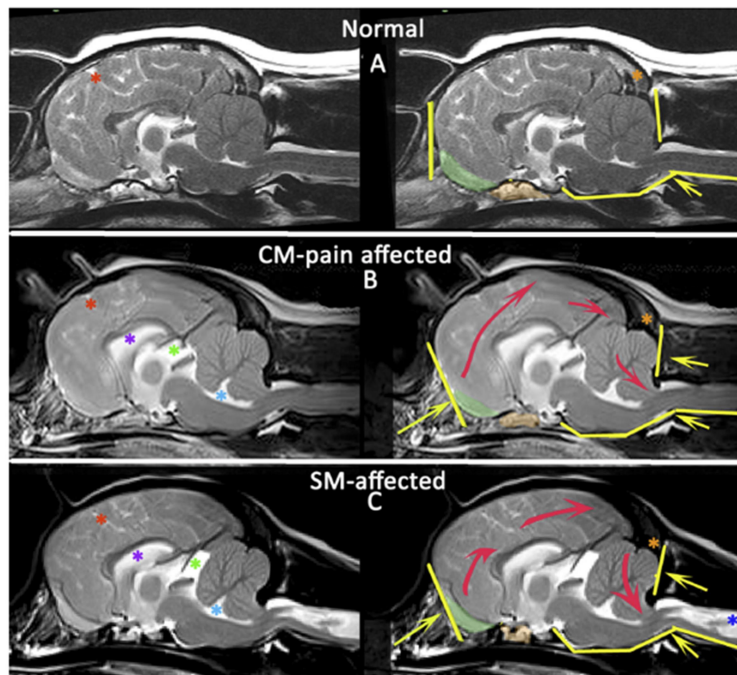


Illustration 5 : Images IRM de CKC A, sans CM ni SM, B, avec une CM clinique et C, avec une SM/CM clinique d'après Rusbridge (6)

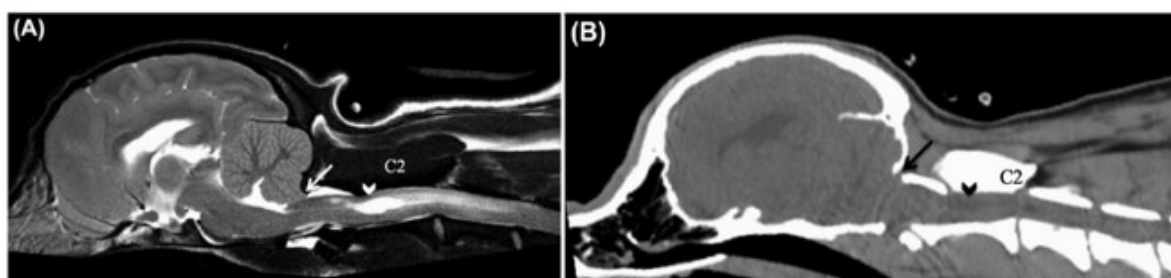


Illustration 6 : IRM d'un CKC de 5 ans (A), Scanner du même chien (B) d'après Kromhout et al. (17)

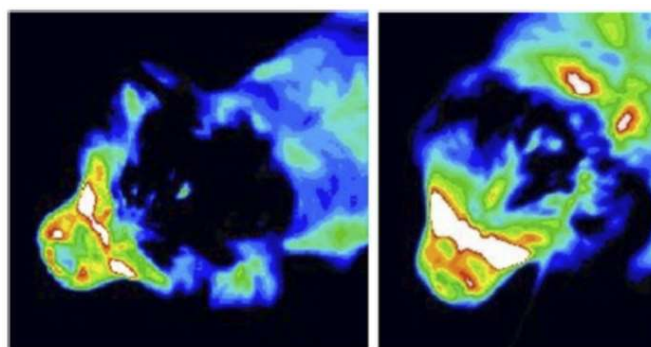


Illustration 7 : Imagerie thermique infrarouge médicale de la syringomyélie chez le CKC d'après Marino et al. (18) A droite, CKC sans SM, à gauche CKC avec SM



Illustration 8 : Réponse évoquée auditive du tronc cérébral d'après Dewey et al. (3)

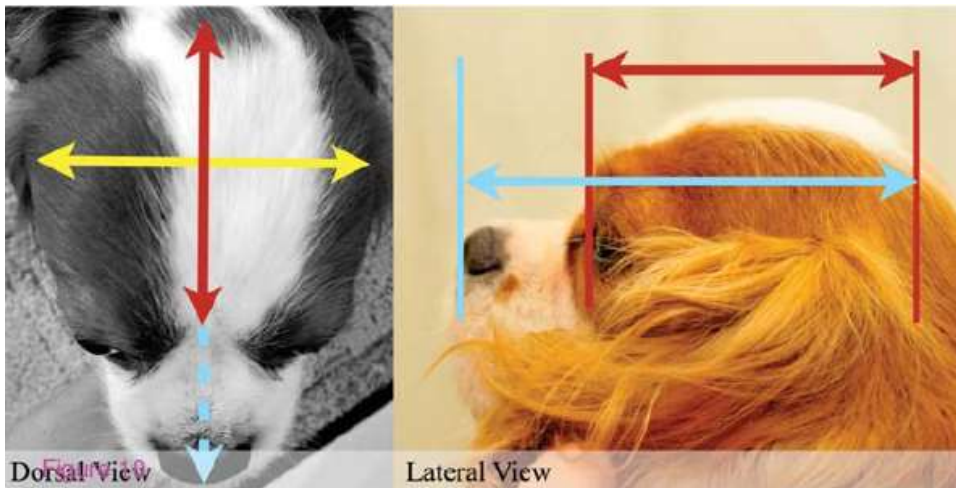


Illustration 9 : Mesures du crâne des CKC d'après Mitchell et al. (20)

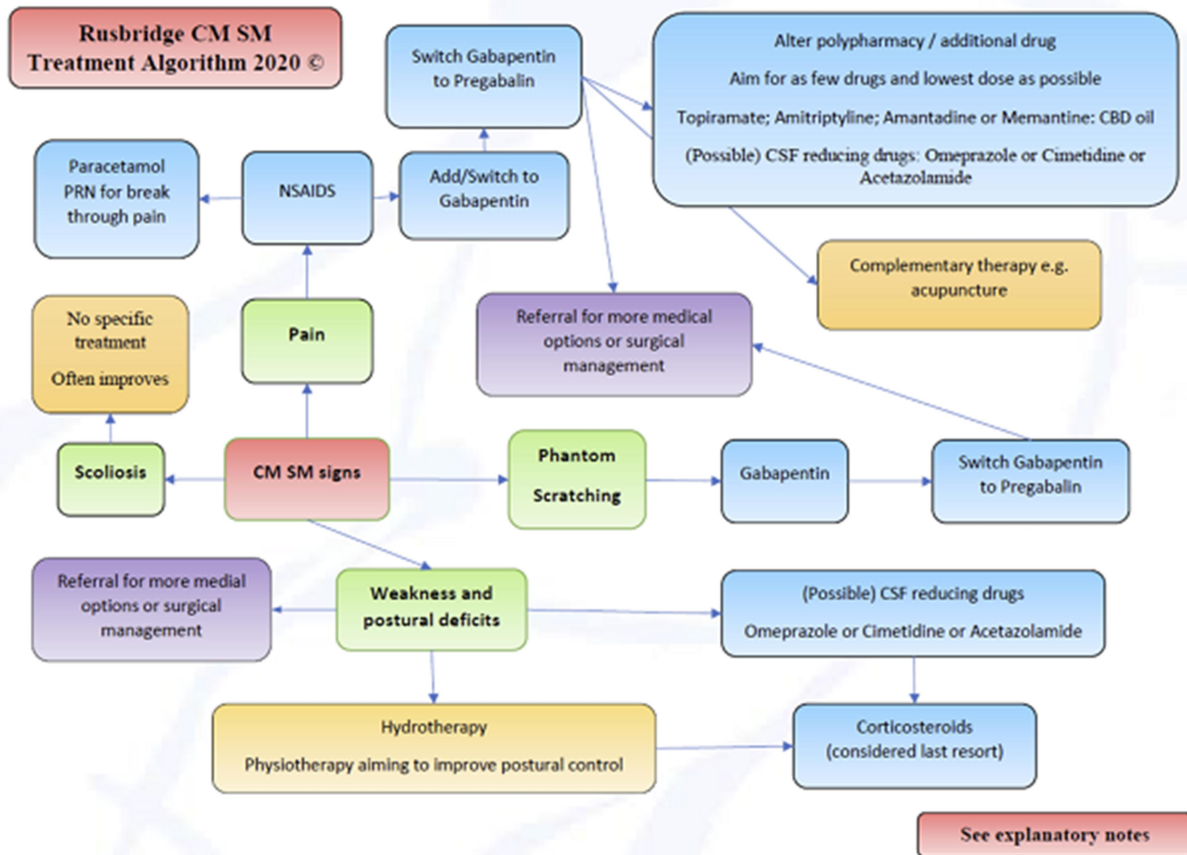


Illustration 10 : Algorithme de traitement de la SM/CM d'après Rusbridge (6)

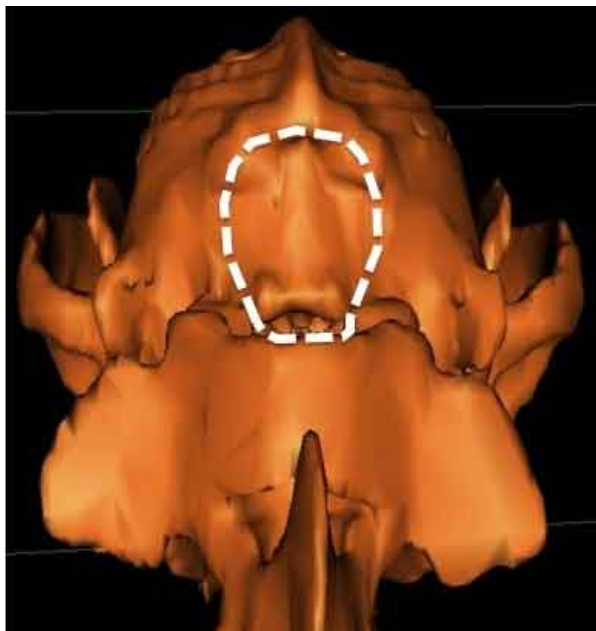


Illustration 11 : Zone d'intervention chirurgicale lors de décompression crânio-cervicale d'après Dewey et al. (23)

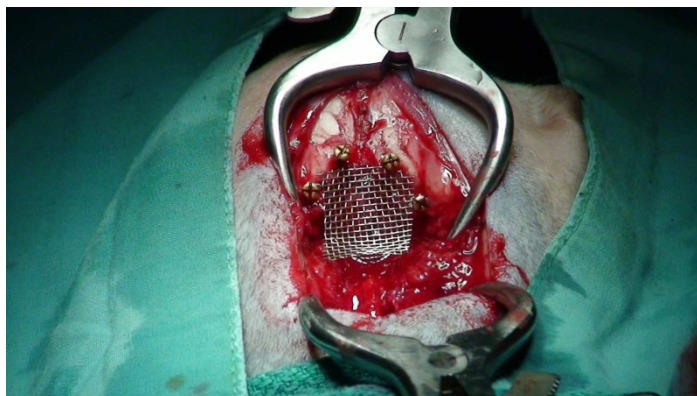


Illustration 12 : Chirurgie de décompression crânio-cervicale et pose d'un treillis de titane d'après Dewey et al. (23)

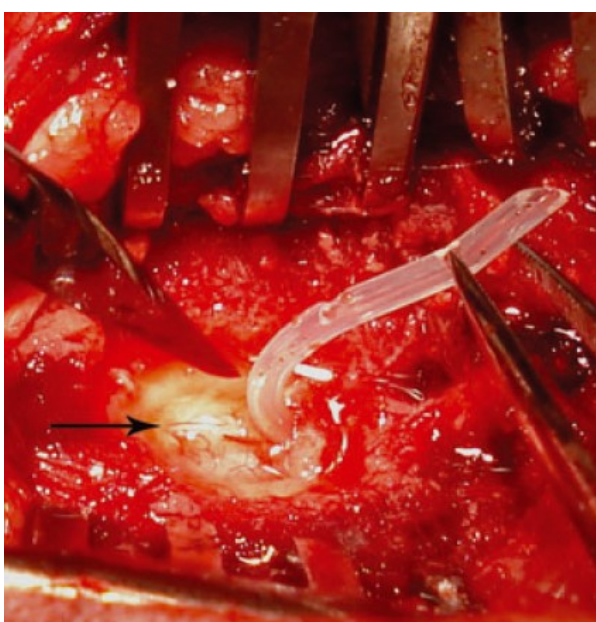


Illustration 13 : Mise en place d'un shunt syngo-subarachnoïdien d'après Driver et al. (25)



Illustration 14 : Traitement des régions crânienne et cervicale par acupuncture d'après O'Leary (30)

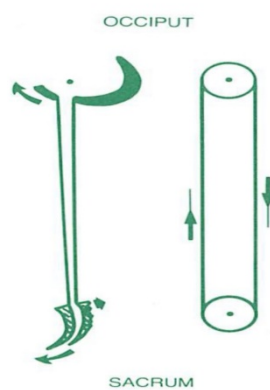


Illustration 15 : Mobilité de la dure-mère spinale, transmission des fluctuations du LCR d'après Busquet (41)

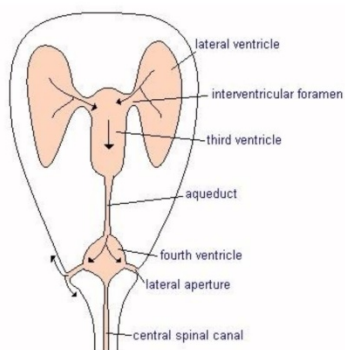


Illustration 16 : Ventricules cérébraux et circulation du LCR d'après Driver et al. (3)

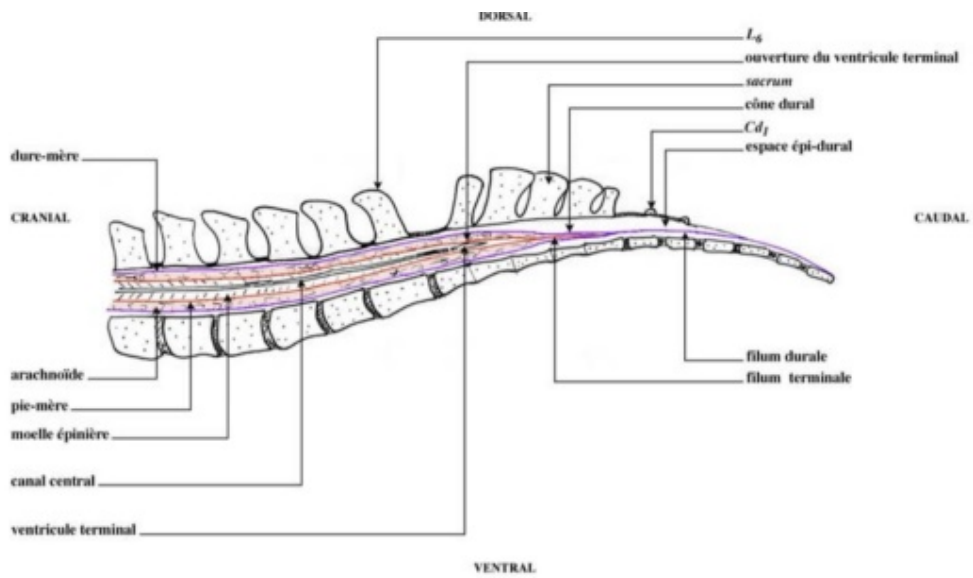


Illustration 17 : Insertion du filum terminale sur les premières vertèbres coccygiennes chez le cheval d'après Chêne (34)

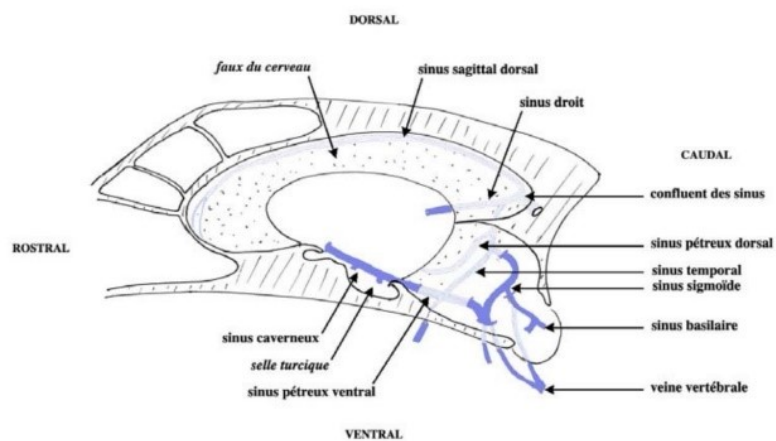


Illustration 18 : Organisation de la dure-mère dans le crâne d'après Chêne (34)



Illustration 19-a : Ecoute de la faux du cerveau chez le chien d'après Colombo (35)



Illustration 19-b : Ecoute de la faux du cerveau et de l'éthmoïde chez le chien, technique à un doigt d'après Colombo (35)



Illustration 19-c : Ecoute du crâne postérieur d'après Colombo (35)

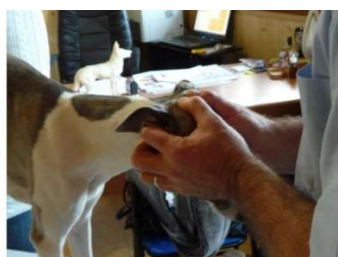


Illustration 19-d : Ecoute de la tente du cervelet, contrôle simultané des attaches de la faux d'après Colombo (35)

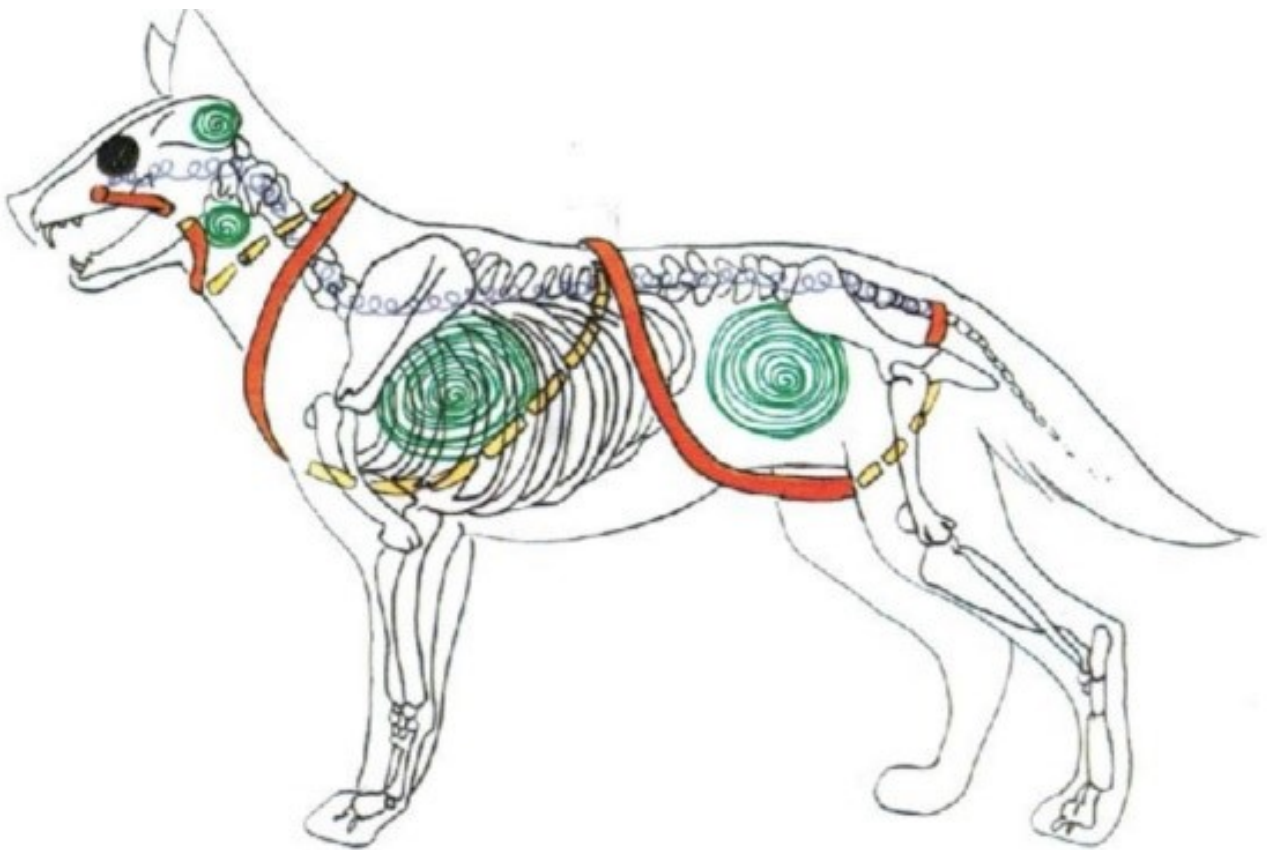


Illustration 20 : Représentation des hélices fasciales chez le chien d'après Chêne (14)
En bleu : la FTM. En orange : l'hélice fasciale/torsion physiologique. En vert : les viscères sous forme de ressorts