

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

Année 2017

**TRAITEMENT DE LA DYSPLASIE DU COUDE
ASSOCIÉE À UNE MALADIE DU
COMPARTIMENT MÉDIAL CHEZ LE CHIEN :
RÉSULTATS ET COMPLICATIONS**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

le 26 janvier 2017

par

Clémence, Marie, Pascale CAMUS

Née le 13 décembre 1991 à Hayange (Moselle)

JURY

Président : Pr. COMPAGNON

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : Mme VIATEAU

Professeur à l'ENVA

Assesseur : M CHATEAU

Professeur à l'ENVA

Liste des membres du corps enseignant

Directeur : M. le Professeur Gogny Marc

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : Cotard Jean-Pierre, Mialot Jean-Paul, Moraillon Robert, Parodi André-Laurent, Pilet Charles, Toma Bernard.

Professeurs émérites : Mme et MM. : Bénét Jean-Jacques, Chermette René, Combrisson Hélène, Courreau Jean-François, Deputte Bertrand, Niebauer Gert, Paragon Bernard, Pouchelon Jean-Louis.

Département d'élevage et de pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - Adjoint : Pr Blot Stéphane

<p>Unité pédagogique de cardiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Chetboul Valérie* - Dr Gkouni Vassiliki, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de clinique équine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Audigé Fabrice - Dr Bertoni Lélia, Maître de conférences - Dr Bourzac Céline, Maître de conférences contractuelle - Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier * - Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier - Dr Mespouhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier - Dr Moiroud Claire, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de médecine interne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Benchekroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Canonne-Guilbert Morgane Maître de conférence contractuel - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticien hospitalier - Dr Maurey-Guéneq Christelle, Maître de conférences <p>Discipline : imagerie médicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Stambouli Fouzia, Praticien hospitalier 	<p>Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cléro Delphine, Maître de conférences - Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier - Dr Nudelmann Nicolas, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie chirurgicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Fayolle Pascal - Dr Mailhac Jean-Marie, Maître de conférences - Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences - Pr Moissonnier Pierre - Pr Viateau-Duval Véronique* <p>Discipline : anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Zilberstein Luca, Maître de conférences <p>Discipline : ophtalmologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences <p>Discipline : nouveaux animaux de compagnie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier
--	---

Département des Productions Animales et de la Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

<p>Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Augustin Jean-Christophe - Dr Bolnot François, Maître de conférences * - Pr Carlier Vincent <p>Unité pédagogique de maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Dufour Barbara* - Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia - Dr Praud Anne, Maître de conférences - Dr Rivière Julie, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie des animaux de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Adjou Karim* - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences - Pr Millemann Yves - Dr Ravary-Plumioën Bérangère, Maître de conférences - Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier 	<p>Unité pédagogique de reproduction animale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr El Bay Sarah, Praticien hospitalier - Dr Mauffré Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel <p>Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Pr Bossé Philippe* - Dr De Paula Reis Alline, Maître de conférences - Pr Grimard-Ballif Bénédicte - Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences - Pr Ponter Andrew - Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier
--	--

Département des sciences biologiques et pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Chateau Henry - Adjoint : Dr Pilot-Storck Fanny

* responsable d'unité pédagogique

<p>Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Degueurce Christophe - Pr Robert Céline* <p>Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Boulouis Henri-Jean* - Pr Eloit Marc - Dr Le Poder Sophie, Maître de conférences - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences - Pr Quintin-Colonna Françoise <p>Unité pédagogique de biochimie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Bellier Sylvain* - Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier - Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences <p>Discipline : éducation physique et sportive</p> <ul style="list-style-type: none"> - M. Philips Pascal, Professeur certifié <p>Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques* - Dr Laloy Eve, Maître de conférences - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences 	<p>Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Dr Desquilbet Loïc, Maître de conférences (Biostatistique, Epidémiologie) * - Dr Fournel Christelle, Maître de conférences contractuelle (Gestion et management) <p>Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Dr Cochet-Faivre Noëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC) - Dr Darmon Céline, Maître de conférences contractuelle (rattachée au DEPEC) - Pr Guillot Jacques* - Dr Polack Bruno, Maître de conférences - Dr Risco-Castillo Véronica, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Enriquez Brigitte, - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences * - Pr Tissier Renaud <p>Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique) - Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Dr Gilbert Caroline, Maître de conférences (Ethologie) - Pr Panthier Jean-Jacques (Génétique) - Dr Pilot-Storck Fanny, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Tiret Laurent, (Physiologie, Pharmacologie) *
--	--

REMERCIEMENTS

Au Professeur

De la faculté de Médecine de Créteil

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse

Avec ma gratitude et mes hommages respectueux

A Madame le Professeur Véronique VIATEAU

De l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort

Pour m'avoir proposé ce sujet, pour votre confiance, pour vos conseils et votre disponibilité

En témoignage de mes remerciements les plus sincères et les plus respectueux

A Monsieur le Professeur Henry CHATEAU

De l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort

Qui m'a fait l'honneur de participer à mon jury de thèse

Et pour avoir accepté de juger ce travail

Sincères remerciements

LISTE DES ABRÉVIATIONS

° : Degrés
% : Pourcent
ACP : Plasma autologue conditionné
AD-CSMs : Cellules souches issues du tissu adipeux
AH : Acide hyaluronique
AINS : Anti-inflammatoires non stéroïdiens
AIS : Anti-inflammatoires stéroïdiens
BM-CSMs : Cellules souches issues de moelle osseuse
BODPUO : Bi-Oblique Dynamic Proximal Ulnar Osteotomy
BURP : Biceps Brachial Ulnar Release Procedure
COX : Cyclooxygénase
CSMs : Cellules souches
CUE : Arthroplastie unicompartmentale du coude
DUO : Distal Ulnar Osteotomy
EGF : Facteurs de croissance endothéliaux
FC : Facteurs de croissance
FGF : Facteurs de croissance issus des fibroblastes
FPCM : Fragmentation du processus coronoïde médial
HN : Hyaluronate de sodium
IL : Interleukine
IRM : Imagerie par résonance magnétique
J/cm² : Joules par centimètre carré
Kg : Kilogrammes
MCM : Maladie du compartiment médial
Mm : Millimètres
NO : Monoxyde d'azote
NUPA : Non union du processus anconé
OAT : Autogreffe ostéochondrale
OCD : Ostéochondrite dissécante
PAUL : Proximal Abducting ULnar Osteotomy
PCM : Processus coronoïde médial
PDGF : Facteurs de croissance issus des plaquettes
PLGA : Acide polylactiqueglycolique
PPS : Pentosane polysulfate
PrP : Plasma enrichi en plaquettes
PUO : Proximal Ulnar Osteotomy
PVF : Force verticale maximale
RLCA : Rupture du ligament croisé antérieur
SCO : Subtotal Coronoid Osteotomy
SHO : Sliding Humeral Osteotomy
TATE : Arthroplastie totale du coude
TEA : Total Elbow Arthroplasty
TGF bêta : Facteurs de croissance issus des facteurs de croissance bêta transformés
TNF : Facteur de nécrose tumorale
UHMW : polyéthylène de masse molaire élevée
US : Ultrasons
VEGF : Facteurs de croissance vasculaires endothéliaux
WALT : World Association for Laser Therapy

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES FIGURES.....	4
TABLE DES TABLEAUX.....	5
INTRODUCTION	7
PREMIÈRE PARTIE : ANATOMIE DESCRIPTIVE ET FONCTIONNELLE DU COUDE.....	9
A/ Anatomie descriptive de l'articulation du coude	11
1/ LES FORMATIONS OSSEUSES	11
a/ L'HUMÉRUS	11
b/ LE RADIUS	12
c/ L'ULNA.....	12
2/ LES FORMATIONS LIGAMENTAIRES	13
3/ LES FORMATIONS MUSCULAIRES	15
4/ LES FORMATIONS NERVEUSES ET VASCULAIRES	16
B/ Anatomie fonctionnelle du coude	18
1/ L'ARTICULATION HUMÉRO-RADIALE.....	18
2/ L'ARTICULATION HUMÉRO-ULNAIRE.....	18
3/ L'ARTICULATION RADIO-ULNAIRE.....	18
DEUXIEME PARTIE : LA MALADIE DU COMPARTIMENT MÉDIAL.....	19
A/ ÉTIOPATHOGÉNIE	21
1/ Facteurs génétiques	21
2/ Facteurs environnementaux	22
B/ PHYSIOPATHOLOGIE DE LA MCM.....	23
1/ Ostéochondrite disséquante du condyle huméral médial	23
2/ Fragmentation du processus coronoïde médial	23
a/ Ostéochondrose.....	23
b/ Incongruences articulaires.....	24
1/ Croissance asynchrone du radius et de l'ulna : incongruence radio-ulnaire.....	25
2/ Incongruence huméro-ulnaire	25
c/ Développements asynchrones des formations osseuses et musculo-tendineuses	26
C/ DIAGNOSTIC	28
1/ Diagnostic de suspicion	28
2/ Diagnostic de certitude.....	29
a/ Radiographie	29
b/ Tomodensitométrie	33
c/ IRM	34
d/ L'arthroscopie du coude.....	34
3/ Diagnostic différentiel.....	35
TROISIEME PARTIE : TRAITEMENTS CHIRURGICAUX DE LA DYSPLASIE DU COUDE ASSOCIÉE À UNE MALADIE DU COMPARTIMENT MEDIAL.....	37
A/ INTÉRÊT DE LA PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE VIS-A-VIS DE LA PRISE EN CHARGE MÉDICALE.....	39
B/ LA PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE	39
1/ LES INDICATIONS ET LES CONTRE-INDICATIONS.....	39
a/ Fragmentation, fissure ou éburnation articulaire	39
b/ Incongruences articulaires.....	40
c/ Ostéochondrite dissécante.....	40
d/ Fragmentation du processus coronoïde associée à une ostéochondrite dissécante.....	41

e/	Fragmentation du processus coronoïde associée à des lésions focales en miroir sur le condyle huméral.....	41
f/	Fragmentation du processus coronoïde associée à des lésions étendues en miroir sur le condyle huméral.....	41
g/	Arthrose avancée du coude	42
h/	Arbres décisionnels	42
2/	DESCRIPTION DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES.....	45
a/	Retrait des fragments du processus coronoïde médial	45
1/	Principe	45
2/	Résultats et complications.....	45
3/	Résultats fonctionnels	46
b/	Coronoïdectomie médiale subtotale (Subtotal Coronoid Osteotomy ou SCO)	47
1/	Principe	47
2/	Résultats et complications.....	48
3/	Résultats fonctionnels	49
c/	Ostéotomie ulnaire proximale (Proximal Ulnar Osteotomy ou PUO), double ostéotomie oblique ulnaire proximale (Bi-Oblique Dynamique Proximal Ulnar Osteotomy ou BODPUO) ou ostéotomie ulnaire distale (Distal Ulnar Osteotomy ou DUO).....	51
1/	Principe	51
2/	Résultats et complications.....	55
d/	Ostéotomie ulnaire proximale d'abduction (Proximal Abducting Ulnar Osteotomy ou PAUL).....	58
1/	Principe	58
2/	Résultats et complications.....	59
e/	Ostéotomie humérale coulissante (Sliding Humeral Osteotomy ou SHO).....	61
1/	Principe	61
2/	Résultats et complications.....	62
f/	Ténotomie de l'insertion du biceps brachial (Biceps-Brachial Ulnar Release Procedure ou BURP).....	66
1/	Principe	66
2/	Résultats et complications.....	67
g/	Autogreffe ostéochondrale (OAT)	68
1/	Principe	68
2/	Résultats et complications.....	69
h/	Arthroplasties totales du coude : TEA, TATE et implant Sirius	72
1/	L'arthroplastie totale du coude (Total Elbow Arthroplasty ou TEA) par l'Iowa State Elbow (BioMedtrix).....	72
(i)	Principe.....	72
(ii)	Résultats et complications	72
2/	Le système TATE elbow system™ (BioMedtrix)	76
(i)	Principe.....	76
(ii)	Résultats et complications	77
3/	L'implant Sirius (Osteogen).....	78
(i)	Principe.....	78
(ii)	Résultats et complications	79
i/	Arthroplastie unicompartmentale du coude (CUE, Arthrex).....	79
1/	Principe	79
2/	Résultats et complications.....	81
j/	Arthrodèse du coude	82

1/	Principe	82
2/	Résultats et complications.....	83
C/	TRAITEMENT CONSERVATEUR : PRISE EN CHARGE DE L'ARTHROSE	85
1/	LES INDICATIONS.....	85
2/	MESURES HYGIÉNIQUES	85
3/	TRAITEMENTS PAR VOIE ORALE	86
a/	Mise en place d'Anti Inflammatoires Non Stéroïdiens (AINS).....	86
b/	Les aliments nutraceutiques	86
c/	Autres traitements	89
4/	TRAITEMENTS PHYSIQUES.....	89
a/	La physiothérapie	89
b/	Le laser.....	90
c/	Les ultrasons	91
5/	TRAITEMENTS INTRA-ARTICULAIRES	92
a/	Injection intra articulaire d'acide hyaluronique (AH) : la viscosupplémentation.....	92
b/	Injection intra articulaire de corticoïdes (Anti-Inflammatoires Stéroïdiens ou AIS).....	94
c/	Thérapies cellulaires	95
1/	Le Plasma Enrichi en Plaquettes (Platelet_Rich plasma ou PRP)	95
2/	Les Cellules Souches Mésenchymateuses (CSMs).....	97
D/	Tableau récapitulatif	103
	CONCLUSION.....	105
	BIBLIOGRAPHIE	107

TABLE DES FIGURES

Figure 1 Humérus gauche de chien (Barone, 1980).....	11
Figure 2 Radius et ulna gauches de chien (Barone, 1980).....	12
Figure 3 Vue latérale d'un coude de chien (Constantinescu, 2009).....	14
Figure 4 Vue médiale d'un coude de chien (Constantinescu, 2009).....	14
Figure 5 Vue crâniale d'un coude de chien (Constantinescu, 2009).....	15
Figure 6 Les muscles de la face médiale d'un coude de chien (Bellin, 1997).....	16
Figure 7 Les éléments vasculo-nerveux sur la face médiale d'un coude de chien (Beale, 2003).....	17
Figure 8 Structures vasculaires, nerveuse et musculaires sur une vue médiale d'un coude de chien (Constantinescu, 2009).....	17
Figure 9 Vue radiographique médio-latérale en décubitus latéral (coude en semi flexion) (Kirberger, 1998).....	30
Figure 10 Vue radiographique médio-latérale avec le coude étendu au maximum et le membre en supination de 15° (Kirberger, 1998).....	30
Figure 11 Vue radiographique crânio-caudale en décubitus sternal (Kirberger, 1998).....	31
Figure 12 Vue radiographique oblique crânio-latérale à caudo-médiale en décubitus sternal (Kirberger, 1998).....	31
Figure 13 Visualisation d'une FPCM au sein d'un coude de chien sur un scanner.....	33
Figure 14 Algorithme de décision pour le traitement de la MCM sans pathologie significative du condyle huméral médial (Fitzpatrick, 2009).....	43
Figure 15 Algorithme de décision pour le traitement de la MCM associée à la pathologie du condyle huméral médial. (Fitzpatrick, 2009).....	44
Figure 16 Configuration de la SCO ainsi que la localisation habituelle du fragment sur l'incisure radiale (Fitzpatrick, 2009).....	48
Figure 17 Evaluation clinique de la boiterie des chiens lors de la marche de la part des vétérinaires et des propriétaires après une SCO (Fitzpatrick, 2009).....	49
Figure 18 Principes d'une PUO chez un chien.....	52
Figure 19 : Principe de la BODPUO (Fitzpatrick, 2013).....	53
Figure 20 Principes d'une DUO chez un chien.....	54
Figure 21 Principe d'une PAUL, vue dorso-médiale. Visualisation du transfert des forces du compartiment médial vers le compartiment latéral (Coppieters, 2015).....	59
Figure 22 Résultats cliniques après examen clinique et avis des propriétaires sur neuf mois suite à une PAUL (Vezzoni, 2012).....	60
Figure 23 Radiographie humérale (incidence crânio-caudale) chez un chien traité par SHO (Sage, 2016).....	62
Figure 24 Configuration typique de la BURP avec l'insertion du biceps entourant la partie médiale du processus coronoïde médial (Fitzpatrick, 2009).....	67
Figure 25 Positionnement de deux greffons osseux afin de recouvrir le défaut ostéochondral au sein d'un coude de chien (Fitzpatrick, 2009).....	69
Figure 26 Vues latérales, crâniales et caudales des composants huméral et radio-ulnaire du système TEA (Conzemius, 2003).....	72
Figure 27 Conformation du système TATE (Allen, 2012).....	76
Figure 28 Radiographie (incidence latérale) montrant le positionnement optimal des implants du TATE, l'ostéotomie épicondyalaire médiale est réparée avec deux vis et le composant radio-ulnaire fusionne avec une greffe osseuse et une vis corticale (Allen, 2012).....	77
Figure 29 Radiographie (incidence latérale) illustrant la fixation de l'implant Sirius au sein d'un coude canin (Allen, 2012).....	78
Figure 30 Illustration d'un implant CUE sur un coude de chien (Cook, 2015).....	80
Figure 31 Radiographies post opératoires (incidence crânio-caudale) après l'implantation d'un CUE selon l'approche de ténotomie (à gauche) et d'ostéotomie (à droite) (Cook, 2015).....	80
Figure 32 Radiographies (incidence médio-latérale et crânio-caudale) d'une arthrodèse au sein d'un coude canin. (De Haan, 1996).....	83
Figure 33 Illustration schématique de l'utilisation des CSMs, [143].....	98
Figure 34 Résultats observés après l'injection intra articulaire d'AD-CSMs et d'un placebo à 60 jours post-injection (Harman, 2016).....	99

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Races de chiens présentant une fréquence élevée de dysplasie du coude en Suède (diagnostic basé sur la détection de lésions d'arthrose par radiographie) (Audell, 1995).....	21
Tableau 2. Incidents, accidents et complications associées à l'arthroscopie du coude et leur fréquence (Perry, 2013) ...	45
Tableau 3. Résultats fonctionnels après arthrotomie et arthroscopie à 21-23 mois post opératoires (Meyer Lindenberg, 2003, 2013).....	47
Tableau 4. Complications à court-terme suite à une SCO (Fitzpatrick, 2009).....	49
Tableau 5. Taux de complications et résultats après la réalisation de PUO récoltés auprès de trois études (Bardet, 1996 ; Ness, 1998 et Coggeshall, 2013)	55
Tableau 6. Complications après BODPUO (Caron, 2016)	57
Tableau 7. Résultats fonctionnels (boiterie et douleur) après BODPUO (à 35 semaines post opératoires) (Caron, 2016)	57
Tableau 8. Complications majeures et mineures après une PAUL (Vezzoni, 2012)	59
Tableau 9. Complications et résultats obtenus après réalisation de SHO récoltés auprès de deux études différentes (Fitzpatrick, 2009 et 2013).....	63
Tableau 10. Résultats obtenus après des BURP associées ou non à des SCO (Fitzpatrick, 2010)	67
Tableau 11. Complications obtenues selon les techniques (OAT, OAT et PUO) et la durée et le taux de résolution de la boiterie (Fitzpatrick, 2009)	69
Tableau 12. Résultats de l'arthroscopie à 12 semaines sur des coudes opérés par OAT ou par OAT et PUO (Fitzpatrick, 2009).....	70
Tableau 13. Complications observées suite à la mise en place de TEA lors de deux études différentes (Conzemius, 2001 et 2003).....	73
Tableau 14. Résultats obtenus après l'implantation de TEA au sein de 20 coudes de chiens (Conzemius, 2003)	75
Tableau 15. Complications observées suite à la mise en place d'un implant TATE chez 39 chiens (Acker, 2009).....	77
Tableau 16. Complications rencontrées après un CUE dans deux études différentes (Cook, 2015 et Schulz, 2011).	81
Tableau 17. Fonction des membres opérés dans le cadre de deux études différentes (Cook, 2015 et Schulz, 2011).	82
Tableau 18. Complications rencontrées suite aux arthrodèses de coude sur 12 chiens (De Haan, 1996)	83
Tableau 19. Utilisation du membre opéré par arthrodèse de neuf chiens d'après un questionnaire des propriétaires, entre un et sept ans post opératoires (De Haan, 1996).....	84
Tableau 20. Fonction du membre opéré par arthrodèse chez neuf chiens d'après les propriétaires, entre un et sept ans post opératoires (De Haan, 1996).....	84
Tableau 21. Résultats suite à l'administration ou non de nutraceutiques chez 105 labradors. (Marti Angulo, 2014)	87
Tableau 22. Fréquence de survenue d'évènements indésirables après l'injection intra articulaire d'AD-CSMs ou de solution saline (Harman, 2016).....	100

INTRODUCTION

La dysplasie du coude est une maladie qui se développe chez le jeune chien en croissance. Elle correspond au développement anormal de l'articulation au cours de la croissance. La conformation anatomique et les contraintes mécaniques anormales qui en résultent génèrent des lésions ostéochondrales de gravité variable à l'origine de l'installation d'une arthrose du coude plus ou moins invalidante. La dysplasie regroupe plusieurs affections du coude à savoir : la fragmentation du processus coronoïde médial (FPCM), l'ostéochondrite disséquante de la partie médiale du condyle huméral médial (OCD) et la non union du processus anconé (NUPA). La FPCM est une manifestation d'ostéochondrose et peut aussi être causée par une incongruence articulaire du coude. Les lésions se traduisent par la fragmentation ou la fissuration ostéochondrales du processus coronoïde médial (PCM). [72] La maladie du compartiment médial (MCM) regroupe ainsi la FPCM (causée par l'ostéochondrose et/ou une incongruence) ainsi que l'OCD du condyle huméral médial.

La FPCM est très présente chez certaines grandes races de chien et est la cause la plus commune de boiterie du membre thoracique chez le jeune chien. [63] Son étiologie n'est pas entièrement comprise. Il existe une cause génétique [76] et environnementale (excès de poids, croissance rapide) [96].

Les signes cliniques d'une MCM sont la boiterie d'un ou des deux membres thoraciques associée à une douleur lors de la manipulation du coude. Ces signes surviennent le plus souvent chez les chiens âgés de sept à neuf mois. [144]

Il existe différentes stratégies, souvent complémentaires, de prise en charge de la MCM, le plus souvent chirurgicale. De nombreuses techniques chirurgicales ont ainsi été développées afin de soulager l'animal dysplasique. Ces techniques vont du simple retrait des fragments ostéochondraux ou la coronoïdectomie jusqu'à la mise en place, dans les cas les plus sévères, d'une prothèse. Chaque technique est à adapter, selon l'âge de l'animal, à la gravité de l'atteinte ostéochondrale et à l'importance du handicap fonctionnel. La prise en charge au long cours de la douleur liée à l'évolution naturelle de l'arthrose, au travers de traitements médicaux (AINS, AH, AIS, thérapie cellulaire) et de la physiothérapie constitue chez certains animaux un volet important de leur prise en charge.

Cette thèse a pour but d'effectuer la synthèse des différentes techniques chirurgicales et traitements médicaux utilisables dans la prise en charge thérapeutique de la dysplasie du coude associée à une MCM chez le chien ainsi que leurs résultats et complications respectifs. Nous commencerons par décrire les notions anatomiques et fonctionnelles du coude afin d'expliquer la physiopathologie de la maladie. Un chapitre sera consacré aux moyens diagnostiques de la MCM. Puis, nous nous intéresserons à la description des différentes techniques chirurgicales ainsi que leurs indications et contre-indications. Nous présenterons les résultats et les complications qui ressortent de plusieurs études consacrées à ce sujet. Enfin, dans une dernière partie, nous aborderons les traitements conservateurs mis en œuvre dans la prise en charge de l'arthrose, systématiquement présente chez les chiens atteints de dysplasie du coude.

**PREMIÈRE PARTIE : ANATOMIE
DESCRIPTIVE ET FONCTIONNELLE DU
COUDE**

A/ Anatomie descriptive de l'articulation du coude

1/ LES FORMATIONS OSSEUSES

L'articulation du coude fait intervenir trois os : l'humérus, le radius et l'ulna. Ceux-ci forment les articulations huméro-radiale, huméro-ulnaire et radio-ulnaire proximale.

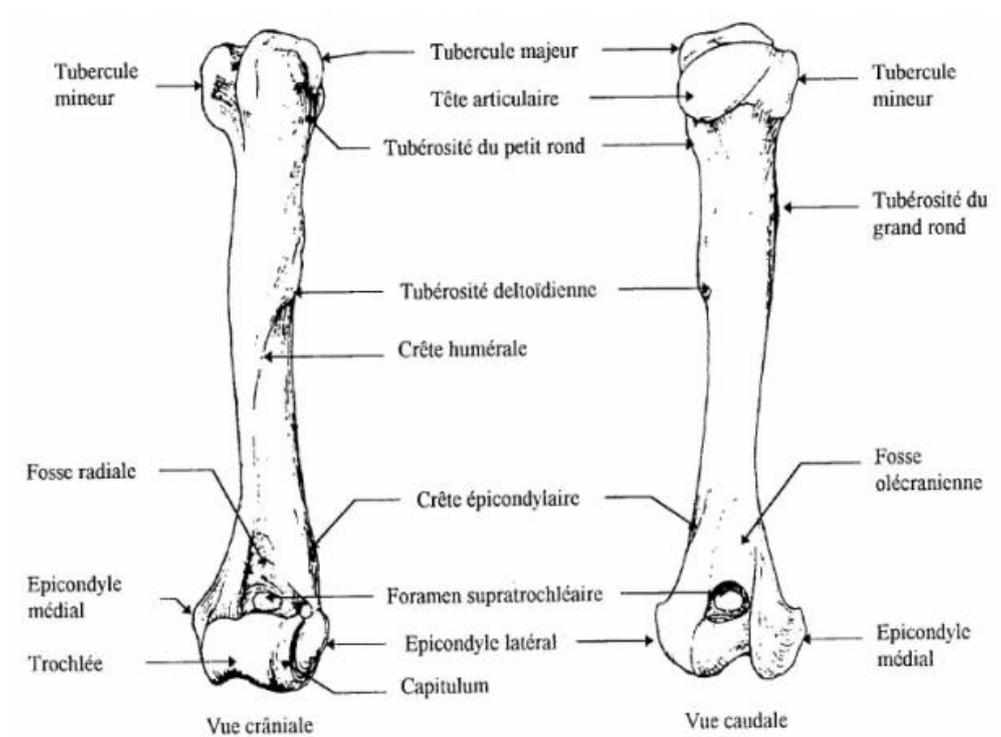
a/ L'HUMÉRUS

L'extrémité distale de l'humérus présente deux formations qui s'articulent avec les deux autres os du coude : le capitulum et la trochlée humérale. Celle-ci est constituée de deux lèvres et d'une gorge et compose la partie médiale du condyle huméral. Elle s'articule avec le PCM de l'ulna. Elle est également entourée de deux dépressions crânielles et caudales. La dépression crâniale est appelée la fosse coronoïdienne dans laquelle s'insère le radius lors de la flexion. La dépression caudale est appelée la fosse olécraniennne dans laquelle s'insère l'olécrane lors de l'extension du coude. Le foramen supra-trochléaire relie les deux fosses. Le capitulum (moins large que la trochlée et situé en retrait par rapport à la lèvre latérale de cette dernière) forme la partie latérale du condyle huméral et s'articule avec la tête du radius et le processus coronoïde latéral de l'ulna. [83]

Enfin, deux épicondyles (médial et latéral) entourent le condyle huméral. [76]

La figure 1 permet d'illustrer un humérus de chien.

Figure 1 Humérus gauche de chien (Barone, 1980)



b/ LE RADIUS

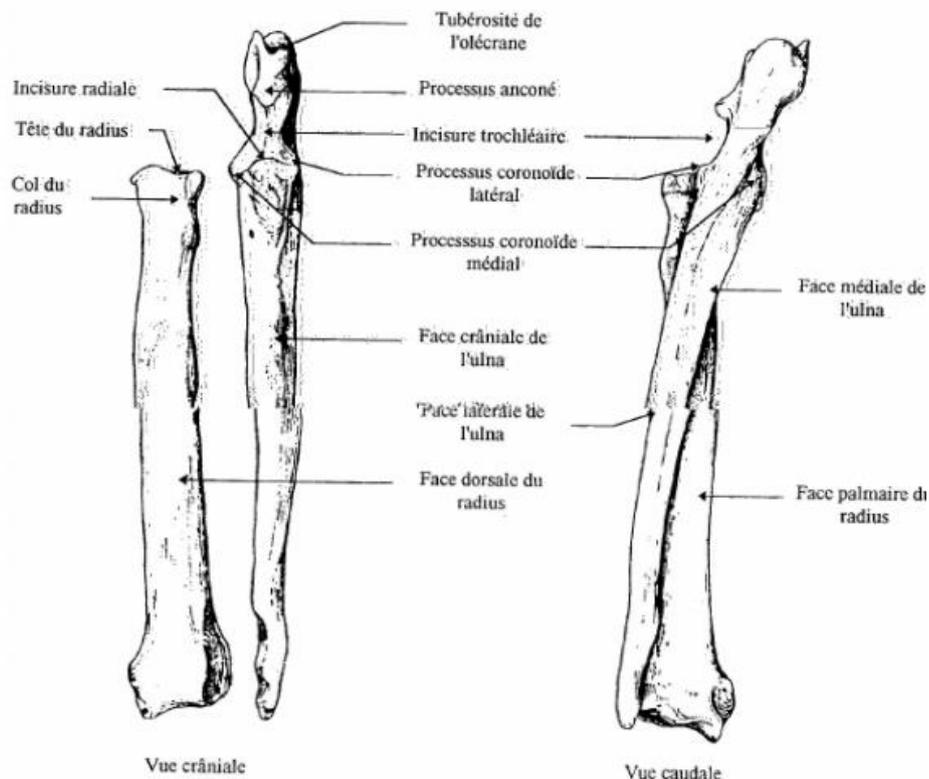
Le radius est l'os qui supporte principalement le poids du corps lors de la marche. Il est plus court que l'ulna. La tête radiale, située sur l'extrémité proximale de l'os s'articule avec le capitulum huméral. La partie caudo-médiale de l'extrémité proximale s'articule avec l'ulna. [83], [71]

c/ L'ULNA

L'ulna est plus long que le radius. Il est situé caudalement puis latéralement à ce dernier. Son extrémité proximale est appelée olécrane. C'est un bras de levier pour les muscles extenseurs du coude. Le bord crânial de l'olécrane est composé du processus anconé. Il permet de stabiliser le membre en position de pronation. Un peu plus distalement se trouve l'incisure trochléaire répondant à la trochlée humérale. C'est une cavité verticale lisse en forme de demi-lune. La base de l'olécrane s'articule avec le radius grâce à l'incisure radiale de l'ulna. [83], [71]

Il existe deux proéminences situées distalement à l'incisure trochléaire : les processus coronoïdes médial et latéral. Le PCM est plus large et plus distal que le latéral. Ce premier supporte la tête du radius et la trochlée humérale. Le processus coronoïde latéral ne supporte qu'une partie du capitulum. [76] La figure 2 permet d'illustrer un radius et un ulna de chien.

Figure 2 Radius et ulna gauches de chien (Barone, 1980)



2/ LES FORMATIONS LIGAMENTAIRES

La capsule articulaire englobe tous les éléments osseux du coude. Elle enveloppe le liquide synovial intérieur et est composée d'une membrane fibreuse extérieure. Elle est assez irrégulière : elle est en effet amincie dans la partie caudale de l'articulation et plus épaisse dans sa partie crâniale. Elle fusionne avec les ligaments collatéraux dans sa partie crâniale. [83]

Il existe plusieurs ligaments au sein de l'articulation permettant ainsi sa contention : les ligaments collatéraux, le ligament annulaire, le ligament interosseux et le ligament olécranien.

Les ligaments collatéraux présentent une partie médiale (ligament collatéral médial) et une partie latérale (ligament collatéral latéral). Le ligament médial est plus fragile que le latéral. L'attache proximale du ligament collatéral médial se situe en regard de l'épicondyle médial de l'humérus. Il se divise en deux rameaux : un ligament caudal et un crânial s'attachant respectivement sur l'ulna et sur le radius. Le ligament collatéral latéral possède une attache proximale en regard de l'épicondyle latéral de l'humérus et se divise de la même façon que le ligament collatéral médial. [83]

Le ligament annulaire permet de prévenir toute translation crâniale du radius. Il entoure la tête du radius. En liaison avec l'ulna, il forme un anneau dans lequel l'articulation radiale se positionne lorsque le membre est en rotation. Le ligament annulaire ne s'attache pas au radius, ceci permet donc une rotation de ce dernier durant la pronation et la supination. Il s'insère à la base du processus coronoïde latéral, sous le ligament collatéral latéral puis le rejoint en profondeur. Médialement, il s'insère de la même façon à la base du PCM, sous le ligament collatéral médial. [71], [83]

Le ligament interosseux antébrachial est résistant et court. Il s'étend dans l'espace interosseux entre le radius et l'ulna. Son axe est oblique c'est pourquoi la partie distale est plus latérale que la partie proximale. Il est plus large dans sa partie distale et est séparé de la membrane interosseuse par une petite fosse. La membrane et le ligament fusionnent au sein de cette fosse. La membrane interosseuse antébrachiale est un fin septum qui permet de connecter le radius et l'ulna. Elle s'étend de la partie proximale à la partie distale de l'articulation radio-ulnaire. [71]

Le ligament de l'olécrane est élastique. Il se situe en regard du bord médial de la fosse olécranienne, localisée dans la partie médiale de l'olécrane, distalement à la tubérosité olécranienne. [79]

Les figures 3, 4 et 5 présentent respectivement les ligaments présents au sein des parties latérale, médiale et crâniale d'un coude de chien.

Figure 3 Vue latérale d'un coude de chien (Constantinescu, 2009)

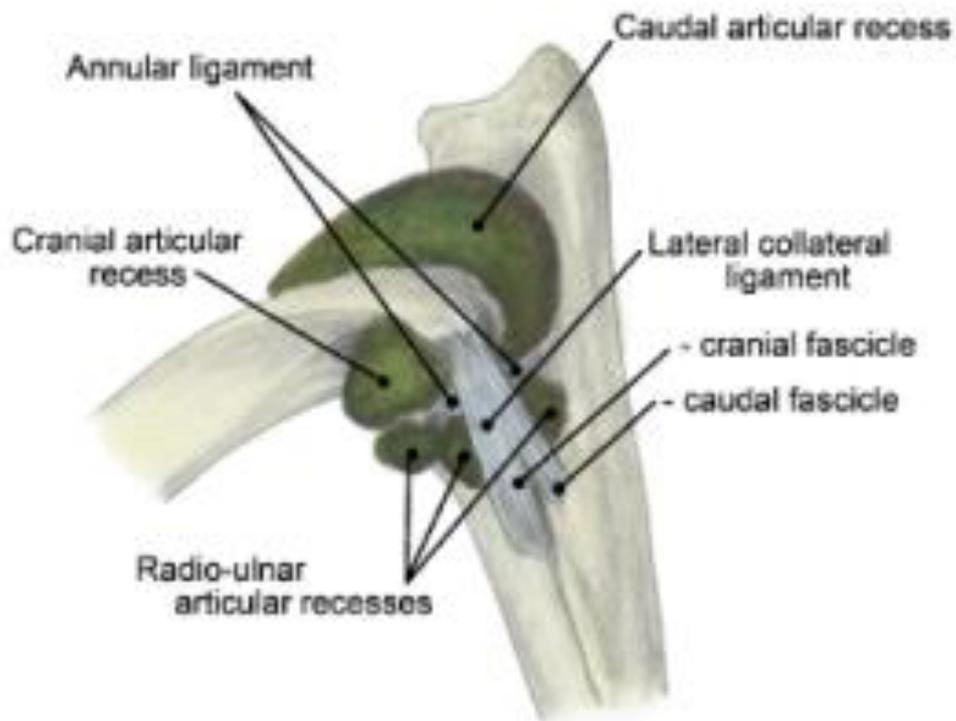


Figure 4 Vue médiale d'un coude de chien (Constantinescu, 2009)

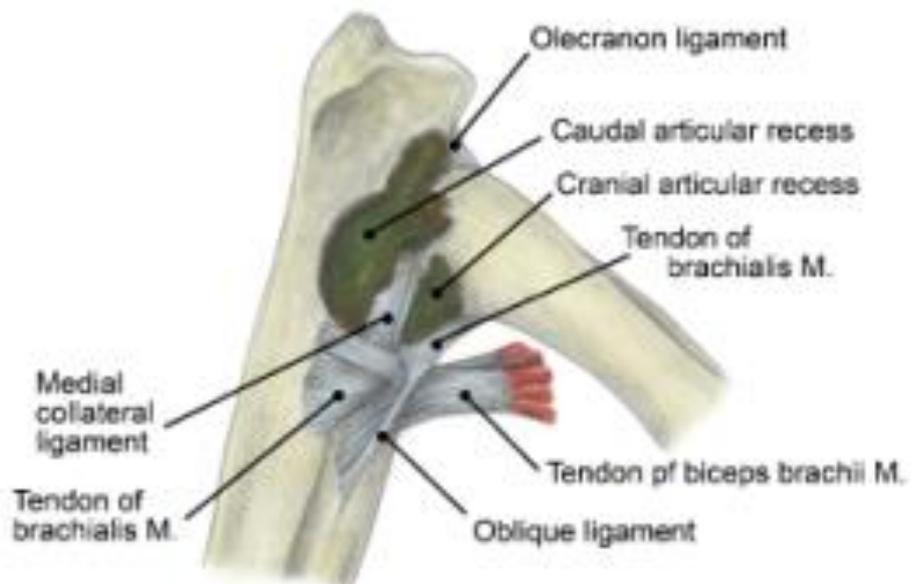
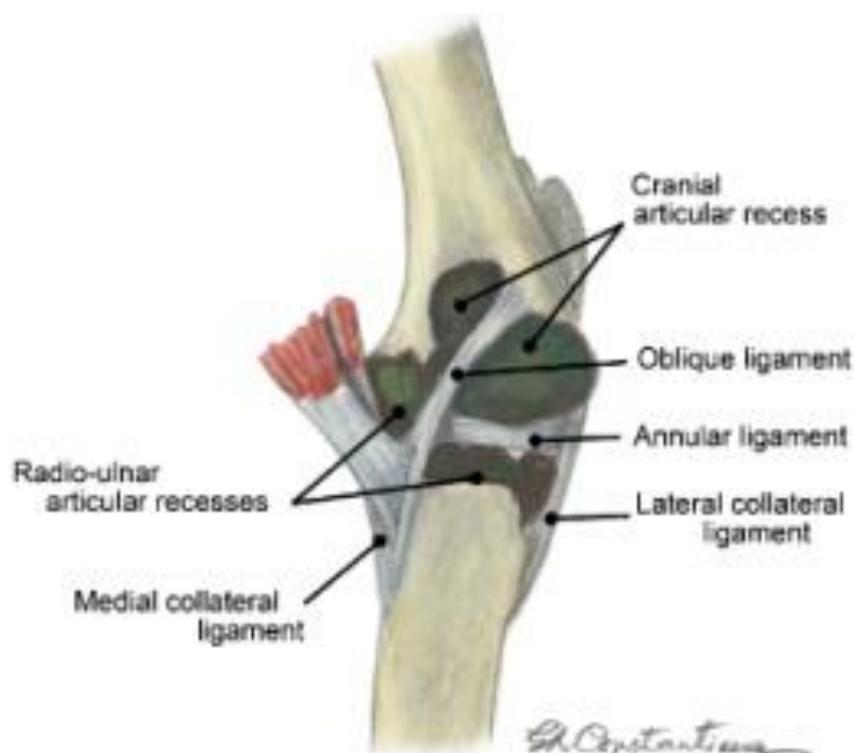


Figure 5 Vue crâniale d'un coude de chien (Constantinescu, 2009)



3/ LES FORMATIONS MUSCULAIRES

Le groupe de muscles entourant le coude sont les extenseurs du coude, situés caudalement à l'articulation, les fléchisseurs du coude plus crâniens et enfin les fléchisseurs du carpe et des doigts situés médialement et distalement à l'articulation. Les extenseurs du carpe et des doigts prennent leur origine sur l'épicondyle latéral de l'humérus. [76]

L'extension du coude est permise par la contraction de muscles attachés sur l'olécrane formant le triceps brachial. Le tenseur du fascia antébrachial permet une extension de ce dernier. Le muscle anconé et le tenseur du fascia antébrachial contribuent à l'action du triceps brachial. [83]

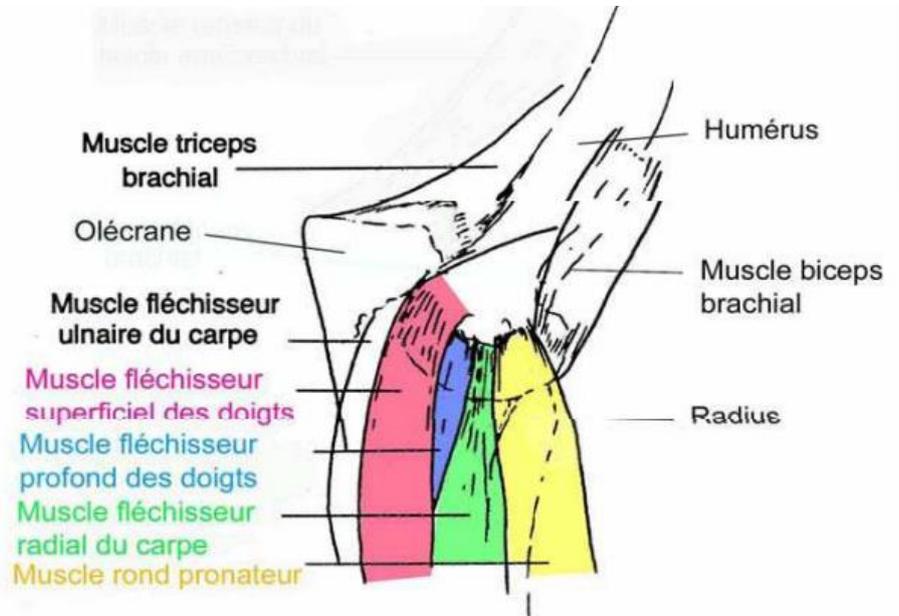
La flexion du coude est permise par des muscles situés en partie crâniale du membre, représentés par le biceps brachial et le muscle brachial. Le tendon du biceps brachial se divise en un tendon attaché sur la tubérosité ulnaire et en un autre, plus fragile, s'attachant sur la tubérosité radiale. Le tendon du muscle brachial s'insère entre ces deux structures et s'attache sur la tubérosité ulnaire. [83]

Les muscles rencontrés lors de l'abord médial du coude sont le fléchisseur radial du carpe, le rond pronateur, le fléchisseur profond des doigts et le fléchisseur superficiel des doigts. Le fléchisseur radial du carpe s'insère à la base de l'épicondyle médial et sa terminaison se fait sur l'extrémité proximale du métacarpien II. Le muscle rond pronateur se situe crânialement au fléchisseur radial du carpe et prend également son origine sur l'épicondyle médial. Il se termine sur le bord proximal médial du radius. Le muscle fléchisseur profond des doigts est composé de trois chefs : un chef huméral, ulnaire et radial. Le chef huméral est attaché sur l'épicondyle médial, le chef ulnaire est fixé sur le bord médial de l'olécrane et le chef radial est fixé sur la face palmaire du radius. Le muscle

fléchisseur superficiel des doigts s'insère sur le sommet de l'épicondyle médial de l'humérus et se prolonge jusqu'à la phalange moyenne des doigts. [31]

La figure 6 illustre les différents muscles présents sur la partie médiale du coude de chien.

Figure 6 Les muscles de la face médiale d'un coude de chien (Bellin, 1997)



4/ LES FORMATIONS NERVEUSES ET VASCULAIRES

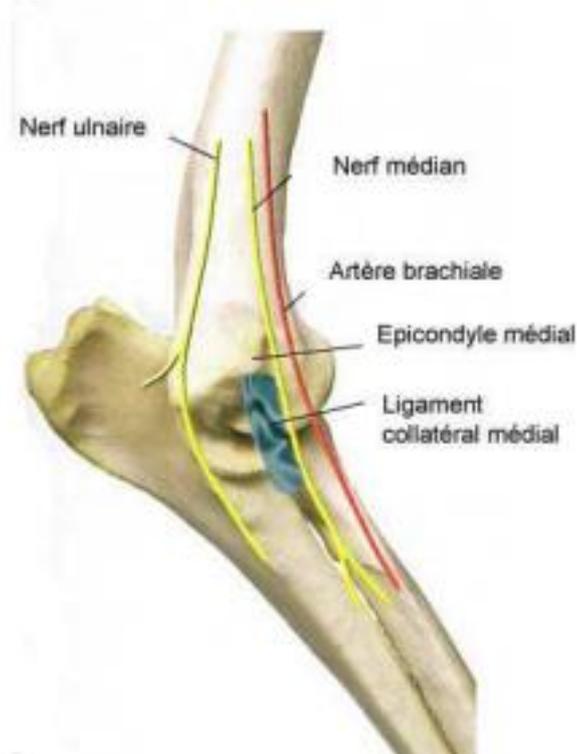
Les formations vasculo-nerveuses rencontrées lors de l'abord médial de l'articulation sont l'artère brachiale, le nerf médian et le nerf ulnaire.

L'artère brachiale est la continuité de l'artère axillaire. Elle est située dans la partie crânio-médiale du coude et passe crânialement au ligament collatéral médial. Au niveau de l'artère interosseuse commune, elle devient l'artère médiane.

Le nerf médian suit le bord caudal de l'artère brachiale. Il passe également crânialement au ligament collatéral médial et se divise en rameaux qui innervent les muscles fléchisseur radial du carpe, fléchisseurs superficiel et profond des doigts et le rond pronateur.

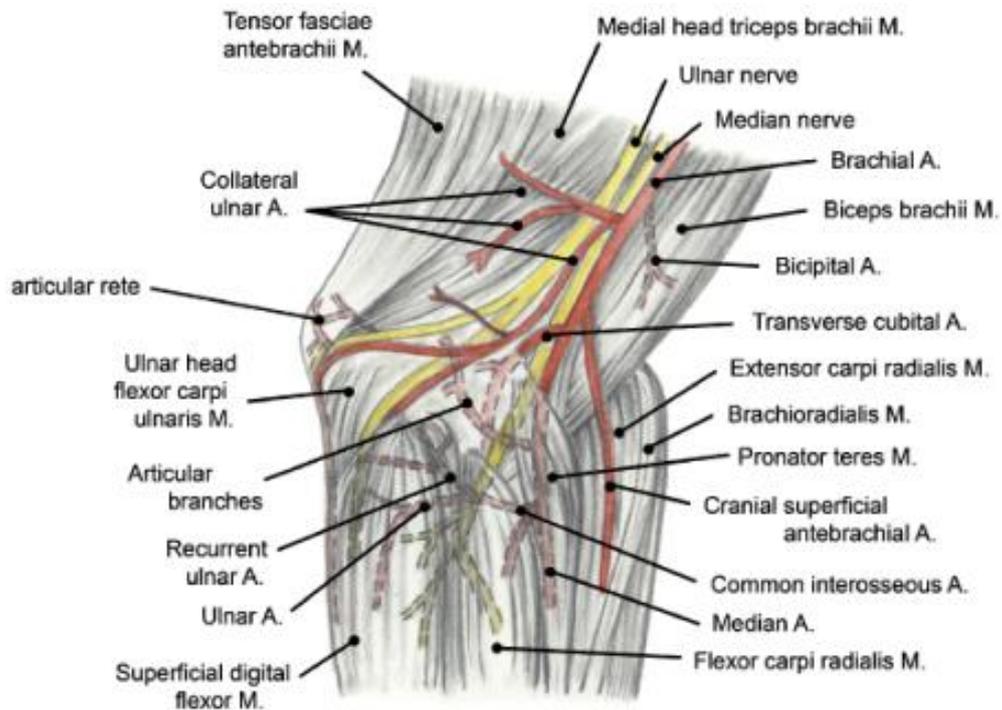
Le nerf ulnaire suit le nerf médian en regard de l'articulation proximale. Il passe ensuite par la pointe du coude et la face caudale du condyle huméral médial. Il s'achemine ensuite caudalement à l'épicondyle médial puis sous le muscle fléchisseur ulnaire du carpe. [31] La figure 7 présente les différents éléments vasculo-nerveux rencontrés lors de l'abord médial du coude.

Figure 7 Les éléments vasculo-nerveux sur la face médiale d'un coude de chien (Beale, 2003)



La figure 8 permet d'illustrer les éléments vasculo-nerveux et musculaires de la face médiale du coude.

Figure 8 Structures vasculaires, nerveuse et musculaires sur une vue médiale d'un coude de chien (Constantinescu, 2009)



B/ Anatomie fonctionnelle du coude

Le coude fait intervenir trois articulations : l'articulation huméro-radiale, l'articulation huméro-ulnaire et l'articulation radio-ulnaire.

1/ L'ARTICULATION HUMÉRO-RADIALE

L'articulation huméro-radiale est composée du capitulum huméral et de la tête du radius. Elle supporte 70 à 80 % des efforts au sein du coude. [59], [13], [88]

2/ L'ARTICULATION HUMÉRO-ULNAIRE

L'articulation huméro-ulnaire est composée de la trochlée humérale et de l'incisure trochléaire de l'ulna. Les parties latérale et médiale du processus anconé permettent d'accroître la surface articulaire du coude et de restreindre l'amplitude de mouvement dans le plan sagittal. Les processus coronoïdes sont responsables d'une augmentation de surface de l'articulation du coude néanmoins, dans des conditions normales, ils supportent peu de poids (20 à 25 %) lors du soutien. [83]

3/ L'ARTICULATION RADIO-ULNAIRE

L'articulation radio-ulnaire est formée par le radius et l'ulna. Ces deux os s'articulent en regard de leurs extrémités proximales, contribuant à former l'articulation du coude mais aussi en regard de leurs extrémités distales. L'articulation proximale est composée de la tête du radius et de l'incisure radiale de l'ulna. Elle permet les mouvements de rotation du membre tels que la pronation et la supination. La circonférence articulaire du radius est légèrement plus importante que l'incisure ulnaire correspondante. Le ligament annulaire participe à son maintien. Celui-ci entoure proximale et transversalement la tête du radius. Il faut savoir que la surface articulaire proximale de l'ulna permet un transfert de poids relativement important (estimé à 48-49 %) au sein du coude. [83]

DEUXIEME PARTIE : LA MALADIE DU COMPARTIMENT MÉDIAL

La notion de maladie du compartiment médial (MCM) fait intervenir une destruction souvent douloureuse du cartilage articulaire dans l'aire médiale du coude. Ce sont donc les parties médiales de l'ulna (le PCM) et du condyle huméral médial qui sont atteintes. Dans ce chapitre, nous décrirons l'étiopathogénie et la physiopathologie de cette maladie, bien qu'elles soient encore mal comprises. [38]

A/ ÉTIOPATHOGÉNIE

1/ Facteurs génétiques

L'origine génétique de la dysplasie est suggérée par le fait que certaines races sont plus touchées que d'autres. Les races principalement affectées sont les Bouviers Bernois, les Rottweilers, les Bergers Allemands, les Goldens Retrievers et les Labradors (Benette *et al.*, 1980 ; Grondalen, 1982 ; Olsson, 1983 ; Guthrie, 1989 ; Lewis *et al.*, 1989, 1992 ; de Haan *et al.*, 1992 ; Swenson *et al.*, 1997 ; Morgan *et al.*, 1999). D'autres auteurs incluent aussi le Chow Chow, le Saint Bernard, le Mastiff, le Springer Spaniel, le Berger australien, le Shetland, le Shar Pei ou encore le Terre-Neuve. Cette atteinte a aussi été identifiée chez des petites races. Le tableau 1 illustre les races les plus touchées par la dysplasie du coude en Suède dans les années 80 et 90. [76]

Tableau 1. Races de chiens présentant une fréquence élevée de dysplasie du coude en Suède (diagnostic basé sur la détection de lésions d'arthrose par radiographie) (Audell, 1995)

Races de chiens	1979-1988	1993
Rottweiler	48%	46%
Bouvier Bernois	48%	34%
Saint Bernard	50%	34%
Golden Retriever	25%	20%
Berger Allemand	21%	20%
Labrador	15%	15%

Les déformations rencontrées varient aussi en fonction des races. Ainsi, le Berger Allemand souffre le plus souvent d'une non union du processus anconé (NUPA), le Rottweiler présente rarement une ostéochondrite disséquante (OCD) et le Labrador Retriever est plus susceptible de souffrir d'OCD et de fragmentation du processus coronoïde médial (FPCM). Chez les Rottweilers et les Bouviers Bernois, les chiens dont les deux parents sont sains sont atteints dans 31 % des cas. La dysplasie existe chez 44-48 % des chiens dont un des deux parents présente de l'arthrose et chez 59-62 % des chiens dont les deux parents sont atteints. [79] La maladie se produit plus chez les mâles, probablement en raison d'une vitesse de croissance plus rapide ou d'un facteur lié au sexe. [79] Les atteintes sont souvent bilatérales bien qu'un des coudes puisse être plus sévèrement touché. [45]

L'origine génétique de la MCM a été reconnue par l'International Elbow Group en 1993, amenant à créer des programmes de dépistage pour les races prédisposées. Ces programmes reposent plus sur des clichés radiographiques que des dépistages génétiques car les gènes responsables de la dysplasie du coude ne sont pas identifiés. En outre, du fait de la complexité de l'héritabilité de la maladie et des multiples effets environnementaux agissant sur son expression, il est très difficile d'effectuer des tests génétiques. Des gènes codant pour une grande variété de sous-types de collagène,

responsables chez l'homme de la formation osseuse, de désordres squelettiques ou d'arthrose ont été sélectionnés et marqués à l'aide de microsatellites dans une cohorte de chiens (Salg *et al.*, 2006). Aucun de ces gènes n'a pu être associé au développement d'une FPCM parmi la population de Labradors étudiée. Ceci montre bien la complexité du déterminisme et de l'héritabilité génétique de la maladie. [83]

Des études concernant l'héritabilité de la dysplasie ont eu recours à la radiographie afin de repérer les lésions de FPCM et de différencier ces lésions d'autres atteintes du coude entraînant aussi une dysplasie (OCD ou NUPA). Bien que l'héritabilité concernant la dysplasie du coude ait pu être calculée (variant de 0.10 à 0.77 selon les études), les valeurs d'héritabilité de la FPCM seule (sans OCP et NUPA) sont inconnues. La FPCM est donc héritée indépendamment de l'OCD et de la NUPA. (Padgett *et al.*, 1995 ; Janutta *et al.*, 2006).

Cette différence d'héritabilité montre bien que la dysplasie du coude est l'expression de désordres génétiques variables qui perturbent le développement de l'articulation grâce à des mécanismes variés. Cette déformation est une condition polygénique et multifactorielle, dont l'incidence peut être réduite par l'élevage sélectif. [96]

2/ Facteurs environnementaux

Tous les mécanismes entraînant une croissance anormale du coude sont le résultat d'une prédisposition génétique accompagnée par des facteurs environnementaux secondaires tels qu'une croissance rapide. Celle-ci peut être due à une prise de poids trop rapide associée à un régime alimentaire inapproprié ou à un excès d'exercice (Nap, 1995). [96]

Lors d'un examen histologique de 28 coudes, Grondalen (1981) a découvert que 18 % des articulations présentaient de l'ostéochondrose en regard du processus coronoïde. Du fait que les processus coronoïdes soient exposés à de multiples forces au sein du coude telles que la pression issue de la rotation du radius et de l'ulna, la tension du ligament annulaire ou encore une transmission de pression à travers le condyle médial huméral, le PCM peut être exposé à des forces bien trop importantes pour ses capacités. Cela peut mener à des fragmentations ou des fractures. Grondalen en a conclu que les conditions pouvant entraîner une FPCM font intervenir de l'ostéochondrose, une charge trop importante locale ou générale ou alors une faiblesse générale au sein du cartilage et de l'os associée à des charges mécaniques trop importantes. Cette hypothèse a ensuite été supportée par l'observation d'érosions du cartilage sur les restes des processus coronoïdes accompagnant les fissures et les fragmentations, mais aussi sur les surfaces articulaires des condyles huméraux correspondantes. [16]

B/ PHYSIOPATHOLOGIE DE LA MCM

La MCM fait intervenir des anomalies de développement de l'aspect médial du coude entraînant une arthrose. Elle inclue différentes conditions : la FPCM (résultat d'une ostéochondrose et/ou d'une incongruence) et l'OCD du condyle huméral médial. C'est une maladie du développement polygénique et héréditaire. Sa physiopathologie n'est pas encore entièrement comprise et elle semble être plurifactorielle. Ce chapitre est consacré aux différentes hypothèses permettant d'expliquer la manière dont se constituent les différentes lésions rencontrées. [39]

1/ Ostéochondrite disséquante du condyle huméral médial

L'OCD résulte d'un défaut d'ossification endochondrale qui aboutit au détachement d'un volet cartilagineux. Son étiologie exacte reste encore inconnue. L'OCD résulte dans l'incapacité de survie des chondrocytes profonds situés dans la couche épaisse de cartilage. Ils subissent une chondromalacie accompagnée de fissurations du cartilage et une fragmentation s'ensuit. Le fragment minéralise souvent à la suite de l'approvisionnement en sang à travers ses liaisons fibreuses avec le ligament annulaire qui s'insère sur le processus coronoïde. [29]

Une OCD de la partie médiale du condyle huméral se développe lorsqu'il existe une interférence lors de l'ossification endochondrale de la plaque de croissance de l'épiphyse causée par une pression excessive générée par le PCM. [79]

2/ Fragmentation du processus coronoïde médial

Les causes spécifiques de la FPCM restent controversées et font intervenir différentes étiologies. Celles-ci provoquent ou contribuent à des signes cliniques similaires. La FPCM fait intervenir une ostéochondrose et une incongruence articulaire.

a/ Ostéochondrose

L'étiopathogénicité de la MCM a été étudiée mais reste encore mal comprise. Olsson (1974) pense que la FPCM est une manifestation d'ostéochondrose accompagnée d'une non union du processus anconé. L'ostéochondrose résulte d'une perturbation de l'ossification endochondrale amenant à une rétention anormale d'une épaisse couche de cartilage. Olsson a émis l'hypothèse que la diffusion de nutriments à travers cette couche épaisse est insuffisante, conduisant ainsi à une nécrose des couches profondes puis une fissuration. [83] L'ostéochondrose est très probablement la cause sous-jacente de toutes les conditions incluses dans la dysplasie du coude.

Après fissuration cartilagineuse, un ou plusieurs fragments d'os peuvent se fracturer sur la face interne du PCM, en regard de la tête radiale ou alors au niveau de l'apex du processus. Le(s) fragment(s) reste(nt) souvent attaché(s) au ligament annulaire. Ils peuvent aussi faire saillie à partir de la surface articulaire provoquant ainsi des érosions du condyle huméral médial appelées « kissing lesions » ou lésions en miroir. [76] Plus rarement, le PCM peut rester attaché au cartilage environnant. Le cartilage affecté est plus épais et présente donc un aspect plus radio opaque sur la radiographie et l'os sous-jacent est fracturé. D'autres lésions peuvent être identifiées telles que la chondromalacie et des fissures du PCM, une érosion de l'incisure trochléaire et une OCD du condyle huméral médial.

Cette déformation finit par évoluer en arthrose dont la gravité dépend de la mobilité des fragments et de la présence de lésions en miroir. Des cas bénins de FPCM peuvent présenter des modifications minimales du cartilage du compartiment médial du coude. Des cas plus sévères peuvent être associés à une perte importante de cartilage. [76]

Grondalen (1979) a examiné 236 coudes chez 120 chiens souffrant d'arthrose du coude et a pu mettre en évidence des anomalies anatomo-pathologiques. La FPCM a été observée sur 85 % des coudes. Des fissures ont été mises en évidence dans 41 % des articulations. Ces fissures étaient aussi bien superficielles que profondes atteignant alors l'os sous-chondral. Au sein de ces articulations, la configuration de la fragmentation variait. Dans 40 % des cas, l'apex du processus coronoïde était touché. Dans les 60 % restants il y avait un fragment incurvé parallèle à l'incisure radiale de l'ulna ou à la partie caudale de la tête radiale. Il pouvait y avoir un ou plusieurs fragments. Chez 33 % des chiens, un fragment a été observé sur un coude et une fissure sur le coude controlatéral. Les ostéophytes étaient moins observés lorsqu'il n'y avait que des fissures et Grondalen en a conclu que les fissures précédaient la fragmentation même si les lésions n'avaient pas toujours progressé en fragmentation. [16]

b/ Incongruences articulaires

L'incongruence du coude est un terme qui désigne le mauvais alignement des surfaces articulaires du coude. Elle peut être à l'origine d'une charge disproportionnée sur le compartiment médial. Olsson (1974) pense ainsi que les trois formes de dysplasie sont des manifestations d'ostéochondrose. Cependant, le rôle primaire de celle-ci a ensuite été réduit après la découverte d'une incongruence articulaire à l'origine d'un dysfonctionnement articulaire. Comme cette incongruence est présente lors des trois formes de dysplasie, une étiologie commune est privilégiée. Chez certains chiens, il existe plusieurs formes de dysplasie sur les deux coudes, il peut également y avoir différentes formes de dysplasie au sein d'un même coude. Ceci privilégie donc aussi une étiologie commune. [79]

L'incongruence articulaire peut survenir seule ou lors d'une MCM. C'est un phénomène complexe car il a différentes présentations, son diagnostic est difficile et il peut être occasionnel (sous forme discrète) dans une articulation saine. [83]

L'incongruence articulaire devient évidente entre quatre et six mois d'âge. À cet âge, le squelette n'est pas encore complètement ossifié. En fonction du degré de développement et de la race concernée, il peut n'y avoir qu'une arthrose. Ceci n'est observé que lorsque l'incongruence est très légère. Dans des cas plus sévères, une fracture, une fragmentation ou une fissure du PCM (et parfois de l'extrémité distale de l'incisure trochléaire ulnaire) peuvent être observées. Ceci résulte d'une charge trop importante lors du soutien sur l'ulna. [83]

Dans une étude radiographique (Collins *et al.*, 2001), une diminution de la courbure de la partie crâniale du PCM était observée chez des Rottweilers, une race communément affectée par la FPCM, mais non présente chez des Greyhounds, une race non affectée par cette pathologie. [63]

1/ Croissance asynchrone du radius et de l'ulna : incongruence radio-ulnaire

Une récente hypothèse postule qu'une croissance plus importante de l'ulna par rapport au radius semble être la cause principale d'une FPCM. L'ulna impose une charge anormale sur le condyle médial huméral ainsi que sur le PCM et si ces structures sont affaiblies par un retard d'ossification, la maladie se produit. [82]

L'incongruence observée entre le PCM et le radius suggère une croissance asynchrone entre le radius et l'ulna. Les mesures de la longueur du radius et de l'ulna mettent en évidence une longueur statistiquement plus importante de ce dernier chez les races de chiens présentant une dysplasie du coude. [79] Cette incongruence est compatible avec un retard de croissance du radius. Cependant, c'est insuffisant pour expliquer la longueur de l'ulna. Il est possible qu'un retard de croissance du radius contribue à une croissance compensatrice de l'ulna proximal. [79]

Une autre explication alternative peut être mise en avant. Celle-ci fait intervenir le sous-développement de l'incisure trochléaire ulnaire entraînant alors une incisure trop petite pour accommoder la trochlée humérale. L'augmentation de la longueur de l'ulna chez les chiens affectés serait alors une adaptation permettant d'accueillir une incisure trochléaire de taille suffisante afin d'englober la trochlée humérale. [79] Cette théorie est supportée par Wind (1986) qui a examiné 1886 vues radiographiques de radius et d'ulna issus de 825 chiens de différentes races. Différentes mesures de longueur des radius et ulna ont été réalisées sur des animaux moyens à grands lors de différentes phases de croissance. Une augmentation significative de la taille relative de l'ulna proximal est mise en évidence chez des grands et moyens chiens. Cette augmentation de calibre est nécessaire afin d'assurer une taille suffisante de l'incisure trochléaire ulnaire pour englober une partie plus large de trochlée humérale. Wind a mis en évidence le fait que l'incidence la plus importante de chiens affectés est observée chez les races présentant la plus haute augmentation relative de la longueur ulnaire. [16]

Si l'incongruence se produit après l'âge de six mois, elle peut être présente seule avec seulement une arthrose du coude résultante. Si elle est présente avant six mois, l'incongruence peut aussi prédisposer le chien à une FPCM, une OCD et une NUPA en raison de l'augmentation des efforts mécaniques sur ces structures. L'incongruence ne peut pas toujours être évidente au moment de la radiographie en raison des ajustements durant la croissance. [82]

Le rôle de l'incongruence dans le développement de la FPCM est compliqué dans la mesure où, dans une étude menée par Meyer Lindenberg en 2006, une proportion significative (25 sur 155) de coudes canins présentant une NUPA avec une FPCM a été observée. Huit de ces 25 cas présentaient un ulna court, c'est donc une forme d'incongruence opposée à celle attendue. Les 17 cas restants ne présentaient pas de signes d'incongruence. Clairement, le rôle de l'incongruence dans la FPCM n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît. [63]

2/ Incongruence huméro-ulnaire

L'incongruence huméro-ulnaire provient du développement anormal de l'incisure trochléaire de l'ulna résultant en un arc de courbure trop petit afin d'accueillir la trochlée humérale. Cependant, des études ont montré qu'une légère incongruence huméro-ulnaire est normale au sein du coude humain et canin. (Eckstein *et al.*, 1994 ; Preston *et al.*, 2000) [76]

Les changements pathologiques affectent initialement l'os sous-chondral avec la formation de microfissures, caractéristiques d'une fracture de fatigue locale. Ces changements apparaissent typiquement sur deux sites anatomiques : la pointe crânio-distale de la partie médiale du processus coronoïde et la région de l'incisure radiale. Bien que la nature précise de ce phénomène de fatigue reste inconnue, plusieurs hypothèses existent. Elles font toutes intervenir un conflit huméro-ulnaire. [52]

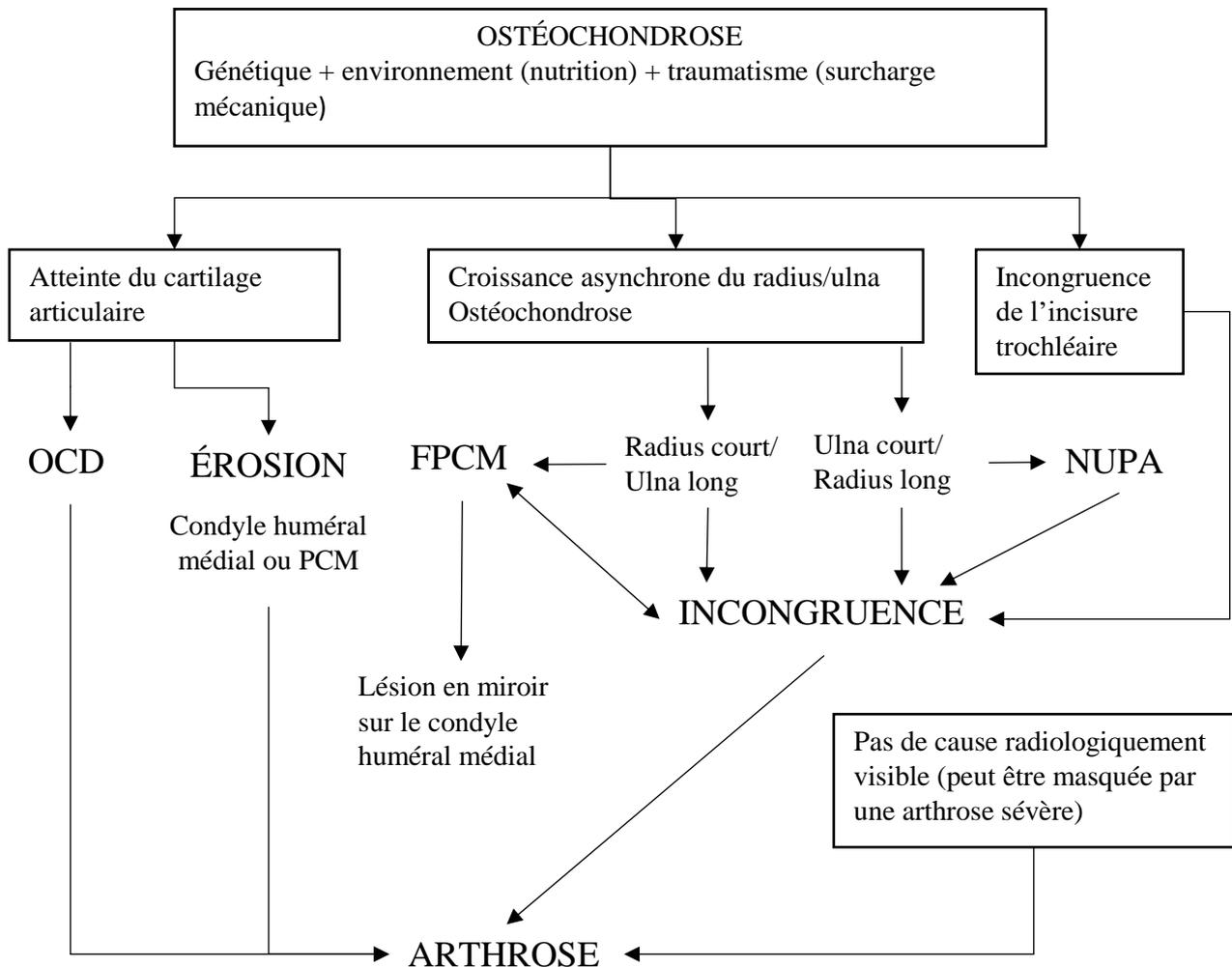
La conformation osseuse contradictoire ou l'insuffisance ligamentaire pourraient entraîner une instabilité et une incongruence lors du mouvement. L'angulation de l'articulation huméro-ulnaire pourrait engendrer une force de cisaillement amenant à une fissuration du PCM entre la tête radiale et le condyle huméral médial. [52]

c/ Développements asynchrones des formations osseuses et musculo-tendineuses

L'instabilité rotationnelle peut être secondaire à un déséquilibre musculo-tendineux au sein du membre, en particulier entre les tensions musculaires générées durant la supination et la pronation de l'avant-bras par rapport à l'humérus. Le complexe des muscles biceps brachiaux présente une insertion large en forme d'éventail le long de la portion abaxiale du PCM et une plus petite mais tout aussi robuste insertion au niveau du radius proximal. La désynchronisation de développement des composants osseux et musculo-tendineux de la région du coude contribue à un excès de charge sur le PCM à travers l'insertion en forme d'éventail. Le complexe des muscles brachiaux a le potentiel pour produire des forces de chargement importantes lors de la flexion du coude. Du fait de son insertion distale excentrée médialement, un important composant de cette force en flexion peut être converti en force de supination. De telles forces aberrantes entre la tête radiale et l'incisure du processus coronoïde pourraient donner naissance à des plans de cisaillement du fait de la compression de la région de l'incisure radiale contre la tête du radius et ainsi donner lieu à des fragments arqués observés le long de la surface radiale du PCM. [52]

La figure 9 permet d'expliquer la relation existant entre la dysplasie du coude et l'arthrose de l'articulation.

Figure 9. Diagramme expliquant la relation entre la dysplasie du coude et l'arthrose du coude. (Kirberger, 1998)



En conclusion, l'ostéochondrose combinée avec une croissance asynchrone du radius et de l'ulna semblent être la cause majeure de la FPCM. Il est toutefois possible que le moment durant lequel l'incongruence se développe puisse influencer le résultat. Une malformation de l'incisure trochléaire à moins de 20 semaines d'âge peut entraîner une NUPA. Si cette malformation apparaît après la fusion du processus anconé et de l'ulna, une FPCM a lieu. La fragmentation représente une des phases terminales de la MCM. La partie médiale du processus coronoïde ne peut plus être récupérée pour assurer une surface portante fonctionnelle et indolore. [52]

C/ DIAGNOSTIC

1/ Diagnostic de suspicion

Dans le cadre d'une FPCM et d'une OCD, les signes cliniques sont identiques.

Les chiens affectés sont souvent présentés entre sept et neuf mois d'âge avec une boiterie uni ou bilatérale. (Fox *et al.*, 1993 ; Read, 1993).

Comme les lésions bilatérales arrivent dans plus de 47 % des cas, les deux coudes doivent être examinés. (Slatter, 2002 ; Burton et Owen, 2008) [144]

Lors de l'inspection, une démarche raide, légèrement guidée après le repos progresse en une boiterie après l'exercice. Elle peut être discrète à importante (Olsson, 1983). Beaucoup de chiens (entre quatre et cinq mois d'âge) souffrent de « raideur matinale ». Cette boiterie matinale peut parfois être confondue avec une « douleur de croissance ». (Kirberger et Fourie, 1998). [144] Le membre atteint se porte plus bas que l'autre et le coude est légèrement en abduction et en supination. Comme les signes cliniques sont bénins et insidieux, le patient est souvent présenté entre six et neuf mois d'âge après avoir été boiteux pendant trois ou quatre semaines. Les chiens sont de temps en temps présentés plus tard, en raison d'une arthrose bilatérale.

Des examens clinique et orthopédique complets doivent être réalisés auprès de chiens susceptibles d'être affectés par la dysplasie du coude. Une potentielle boiterie doit être détectée lors de la marche, au trot et lors d'une marche en cercle afin d'évaluer des anomalies. Des chiens normaux portent 60 % de leur poids du corps sur les membres thoraciques. Des chiens manifestant une douleur due à une dysplasie du coude ne portent que 40 à 50 % de leur poids du corps sur les membres thoraciques. [131]

La palpation du coude atteint peut révéler une tuméfaction des tissus mous (indiquant alors une capsule articulaire épaissie avec un épanchement du liquide synovial), une amyotrophie, une douleur ou des crépitements (Berzon et Quick, 2006). [131] Il faut bien veiller à différencier une douleur provenant du coude et celle provenant de l'épaule. Une effusion articulaire n'est pas constamment observée et elle est plus présente dans les cas avancés. Dans ces cas, une tuméfaction des tissus mous est alors mise en évidence entre l'épicondyle huméral latéral et l'olécrane. [16]

La douleur est parfois provoquée lors de la flexion de l'articulation et de la supination et/ou la pronation de l'avant-bras. [131] La mobilisation met en évidence une diminution d'amplitude de mouvement (Fox *et al.*, 1983 ; Breit *et al.*, 2004 ; Berzon et Quick, 2006).

Dans une étude récente, 12 % des chiens avaient six ans ou plus. (Vermote *et al.*, 2010) Cette étude a montré que les lésions étaient similaires à celles de chiens plus jeunes, excepté pour les lésions d'érosion du cartilage. Celles-ci sont alors plus étendues parmi les chiens plus âgés. [144]

Le Test de Campbell permet d'objectiver la présence d'une douleur. Il permet la mise en tension des ligaments collatéraux. Il consiste à placer le carpe et le coude à 90°. Un mouvement de rotation interne de la main de 50° permet de mettre en tension le ligament collatéral latéral. Un mouvement de rotation externe de 30° permet la tension du ligament collatéral médial. Lorsqu'une douleur est déclenchée, une maladie du compartiment médial est fortement suspectée.

2/ Diagnostic de certitude

a/ Radiographie

La confirmation de la dysplasie du coude peut être permise grâce à la radiographie. Les deux coudes sont radiographiés afin d'identifier une atteinte bilatérale et de comparer les deux articulations. Une position propre est indispensable. Dans le but d'obtenir une position optimale, une sédation ou une anesthésie générale est souvent nécessaire. [131]

La difficulté de la technique réside dans le fait que le processus coronoïde peut être caché par d'autres structures osseuses. La lésion primaire n'est parfois pas visible du fait de la superposition du PCM sur la tête radiale. (Kirberger et Fourie, 1998 ; Hornof *et al.*, 2000 ; Berzon et Quick 2006) [16]

Les anomalies radiographiques typiques sont une sclérose sous-trochléaire de l'incisure trochléaire de l'ulna (Burton *et al.*, 2008), un contour anormalement lisse de l'aspect proximal du PCM et une arthrose secondaire (Hornof *et al.*, 2000). Une étude récente a démontré que la sclérose sous-trochléaire est une bonne indication d'une pathologie du PCM chez le Labrador, mais reste insuffisante dans le cadre d'exercice de routine (Burton *et al.*, 2007, 2008). [144]

Le diagnostic d'une FPCM est difficile lorsqu'on se base seulement sur la radiographie car la visualisation du PCM est difficile (Robbins, 1980 ; Henry, 1984) et le diagnostic est alors réalisé indirectement sur la présence d'ostéophytes présents au sein de l'articulation du coude chez des races souvent affectées (Denny et Gibb, 1980 ; Bennett *et al.*, 1981). De plus, plus de 22 % des chiens présentant une atteinte du PCM n'ont pas de signe d'ostéophytes à la radiographie (Meyer Lindenberg *et al.*, 2002). Un nombre de projections radiographiques a été proposé afin d'améliorer la visualisation du PCM.

La vue médio-latérale en décubitus latéral (coude en semi flexion) (présentée en figure 9)

L'angle entre l'humérus et le radius/ulna est d'environ 110°. Cette vue permet l'évaluation la plus précise de l'incongruence. Les condyles huméraux peuvent être évalués pour l'OCD, mais des changements mineurs ne peuvent pas être détectés. Le PCM est considéré superposé au radius proximal avec sa pointe crâniale au niveau de la physe radiale. Les ostéophytes sur la partie crâniale de l'articulation sont plus facilement vus que dans le cadre d'un coude en flexion totale. La formation d'ostéophytes précoce dorsalement sur le processus anconé peut être obscurcie par le condyle médial de l'humérus.

Figure 9 Vue radiographique médio-latérale en décubitus latéral (coude en semi flexion) (Kirberger, 1998)



La vue médio-latérale avec le coude fléchi au maximum

L'angle entre l'humérus et le radius/ulna est d'environ 45°. Cette vue expose au maximum le processus anconé mais ne contribue pas beaucoup à la démonstration de l'OCD et de la FPCM.

La vue médio-latérale avec le coude étendu au maximum et le membre en supination de 15° (présentée en figure 10)

Cette projection se traduit par une vraie vue latérale du PCM. La radiographie permet la vue du bord crânial du PCM dans 94 % des cas par rapport à 50 % et 56 % respectivement sur les vues semi-fléchie et fléchie. Une étude a prouvé que ce point de vue est le plus fiable dans la détection de la FPCM (Nap *et al.*, 1995).

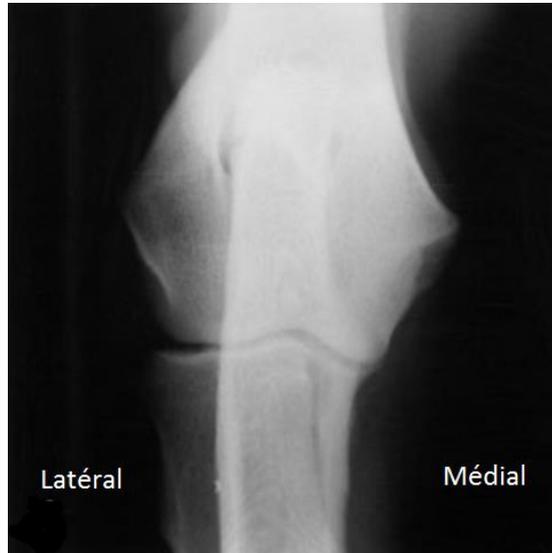
Figure 10 Vue radiographique médio-latérale avec le coude étendu au maximum et le membre en supination de 15° (Kirberger, 1998)



La vue crânio-caudale en décubitus sternal (présentée en figure 11)

Elle est utile pour détecter les défauts ostéocondraux du condyle huméral médial mais certaines lésions ne peuvent être vues qu'en extension et en supination. Les ostéophytes médiaux de l'épicondyle huméral médial et du processus coronoïde sont facilement observés.

Figure 11 Vue radiographique crânio-caudale en décubitus sternal (Kirberger, 1998)



La vue oblique crânio-latérale à caudo-médiale en décubitus sternal (présentée en figure 12)

Ce point de vue est utilisé pour l'observation du PCM et du condyle huméral médial. L'aspect crânial du PCM est de face et il est difficile de voir des lignes de clivage. Les ostéophytes de l'épicondyle médial de l'humérus et du PCM ainsi que les défauts ostéocondraux du condyle huméral médial sont facilement observés.

Figure 12 Vue radiographique oblique crânio-latérale à caudo-médiale en décubitus sternal (Kirberger, 1998)



La vue oblique crânio-médiale à caudo-latérale en décubitus sternal

Elle permet la vue du condyle huméral latéral et en tant que telle, ne contribue pas à l'évaluation des conditions impliquées dans la dysplasie du coude. [82]

Les lésions d'OCD apparaissent à partir de l'âge de cinq mois. Ce sont des lésions radio opaques aplaties ou concaves sur le bord médial du condyle huméral (Boudrieau *et al.*, 1983). De l'arthrose ou de la sclérose peuvent entourer ces lésions (Olsson, 1983 ; Kirberger et Fourie, 1998). Une projection médio-latérale peut montrer un aplatissement de la partie caudale de la trochlée humérale (Kirberger et Fourie, 1998). Lorsque l'OCD est accompagnée d'une FPCM, des modifications radiographiques en regard du PCM peuvent aussi être présentes. [82]

Bien que l'incongruence ne soit pas toujours facile à détecter à la radiographie (Blond *et al.*, 2005 ; Mason *et al.*, 2005), quatre anomalies sont décrites sur des vues médio-latérale et crânio-caudale : une « marche » radio-ulnaire, une incisure trochléaire en forme d'ellipse, un espace articulaire augmenté entre l'humérus et l'ulna et l'humérus et le radius et enfin un déplacement crânial du condyle huméral (Wind, 1986). Il existe une bonne corrélation entre la gravité de l'incongruence et le degré d'arthrose secondaire (Keller *et al.*, 1997). [144]

En cas d'arthrose, les premiers changements sont mieux observés sur la vue médio-latérale avec la formation d'ostéophytes qui commencent sur le bord dorsal du processus anconé et de la crête de l'épicondyle latéral, suivi par les bords crânio-proximaux du radius et crânio-distaux de l'humérus. Une sclérose entoure l'encoche trochléaire. Celle-ci a tendance à commencer distalement et peut être le résultat de la formation d'ostéophytes au niveau de l'insertion de la capsule articulaire ou de la sclérose sous-chondrale ou encore les deux. Sur les vues crânio-caudales, les ostéophytes sont visibles sur l'épicondyle huméral médial et sur la face interne du PCM. Une arthrose sévère peut se développer au fil du temps. Elle peut être présente sans aucune preuve radiographique d'une cause primaire et pourrait être due à des lésions érosives, une FPCM guérie ou une incongruence mineure. [82]

En cas de FPCM, le fragment localisé ne doit pas être confondu avec l'os sésamoïde à l'origine du muscle supinateur sur le côté latéral ou avec les ostéophytes sur le PCM. Le fragment est rarement observé sur les radiographies (seulement dans 9.8 % des cas (Grondalen, 1982)). S'il est visible, il peut être vu comme un seul fragment lâche ou plusieurs fragments plus petits. Des facteurs qui contribuent à la mauvaise ou la non-visualisation du fragment sont une fragmentation partielle, un déplacement minimal du fragment, un petit fragment, un fragment situé entre la tête radiale et le reste du processus coronoïde intact, enfin, la ligne de clivage est souvent oblique au faisceau de rayons, ce qui rend impossible la visualisation. En outre, le PCM peut être seulement fissuré, non minéralisé et non déplacé ou présenter une forme anormale. Ceci rend l'évaluation radiographique impossible et une imagerie plus sophistiquée est nécessaire. Les changements radiographiques qui peuvent être le signe d'une MCM sont la perte de délimitation du bord crânial du PCM ou un processus émoussé. Ces changements sont plus susceptibles d'être vus en extension et supination médio-latérale et en vue crânio-caudale et pronation. Ils sont souvent visibles vers sept mois et des lésions arthrosiques peuvent également être les seuls signes visibles.

La tomographie linéaire est aussi utile pour mettre en évidence les zones potentiellement atteintes qui sont obscurcies par des structures superposées. La technique est utilisée pour voir une FPCM non visible sur des vues radiographiques et peut détecter jusqu'à 30 % plus de cas de FPCM. (Voorhout *et al.*, 1987). Une autre étude n'a montré aucune différence significative entre la tomographie linéaire et les radiographies, mais la combinaison des deux modalités d'imagerie a approché une précision similaire au scanner pour détecter la FPCM. (Carpenter *et al.*, 1993) [82]

Les modifications primaires et secondaires peuvent être subtiles et le diagnostic peut donc être faussé lors des radiographies. (Samoy *et al.*, 2005). Cette technique offre une précision de 55-77 %.

[138] Chez les chiens qui ont moins de six mois d'âge, l'examen radiographique peut être normal. Il faudra alors refaire des clichés six à huit semaines plus tard si la boiterie persiste. [16]

b/ Tomodensitométrie

Le scanner est considéré comme étant la méthode de choix pour diagnostiquer une dysplasie du coude (Carpenter *et al.*, 1993 ; Braden *et al.*, 1994). Lorsque le chien est positionné en décubitus latéral, les deux coudes peuvent facilement être visibles simultanément. De ce fait, le PCM peut être évalué sans superposition avec d'autres formations osseuses (De Rycke *et al.*, 2002). [144] Les fragments déplacés et les fissures au sein du processus coronoïde peuvent être facilement identifiés (Korbel *et al.*, 2001). Parfois, les petits fragments non déplacés ne peuvent pas être observés sur des scanners de faible résolution du fait de la présence d'artéfacts (Hatchcock et Stickle, 1993). [63] La figure 13 permet de visualiser une FPCM sur un scanner.

Figure 13 Visualisation d'une FPCM au sein d'un coude de chien sur un scanner.

L'image de gauche montre un coude atteint. La flèche blanche indique le fragment détaché. L'image de droite montre un coude sain. R = radius, MCP = processus coronoïde médial, FCP = processus coronoïde fragmenté. (Samoy, 2011)



Coude atteint d'une
FPCM

Coude sain

L'avantage du scanner est qu'il n'est pas seulement possible d'évaluer le PCM, mais aussi les autres aspects des surfaces articulaires, mettant ainsi en évidence la présence d'une éventuelle incongruence. [16] Des mesures directes de l'incongruence radio-ulnaire à partir d'images construites de scanners au sein de coudes canins sont possibles. Cependant, la technique peut être subjective et requiert l'utilisation d'une analyse géométrique d'images afin de diminuer les erreurs. (Holsworth *et al.*, 2005)

L'exactitude des images de scanner pour la mesure précise des espaces articulaires au sein de coudes de chiens a été investiguée. (Gemmil *et al.*, 2006) Sur des cadavres, il a été montré que les mesures des surfaces articulaires huméro-radiales et huméro-ulnaires peuvent être fiables avec une faible variabilité entre observateurs. Une autre étude ayant recours à des cadavres (Gemmil, 2005) a montré que des mesures fiables similaires peuvent être obtenues au sein de coudes incongruents.

Une étude de Villamonte-Chevalier (2015) a permis de comparer la spécificité et la sensibilité de la radiographie et de la tomodensitométrie pour le diagnostic d'une atteinte du PCM. Pour cela, 180 coudes ont été radiographiés et passés au scanner. Ils ont ensuite subi une arthroscopie. La

tomodensitométrie a ainsi montré une spécificité de 93 % et une sensibilité de 100 %. La radiographie a montré une spécificité de 69 % et une sensibilité de 98 %. [139]

En cas d'OCD, une zone sclérotique entoure une région d'opacité diminuée, en regard du condyle huméral. (Gielen *et al.*, 2009) [144]

Il faut retenir que seul le scanner permet de mesurer avec objectivité la présence d'une incongruence articulaire. [76] Cette technique présente la meilleure sensibilité et spécificité pour le diagnostic de la FPCM (Carpenter *et al.*, 1993 ; Gielen et van Bree, 2003). [63]

Cependant, des conditions sont nécessaires afin d'obtenir de bonnes images. Tout d'abord, la qualité dépend du recours d'un protocole permettant d'éviter les artéfacts. Les images doivent être prises dans une fenêtre osseuse correcte et adaptées lorsque différentes tranches sont évaluées. De plus, l'observateur doit être expérimenté afin de lire correctement les images. Cette technique pourrait être le principal moyen pour diagnostiquer une atteinte du PCM car elle permet d'identifier tous les fragments contrairement à l'arthroscopie qui ne peut pas forcément détecter les fragments non déplacés. [139]

c/ IRM

En raison de son coût, l'IRM est rarement utilisée pour les évaluations de coude, mais reste plus précise et plus sensible que la radiographie pour la détection de la FPCM et de l'OCD (sensibilité de 100 % et spécificité de 90 % (Snaps *et al.*, 1997)). En outre, elle permet de visualiser des fragments non minéralisés et non déplacés. De plus, bien que la résolution osseuse soit inférieure que le scanner, des changements subtils qui ne sont pas observés sur le scanner peuvent être appréciés avec l'IRM (Mandalia *et al.*, 2005). [63]

Aucune étude n'existe permettant d'évaluer l'incongruence grâce à l'IRM. [63]

d/ L'arthroscopie du coude

Si des techniques d'imagerie plus sophistiquées ne sont pas disponibles, le diagnostic peut souvent être confirmé grâce à l'arthroscopie. Cette technique est considérée comme étant le gold standard pour le diagnostic d'une atteinte du PCM du fait de la visualisation directe des surfaces articulaires et ainsi des lésions cartilagineuses. Cependant, l'étude de Villamonte-Chevalier a tout de même montré une qualité de diagnostic presque similaire entre l'arthroscopie et la tomodensitométrie. Cette première offre cependant une possibilité d'intervention immédiate contrairement à cette deuxième. [139] L'arthroscopie permet une excellente visualisation de l'incongruence, des fragments libres, des abrasions, des fissures et des ostéophytes présents au sein de l'articulation sur le PCM. Les chiens qui présentent une clinique compatible avec un problème au coude à moins de sept mois d'âge avec des radiographies normales, devraient subir une arthroscopie ou devraient refaire des radiographies de suivi quatre à huit semaines plus tard.

L'arthroscopie permet une inspection directe et détaillée du PCM. Différents types de fragmentation et de lésions cartilagineuses peuvent être identifiés. De plus, des lésions en miroir ou une OCD concomitante de la partie médiale du condyle huméral peuvent être observées. (Van Ryssen et Van Bree, 1997). [144]

En cas d'OCD, un rabat peut être détecté (Van Bree et Van Ryssen, 1995, 1997, 1998). Le cartilage pathologique localisé sur la partie médiale du condyle huméral peut toujours être attaché ou partiellement ou entièrement détaché du reste du cartilage (Van Ryssen et van Bree, 1997). [144]

Lorsqu'il existe une incongruence, l'arthroscopie permet la visualisation directe des différences de niveau entre le radius et l'ulna. De plus, les modifications typiques sont plus présentes dans les articulations souffrant de graves incongruences (Samoy *et al.*, 2011). [63]

Cependant, la fiabilité de cette technique est controversée car l'introduction de l'arthroscope au sein du coude peut induire ou masquer la présence de l'incongruence. [63] De plus, elle est invasive, limitant ainsi ses capacités de dépistage. [63]
La précision de cette technique est de 100 %. [138]

3/ Diagnostic différentiel

Le diagnostic différentiel de la dysplasie du coude fait intervenir les causes potentielles à l'origine d'une boiterie d'un antérieur chez le chien en croissance parmi lesquelles se trouvent les anomalies de développement telles que l'OCD de l'épaule, de l'humérus distal, l'arthrite septique, la panostéite ou encore une fracture du coude.

Si la localisation à l'origine de la boiterie est incertaine, des radiographies de l'épaule devraient également être faites pour exclure l'OCD de cette région. Un petit nombre de chiens peuvent avoir des lésions tant dans l'épaule que dans le coude. Chez le Rottweiler, la région métacarpienne palmaire devrait aussi être évaluée pour exclure une pathologie sésamoïdale métacarpienne palmaire. [87]

**TROISIEME PARTIE : TRAITEMENTS
CHIRURGICAUX DE LA DYSPLASIE DU
COUDE ASSOCIÉE À UNE MALADIE DU
COMPARTIMENT MEDIAL**

A/ INTÉRÊT DE LA PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE VIS-A-VIS DE LA PRISE EN CHARGE MÉDICALE

Il est important de se questionner sur la nature de la prise en charge de la MCM (médicale ou chirurgicale). Il faut savoir que dans les deux cas, les chiens finissent par développer de l'arthrose. Dans une étude, Grondalen a mis en évidence que les chiens traités médicalement présentaient une période de convalescence plus importante que ceux traités chirurgicalement. De plus, une chirurgie réalisée à un jeune âge amenait à de meilleurs résultats qu'un traitement conservateur seul. [144] Read a montré que les chiens traités chirurgicalement étaient plus actifs (résultats basés sur un questionnaire des propriétaires). [16] Une intervention chirurgicale est toujours préférée dans un premier temps et la prise en charge non chirurgicale de la MCM reste l'alternative majeure lorsque le traitement chirurgical est considéré comme inapproprié ou a déjà été réalisé sans résolution des signes cliniques. [52]

B/ LA PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE

1/ LES INDICATIONS ET LES CONTRE-INDICATIONS

Il n'existe pas un unique traitement pour la prise en charge de la dysplasie du coude. Une erreur de compréhension et de prise en charge de la maladie peut amener à un résultat médiocre. L'approche diagnostique est donc très importante.

Ainsi, un algorithme concernant les décisions thérapeutiques à envisager selon les cas a été réalisé. Celui-ci a été développé à partir de la synthèse de plusieurs études scientifiques et a pu être modifié à partir de l'expérience clinique. [52]

a/ Fragmentation, fissure ou éburnation articulaire

L'exploration chirurgicale par arthroscopie associée au retrait du ou des fragment(s) est recommandée chez les chiens de moins d'un an chez lesquels une arthrose sévère ne s'est pas encore, le plus souvent, développée. Néanmoins, des chiens plus âgés souffrant d'arthrose avancée peuvent s'améliorer (sans garantie toutefois) cliniquement à la suite d'une chirurgie d'exérèse. (Kirberger et Fourie, 1998). Certains auteurs recommandent l'ostectomie subtotale du processus coronoïde (SCO) en association avec le retrait du ou des fragment(s) et le parage de la surface articulaire atteinte. [52]

Il existe peu de techniques chirurgicales contre-indiquées lors de FPCM. Avant d'envisager la réalisation d'une SCO et d'un retrait du fragment, il est important de se questionner. Par exemple, la pathologie sous chondrale est-elle une cause importante de la boiterie ou de la douleur ? Permettrait-elle de justifier la réalisation d'une SCO en dépit d'une faible atteinte superficielle ? Les deux facteurs les plus importants dans la prise de décision d'une SCO lors de FPCM sont : la sévérité des signes cliniques et l'âge (un squelette immature est considéré comme étant une forte indication à un développement ultérieur de MCM de dernier stade, il est donc pertinent de réaliser cette chirurgie). Chez un chien plus âgé (plus de six ans) souffrant d'une boiterie légère et d'une fibrillation focale superficielle cartilagineuse sur le sommet du PCM, la question de l'intervention chirurgicale mérite d'être posée. [52]

b/ Incongruences articulaires

En cas d'incongruence, les techniques chirurgicales utilisées sont : la procédure de libération ulnaire du biceps (BURP), les ostéotomies ulnaires proximale (PUO) et distale (DUO), la double ostéotomie oblique dynamique ulnaire proximale (BODPUO) et l'ostéotomie ulnaire proximale d'abduction (PAUL). L'ostéotomie humérale coulissante (SHO) est aussi appliquée. [52], [35, 63] Ces techniques ont pour but de soulager le compartiment médial (qui supporte une charge trop importante du fait de l'incongruence) en reportant la majorité du poids sur le compartiment latéral. Une forte contre-indication à ces techniques est l'atteinte du compartiment latéral. Si celui-ci n'est pas sain, un report de charge sur cette zone ne sera pas bénéfique. En outre, Il faut savoir que sur des coudes incongruents, un collapsus progressif au sein du compartiment médial peut survenir sur le long terme. L'atrophie cartilagineuse cause une diminution de l'espace articulaire amenant à une augmentation de la charge sur la partie atteinte de l'articulation. Ceci amène ensuite à une perte de cartilage et une accélération du collapsus articulaire. Lorsque ce phénomène est présent au sein d'un coude, les ostéotomies ulnaires peuvent accroître les charges appliquées au sein du compartiment médial sur le long terme, ce qui aggraverait les résultats. [63]

De plus, la correction de l'incongruence par ostéotomie ulnaire peut induire à une autre incongruence. Dans ce cas, une SCO est aussi possible voire plus appropriée. Ceci amène à un soulagement du poids appliqué sur le compartiment médial sans entraîner une autre forme d'incongruence. [63] [9]

c/ Ostéochondrite disséquante

Lors d'OCD, les traitements chirurgicaux conventionnels tels que le curetage visant à réaliser une stimulation de croissance fibrocartilagineuse sont des traitements justifiés pour de petites lésions (< 5 mm de diamètre), superficielles (< 1mm de profondeur) ou des lésions abaxiales pour lesquelles le pronostic est considéré comme bon. (Grondalen, 1979 ; Kirberger, 1998)

Pour traiter des lésions plus importantes (de plus gros diamètres ou d'une plus grande profondeur), la régénération fibrocartilagineuse est inadéquate pour une reconstruction appropriée du contour articulaire. Deux aspects peuvent expliquer ces faibles résultats. D'abord, il a été suggéré qu'en comparaison avec le cartilage hyalin, les propriétés mécaniques inférieures du fibrocartilage peuvent résulter en un manque de durée sur le moyen et le long terme avec une éventuelle éburnation et réexposition de l'os sous-chondral. Une boiterie récurrente est alors observée. Ensuite, il est peu probable que le fibrocartilage soit capable de restaurer un contour portant approprié, surtout quand il y a des défauts importants au niveau de la plaque de l'os sous-chondral. Cela peut causer une concentration de stress autour du défaut avec une abrasion cartilagineuse, un œdème osseux sous-chondral et des lésions sur la surface articulaire. Bien que cela ne soit pas prouvé, c'est peut-être la principale cause des mauvais résultats, surtout au sein de coudes où une portion majeure de surface portante limitée peut être affectée. [52]

La reconstruction du contour articulaire est devenue une cible prioritaire de la réparation du défaut ostéochondral chez l'humain. Il existe une grande gamme de prises en charge (autogreffe, allogreffe, matrices de remplissage résorbables et non résorbables). Parmi ces méthodes, l'autogreffe de transfert ostéochondrale (OAT) est celle qui est la plus applicable chez le chien. [52]

d/ Fragmentation du processus coronoïde associée à une ostéochondrite dissécante

L'approche thérapeutique est basée sur le degré de sévérité des lésions cartilagineuses affectant à la fois le processus coronoïde et le condyle huméral médial autour de la lésion d'OCD. Lorsqu'une atteinte du PCM est identifiée avec une OCD sur le condyle huméral médial, la SCO est justifiée quelle que soit la sévérité des lésions observées par radiographie ou arthroscopie. Cette approche est, en effet, basée sur la compréhension du rôle que joue l'incongruence et de l'augmentation focale de la charge dans l'étiopathogénie de ces deux maladies qui peuvent compromettre la guérison après un traitement des lésions d'OCD. Des études sont à prévoir concernant la réussite du BURP dans ce cas de figure. L'OAT et la PUO sont aussi des techniques chirurgicales employées lors d'atteinte du PCM et d'OCD. [52] Les contre-indications sont les mêmes que dans le cadre de la prise en charge de l'incongruence.

e/ Fragmentation du processus coronoïde associée à des lésions focales en miroir sur le condyle huméral

Un traitement local de la fragmentation est recommandé (par SCO ou par BURP). Lorsque la fragmentation est associée à des lésions cartilagineuses focales, peu profondes sur la surface médiale du condyle huméral, les auteurs considèrent que la SCO seule procure une réduction adéquate dans une zone d'abrasion frictionnelle persistante ou de conflit huméro-ulnaire. Lorsque ces lésions sont situées au sein d'un coude également atteint d'OCD, le traitement de cette dernière par OAT peut aussi être approprié.

Lorsque les lésions cartilagineuses sont plus profondes et situées sur la face médiale du condyle huméral médial, les auteurs considèrent que la SCO n'est pas adaptée. La PUO est alors préférée, avec les mêmes contre-indications existant lors de la prise en charge de l'incongruence. Bien que le traitement de l'OCD par OAT puisse être considérée, ici il est difficile de recréer une surface saine de la partie médiale du condyle huméral médial car les lésions n'ont pas de marges nettes contrairement aux lésions solitaires d'OCD. [52]

f/ Fragmentation du processus coronoïde associée à des lésions étendues en miroir sur le condyle huméral

Chez la plupart des chiens, la MCM est associée à des lésions en miroir attribuables au conflit huméro-ulnaire. L'apparence typique est une atteinte cartilagineuse dans toute son épaisseur à travers le compartiment médial, affectant à la fois le condyle huméral médial et l'aire de contact ulnaire disto-médiale correspondante. Ces chiens présentent invariablement une boiterie sévère et manifestent une douleur lors de la manipulation du coude. Dans ces circonstances, le pronostic à long terme est considéré comme réservé même après un traitement chirurgical. Même si aucune incongruence ne puisse être approchée par PUO ou BURP, la formation d'une barrière durable entre le liquide synovial et l'os sous-chondral par infiltration fibrocartilagineuse ou la reconstruction d'un contour articulaire approprié sont considérées comme fortement improbables du fait de la gravité des modifications préexistantes. De plus, de telles techniques peuvent échouer à améliorer la douleur ou la boiterie chez les chiens qui souffrent d'une MCM de dernier stade.

Les auteurs recommandent alors l'utilisation d'une SHO, avec comme contre-indication une atteinte du compartiment latéral. Une arthroplastie unicompartmentale (CUE) peut aussi être privilégiée lorsque l'atteinte se restreint à un seul compartiment. [52]

g/ Arthrose avancée du coude

Chez certains chiens, les compartiments médial et latéral peuvent être tous les deux atteints. Ils peuvent être associés à des lésions extensives d'éburnation cartilagineuse et de l'os sous-chondral de toutes les structures articulaires majeures. Les lésions chroniques associées à la MCM et/ou à l'incongruence articulaire sont fréquemment responsables, bien que certains cas présentent une OCD concomitante ou d'autres pathologies telles que des fractures articulaires ou des arthropathies érosives.

Dans ce contexte, les procédures de sauvetage sont l'arthroplastie totale du coude ou l'arthrodèse. Ces traitements peuvent représenter l'unique option viable pour la restauration d'une fonction confortable du coude. Bien que l'arthrodèse puisse fournir une amélioration nette du confort du chien avec de graves lésions dégénératives, une boiterie importante persiste ainsi qu'une potentielle invalidité. L'arthroplastie totale est tout de même préférée. Cependant, elle reste contre-indiquée si le propriétaire ne souhaite pas une convalescence prolongée. [52]

h/ Arbres décisionnels

Le choix de l'option chirurgicale la plus adéquate se fait au cas par cas. La prise de décision peut se faire selon deux modalités : l'absence ou la présence de pathologie du condyle huméral médial. Les figures 14 et 15 illustrent le raisonnement à adopter face à différentes situations.

Figure 14 Algorithme de décision pour le traitement de la MCM sans pathologie significative du condyle huméral médial (Fitzpatrick, 2009)

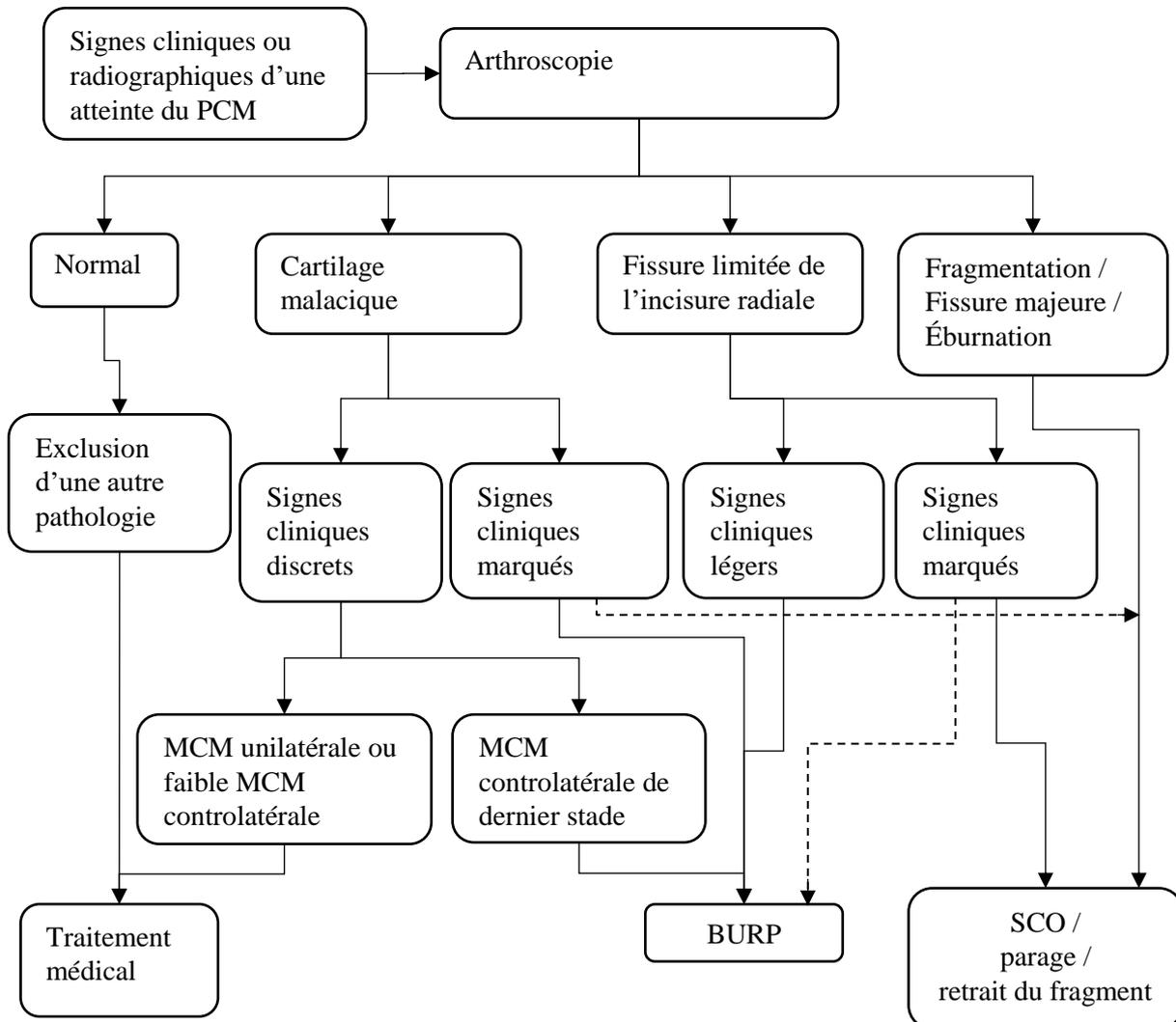
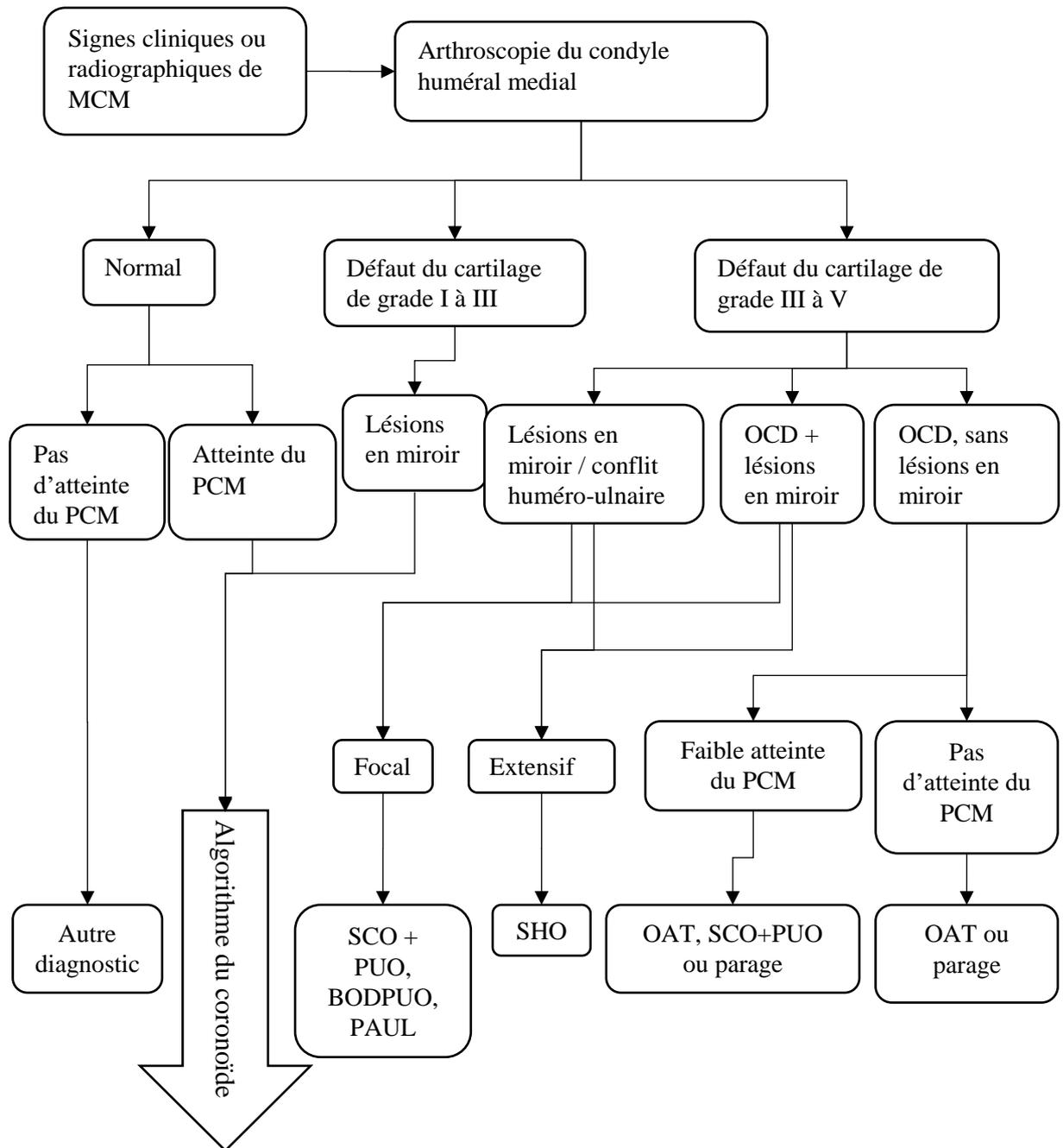


Figure 15 Algorithme de décision pour le traitement de la MCM associée à la pathologie du condyle huméral médial. (Fitzpatrick, 2009)



2/ DESCRIPTION DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES

a/ Retrait des fragments du processus coronoïde médial

1/ Principe

Le retrait du ou des fragment(s) est souvent accompagné du parage, de l'abrasion ou de l'excision de la portion visiblement atteinte de la partie médiale du processus coronoïde. Ces gestes sont réalisés désormais le plus souvent par arthroscopie ou plus rarement par arthrotomie. [52]

En cas d'arthrotomie, la voie d'abord du coude est crânio-médiale. On réalise alors une séparation des muscles fléchisseurs ou on désinsère le muscle pronateur lors d'une arthrotomie parallèle à l'articulation huméro-radiale. Une desmotomie du ligament collatéral médial est également réalisée. L'exérèse du fragment situé entre le PCM et la tête du radius est effectuée par désinsertion. Le condyle huméral médial est inspecté afin d'observer les éventuelles lésions d'OCD. Après irrigation, le ligament collatéral est suturé ainsi que la capsule articulaire. Le muscle pronateur est réinséré par deux sutures. [9]

2/ Résultats et complications

L'arthroscopie est généralement considérée comme étant une procédure de faible risque. Cependant, il existe un manque d'informations concernant les complications chez les petits animaux. Dans une étude rétrospective, 750 arthroscopies de coudes ont été réalisées sur une période de 10 ans. [108] L'âge médian des animaux était de 25 mois. Le tableau 2 met en évidence les différentes complications rencontrées sur un suivi de 23 mois.

Tableau 2. Incidents, accidents et complications associées à l'arthroscopie du coude et leur fréquence (Perry, 2013)

Complications		Taux (%)
Majeures post opératoires	Nécessité d'une deuxième intervention du fait d'une boiterie persistante ou d'une faible visibilité durant la première arthroscopie	4.8
Incidents per opératoires	Absence de diagnostic définitif	6.4
	Conversion en arthrotomie	5
	Difficultés techniques liées aux instruments	2.9
	Lésion chondrale iatrogène	1.7
	Hémorragie	0.66
	Extravasation de fluide altérant l'inspection arthroscopique	0.44
Mineures post opératoires	Boiterie aggravée	5.5
	Douleur importante	2.8
	Tuméfaction articulaire importante	2
	Arthrite septique	0.22
	Neurapraxie temporaire	0.22

Les résultats de cette étude ont montré un faible taux de complications

Les lésions iatrogènes n'étaient pas si rares lors d'une arthroscopie. Dans une autre étude, des lésions iatrogènes du cartilage ont été rapportées à un taux de 30 % (Van Ryssen, 1997), ici ce taux était de 1.7 %. Trois cas ont, en effet, souffert d'hémorragie iatrogène en per opératoire. Celle-ci pouvait être liée à l'atteinte des artères médiane, interosseuse commune, des branches articulaires de l'artère brachiale et de l'artère ulnaire récurrente. Le taux de blessure iatrogène différait selon les chirurgiens, les techniques arthroscopiques et le choix des instruments.

L'atteinte des nerfs périphériques est une complication occasionnellement observée chez l'homme. Cependant, dans cette étude, seulement un chien a souffert de neurapraxie. Il est possible que ce taux soit en réalité plus élevé mais que les symptômes observés chez l'humain ne soient pas aussi facilement détectables chez les chiens.

Il est important de noter le faible taux d'arthrite septique observé. [113] Néanmoins, à l'heure actuelle, il n'existe pas d'étude qui examine la gamme complète des complications associées à l'arthroscopie de coudes canins et leur taux respectif. [108]

Il serait intéressant d'investiguer les facteurs de risque potentiels qui nécessitent de convertir l'arthroscopie en arthrotomie. Ceci peut inclure l'expérience du chirurgien, la taille du fragment et le matériel inadéquat.

Il existe des limites dans cette étude. L'évaluation de la boiterie ainsi que les arthroscopies ont été réalisées par des vétérinaires différents. Cela peut entraîner un biais. [108]

Un autre rapport décrit une complication rare suite à une arthroscopie lors d'un traitement d'une FPCM chez un Labrador d'un an. Lors du curetage de la lésion, la pointe de la curette arthroscopique s'est brisée. Des tentatives pour la retirer ont été réalisées mais ont échoué et le fragment cassé a migré en dehors du champ arthroscopique. Une arthrotomie a été réalisée mais a également échoué. Sur les radiographies, le fragment métallique a été détecté dans la fosse radiale du condyle huméral. Une approche chirurgicale limitée dans cette zone, guidée par échographie a aussi été inefficace. Enfin, la pointe cassée de la curette a été laissée in situ. L'animal a présenté une récupération sans incident et six mois après l'opération, il n'a pas montré de boiterie si ce n'est après le repos. Les radiographies n'ont pas montré de migration de la pointe de la curette.

Dans de telles circonstances, les auteurs recommandent de stopper d'abord les flux intrant et sortant des fluides, de tenter de retirer le fragment avec un des pinces à mors larges, d'avoir recours à l'imagerie peropératoire (amplificateur de brillance) afin de localiser le fragment cassé, observer une éventuelle migration en dehors du champ arthroscopique et enfin le laisser in situ s'il n'est pas retiré par arthroscopie.

Il est difficile, dans ce cas, de déterminer la contribution spécifique de la pointe de la curette dans le développement de l'arthrose observée à six mois post opératoires. De plus, la boiterie (répondant au meloxicam) n'apparaît qu'après le repos. Cela suggère que celle-ci est imputée à l'arthrose. Si elle était due à la pointe, la boiterie serait permanente. [66]

3/ Résultats fonctionnels

De nombreuses études décrivent les avantages de l'arthroscopie vis-à-vis de l'arthrotomie. La première méthode permet un champ de vision très supérieur, un geste peu invasif, un temps de chirurgie réduit, une facilité d'accès, une morbidité plus faible, une récupération plus rapide et un risque d'arthrite septique diminué. (Capaldo, 2005 ; Ridge, 2011 ; Van Ryssen, 1993 ; Meyer-Lindenberg, 2003).

Meyer Lindenberg a comparé ces deux techniques. Dans une cohorte de 518 coudes provenant de 421 chiens souffrant de FPCM, 247 articulations ont été traitées par arthrotomie et 271 par arthroscopie. Deux cent trente-huit cas (103 par arthrotomie et 135 par arthroscopie) ont été réévalués

cliniquement et radiographiquement. Cent quatre-vingt-onze cas (88 par arthrotomie et 103 par arthroscopie) ont été réévalués via un questionnaire entre 21 et 23 mois après l'opération. Le tableau 3 permet d'illustrer les résultats fonctionnels et leur taux respectif lors de chaque technique.

Tableau 3. Résultats fonctionnels après arthrotomie et arthroscopie à 21-23 mois post opératoires (Meyer Lindenberg, 2003, 2013)

Résultats fonctionnels	Taux dans le cadre de l'arthrotomie (%)	Taux dans le cadre de l'arthroscopie (%)
Absence de boiterie à 21-23 mois post opératoires (Meyer-Lindenberg, 2013)	42.4	60.1
Boiterie intermittente à 21-23 mois post opératoires (Meyer-lindenberg, 2013)	29.3	29.4
Boiterie permanente à 21-23 mois post-opératoires (Meyer-Lindenberg, 2013)	28.3	10.5
Aggravation de la boiterie à 21-23 mois post opératoires (Meyer-Lindenberg, 2003)	5.2	2.9

Les périodes de convalescence après une arthroscopie ont duré moins longtemps qu'après une arthrotomie. La progression de l'arthrose entre les deux méthodes n'a pas montré de différence.

Cette étude prouve que l'arthroscopie, méthode la moins invasive, permet de meilleurs résultats fonctionnels que l'arthrotomie. Cependant, dans les deux cas, la progression de l'arthrose ne peut pas être évitée. [95]

Par ailleurs, il a été montré que les arthrotomies et les chirurgies intra articulaires peuvent entraîner diverses atteintes pathologiques des ligaments et du cartilage (Jarvinen, 1995). [9]

b/ Coronoïdectomie médiale subtotale (Subtotal Coronoid Osteotomy ou SCO)

1/ Principe

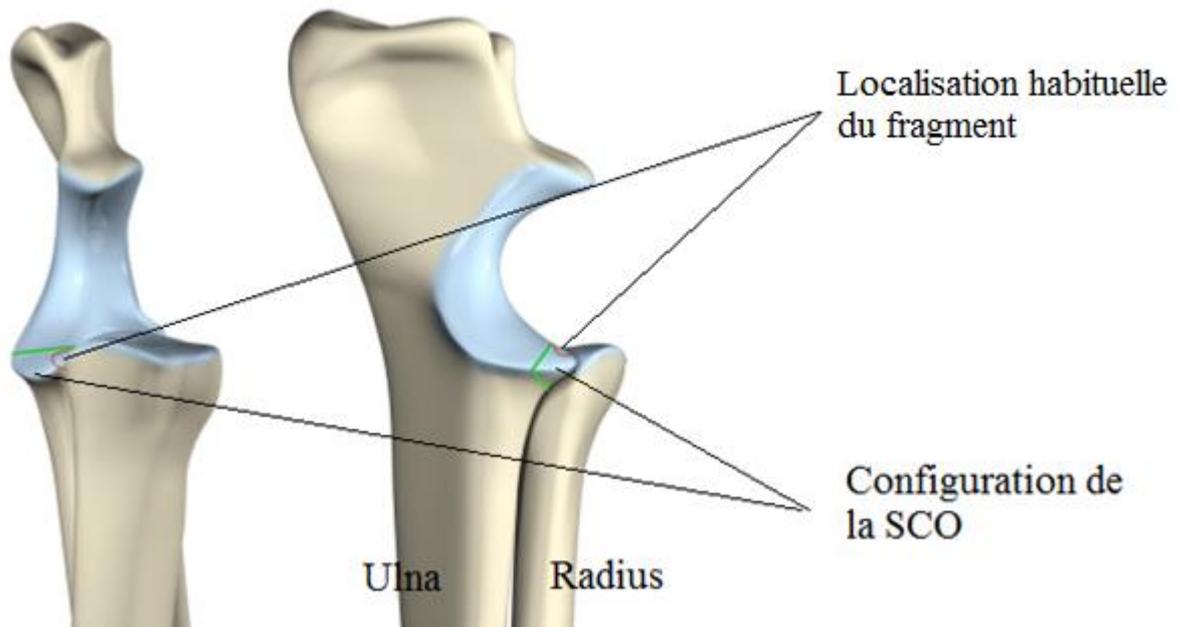
Le principe de cette technique est de pratiquer l'exérèse des portions fragmentées du PCM ainsi que les portions non fragmentées mais présentant des anomalies (lésions chondrales, déminéralisation sous-chondrale). [55]

La SCO permet de retirer une portion pyramidale de la partie médiale du processus coronoïde incluant l'intégralité de la portion articulaire distale de l'incisure radiale (figure 16). L'abord chirurgical inclue une séparation des muscles fléchisseur radial du carpe /rond pronateur et les fléchisseur profond et superficiel des doigts et le ligament médial collatéral afin d'accéder aux parties médiale et proximale de la capsule articulaire.

Des écarteurs placés caudalement au ligament collatéral médial optimisent l'exposition du compartiment. Une scie oscillante peut être utilisée afin de réaliser l'ostectomie mais un guidage arthroscopique peut aussi être employé en utilisant un ostéotome ou encore un shaver motorisé montrant une efficacité similaire.

La limite caudo-latérale de l'ostectomie se situe à la jonction de l'incisure radiale et à 1-2 mm distalement à la crête sagittale de l'incisure ulnaire. Des microfractures sous-chondrales peuvent être retrouvées se prolongeant jusqu'au bord de la ligne d'ostéotomie. [52]

Figure 16 Configuration de la SCO ainsi que la localisation habituelle du fragment sur l'incisure radiale (Fitzpatrick, 2009)



2/ Résultats et complications

Une étude réalisée auprès de 263 chiens (437 coudes) souffrant de MCM a permis d'évaluer les résultats de la SCO. [49] Ils ont été objectivés par un examen clinique sur le court terme (entre 2 et 5 semaines post opératoires), un questionnaire aux propriétaires, un examen de la démarche (subjective) et un examen radiographique entre quatre mois et sept ans et sept mois post opératoires. L'âge médian des animaux au moment de l'intervention était de 14 mois.

Un incident per opératoire a été observé : la fissuration de l'ulna d'un coude (la SCO a alors été réalisée avec un ostéotome et un maillet). Le tableau 4 illustre les différentes complications et leur taux respectif observées sur le court terme (immédiatement après l'opération).

Tableau 4. Complications à court-terme suite à une SCO (Fitzpatrick, 2009)

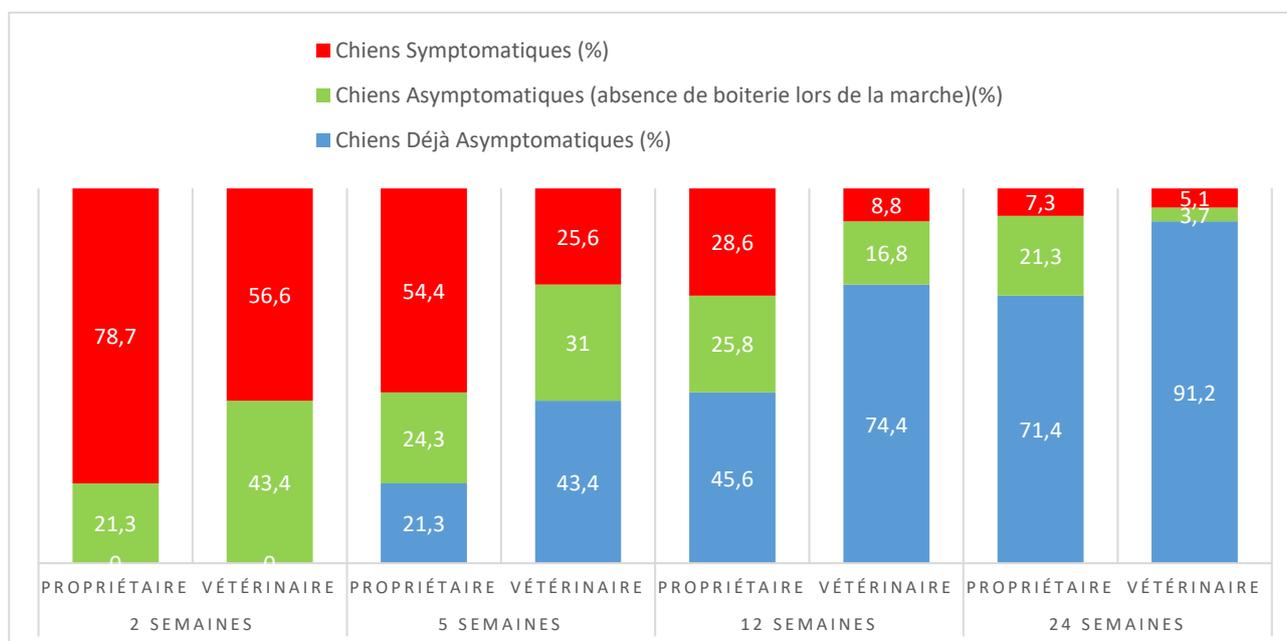
Complications à court-terme	Arthrite septique	6.8 %
	Sérome	0.68 %
	Œdème	0.45 %
	Déhiscence de la plaie	0.22 %
	Total	8.2 %

L'arthrite septique était la principale cause de complication à court terme. On notera qu'elle est plus fréquente que dans les études où la coronoïdectomie n'est pas pratiquée.

3/ Résultats fonctionnels

La figure 17 permet d'observer les évaluations cliniques de la boiterie des animaux de la part des vétérinaires et des propriétaires à différents moments post opératoires.

Figure 17 Evaluation clinique de la boiterie des chiens lors de la marche de la part des vétérinaires et des propriétaires après une SCO (Fitzpatrick, 2009)



Ce graphe montre qu'à 24 semaines, 5.1 % des chiens sont restés boiteux. Cependant, 68.1 % d'entre eux se sont améliorés grâce aux AINS et à la restriction d'exercice.

L'évolution radiographique de l'arthrose a augmenté en moyenne d'un grade.

L'évaluation vétérinaire de la boiterie et de la douleur lors de la manipulation des coudes, bien que subjective, a indiqué un résultat favorable.

D'après Fitzpatrick, la décision chirurgicale est controversée car il n'existe pas de documentation sur le devenir des coudes avec un processus coronoïde intact et des signes cliniques de MCM. Il est possible que la SCO améliore les effets de la charge aberrante qui s'applique sur le processus mais des études plus approfondies sont nécessaires pour valider ce concept.

Cette technique montre quelques inconvénients. Une ostectomie agressive d'une portion plus large de l'aire de contact ulnaire médiale peut théoriquement résulter en une redistribution des charges

sur la partie restante de l'aire médiale ou sur l'aire de contact latéral du coude. Des augmentations de charges focales peuvent accélérer la dégénérescence cartilagineuse ou causer une pathologie sous-chondrale sur ces sites. L'utilisation de mesures arthroscopiques ou histologiques sur le long terme sont nécessaires afin d'étudier le développement de tels changements et leur effets cliniques. La déstabilisation de l'articulation du coude par la SCO peut générer des anomalies au niveau des structures péri articulaires. Dans cette étude, aucune instabilité décelable à l'examen orthopédique n'a néanmoins été rapportée chez les chiens opérés.

D'autres désavantages peuvent être associés avec la réalisation d'une ostectomie. Dans l'étude de Fitzpatrick, une fissure de la partie proximale de l'ulna a été observée durant l'opération avec un ostéotome. De plus, le taux d'infection (6.8 %) était plus important que celui observé durant le diagnostic arthroscopique (0 %) (Van Ryssen, 1997). Ce taux était comparable à celui décrit dans une autre étude consacrée aux procédures orthopédiques canines (Whittem, 1999). La possibilité d'accroître les risques d'infection pendant l'opération n'est pas exclue. Ce risque peut être attribué à la présence de débris osseux ou d'une chaleur focale excessive durant l'ostectomie par une scie oscillante.

L'amélioration de la boiterie après la SCO peut être justifiée par la prise en charge post opératoire (cagéothérapie, exercice restreint) et la prise en charge médicale (pentosane polysulfate, AINS). L'administration de pentosane polysulfate durant la période post opératoire immédiate a pu contribuer à une amélioration visible durant cette phase de récupération, mais n'a probablement pas été responsable de l'amélioration sur le long terme. La prise en charge post opératoire a montré ici que le retour à la normale le plus rapide se situe vers 12 semaines car une activité normale n'a pas été permise avant cette période.

En dehors de la progression de l'arthrose, des complications sur le long terme (jusqu'à sept ans et sept mois) n'ont pas été observées. Des séquelles, dont la latéralisation du coude du fait de l'effondrement du compartiment médial, n'ont pas été diagnostiquées chez les chiens de l'étude.

Comme vu dans la partie précédente, l'arthroscopie prodigue de meilleurs résultats que l'arthrotomie. Cette dernière, réalisée dans cette étude, a été issue d'une modification des techniques conventionnelles et a impliqué en fait une simple extension du port instrumental arthroscopique afin de permettre l'accès aux instruments et assurer une reproductibilité de la position de l'ostéotomie. Bien qu'un seul cas de fracture n'ait été observé, un risque potentiel existait quant à l'utilisation d'un ostéotome. Les auteurs conseillent l'utilisation d'une scie oscillante afin d'assurer de meilleurs résultats.

Il existe deux limites importantes dans cette étude : l'absence d'une cohorte de contrôle et l'absence de méthodes d'évaluation objective du résultat fonctionnel (plateau de marche). [49]

La comparaison des résultats sur le long terme entre la prise en charge médicale, le retrait du ou des fragment(s) et la SCO n'a pas encore été publiée.

La partie du PCM retirée lors de SCO varie selon les chirurgiens et ce qui est décrit dans la littérature. D'après Fitzpatrick, la SCO peut être réalisée par arthroscopie manuellement ou par moyen motorisé ou encore par arthrotomie médiale. Ces différentes méthodes ne montrent pas de résultats différents à moyen terme. En fait, l'auteur a observé que dans certains cas, la fenêtre arthroscopique est aussi large que l'incision réalisée lors d'arthrotomie médiale. [55]

De plus, selon les patients, les charges peuvent s'appliquer plutôt sur la pointe ou plutôt sur l'incisure radiale. La SCO peut donc avoir différents effets selon les chiens. Les facteurs responsables du fait que les chiens répondent favorablement ou non à la SCO ne sont pas définis. [55]

Les patients avec des lésions érosives humérales présentent de moins bons résultats sur le long terme que les chiens dont l'aspect du condyle huméral médial était intact avant l'intervention. Il y a cependant des exceptions notables. Dans un cas, le condyle huméral médial apparemment non affecté est devenu progressivement érodé suite à un retrait de fragment ou une SCO. Plusieurs sujets ont développé une érosion mineure humérale s'étendant alors dans toute la profondeur. Ceci était dû à l'existence d'un conflit huméro-ulnaire de l'arrête de coupe de la SCO, observé alors quelques mois après l'intervention à l'arthroscopie. Dans certains cas, l'érosion a progressé jusqu'aux marges médiales de la tête radiale. L'explication de ces résultats disparates est faiblement comprise.

D'après Fitzpatrick, la SCO présente différents résultats pour le même degré d'atteinte pathologique observée à l'arthroscopie chez différents patients. Les paramètres tels que l'âge, la race, les données d'imagerie, les données arthroscopiques, le poids, la durée de l'intervention et le degré d'activité du patient qui pourraient expliquer ces différences n'ont pas encore été étudiés.

En absence de pathologie du condyle huméral médial significative identifiée par arthroscopie, un traitement chirurgical local de la MCM reste le pilier de l'intervention chirurgicale. Il n'est pas encore établi qu'il existe une différence sur le court et le long terme entre le retrait de fragment et la SCO.

En conclusion, la SCO a un rôle à jouer dans le traitement de la MCM mais les indications et des mesures objectives des résultats nécessitent des investigations plus lointaines. Beaucoup de chiens présentent des bénéfices sur le long terme après une SCO mais ce n'est pas une base rationnelle si on continue de comparer des résultats sur des chiens affectés de MCM causée par des mécanismes disparates. [55]

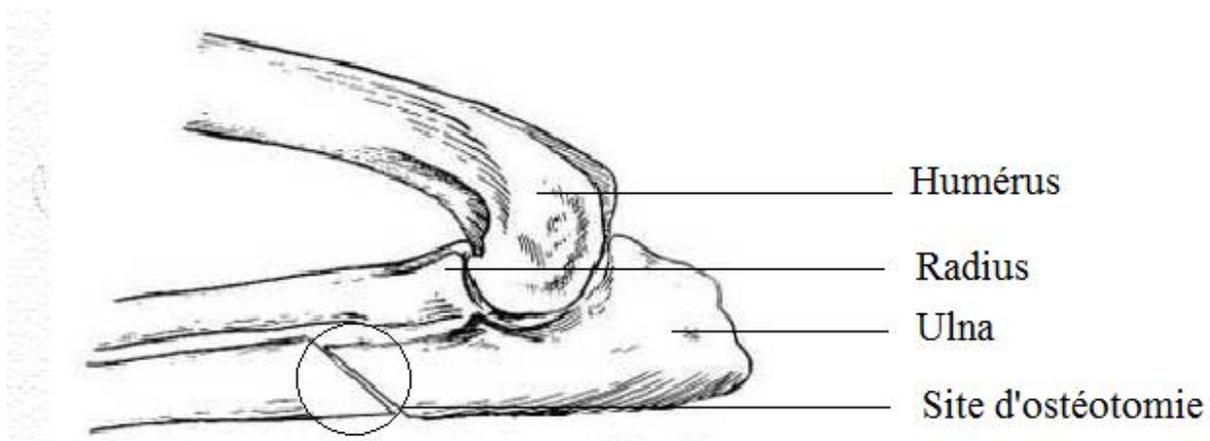
c/ Ostéotomie ulnaire proximale (Proximal Ulnar Osteotomy ou PUO), double ostéotomie oblique ulnaire proximale (Bi-Oblique Dynamique Proximal Ulnar Osteotomy ou BODPUO) ou ostéotomie ulnaire distale (Distal Ulnar Osteotomy ou DUO)

1/ Principe

La PUO est le plus souvent réalisée avec le retrait du ou des fragment(s) coronoïdiens. [105] Le but de cette procédure est de soulager le contact articulaire (anormal) entre l'humérus et l'ulna au niveau de la crête du coronoïde médial en faisant incliner l'ulna caudo-médialement (entre 10 et 5 ° caudalement et 3 et 5° médialement) permettant ainsi de diminuer la pression sur le PCM. [140]

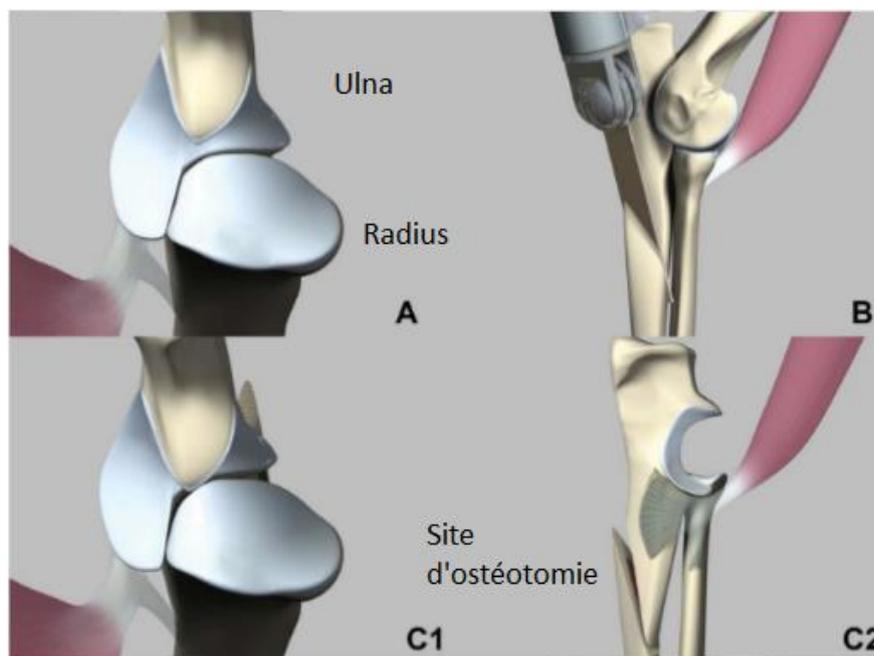
La voie d'abord du coude est caudale et s'étend sur la face médiale de l'os en regard du quart proximal de l'ulna. L'ostéotomie est réalisée selon un axe oblique (crânio-distal) grâce à une scie oscillante. Il n'est pas nécessaire de retirer le segment ulnaire afin d'obtenir un alignement correct au sein du coude. Le repositionnement de la partie proximale de l'ulna dans une configuration anatomique de l'articulation du coude soulage le contact articulaire huméro-ulnaire anormal au niveau de la crête coronoïde médiale. Un report du poids normal huméro-radial est ainsi restauré. [140]. Suite à l'ostéotomie, un cal osseux se forme entre huit et douze semaines. [9] La figure 18 permet d'illustrer le principe de la PUO.

Figure 18 Principes d'une PUO chez un chien
(<http://www.vetlatranquera.com.ar/pages/wsava2002/Orthopedics16.htm>)



La double ostéotomie oblique ulnaire proximale (BODPUO) est une forme de PUO avec une ostéotomie qui présente une position et une trajectoire spécifiques distales au ligament interosseux. [27] La BODPUO permet de limiter le varus observé après PUO non stabilisée par une tige centromédullaire (par rotation du segment ulnaire proximal dans le plan dorsal). L'ostéotomie se fait alors selon un axe caudoproximal à crâniodistal d'un angle d'environ 40° et proximolateral à distomédial d'un angle d'environ 50°. [94] Cette technique permet une rotation externe de l'ulna autour de la tête radiale grâce à un basculement au niveau du site d'ostéotomie. Le but de la BODPUO est de limiter le mouvement délétère du segment ulnaire proximal dans les plans sagittal et transverse. Ceci permet d'éviter la mise en place d'un implant centromédullaire ce qui a pour avantage de réduire la durée d'intervention et l'apparition des complications imputées à la présence de l'implant. [27] La BODPUO est réalisée selon une approche caudo-latérale de l'ulna. [27] La figure 19 illustre son principe.

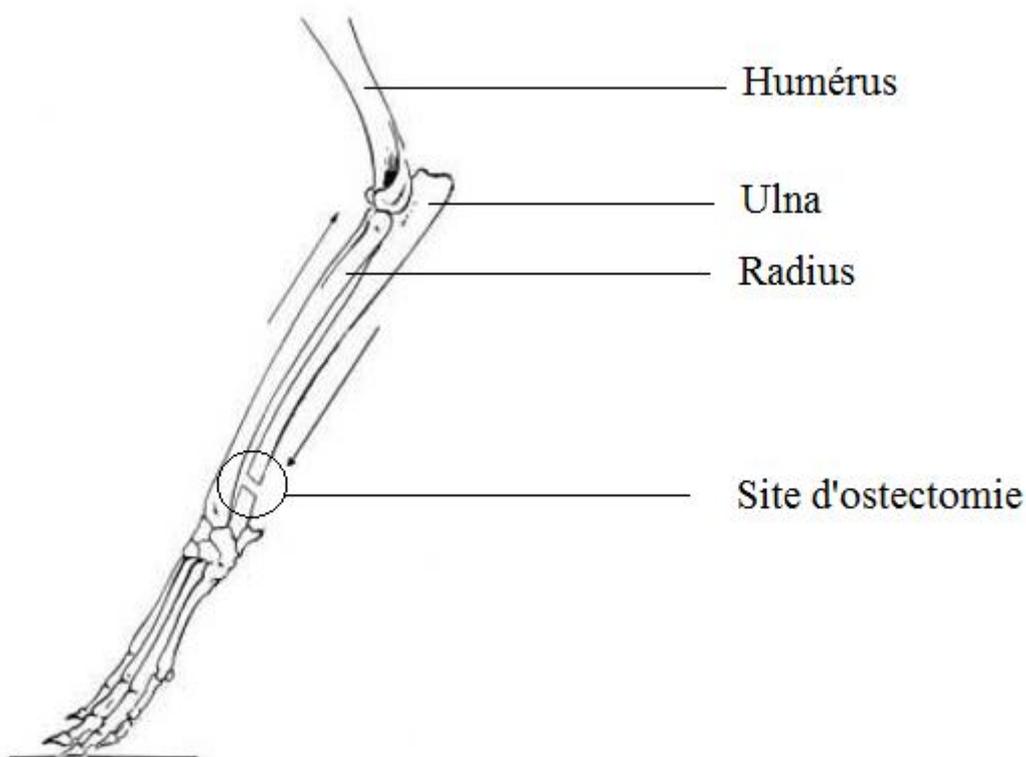
Figure 19 : Principe de la BODPUO (Fitzpatrick, 2013)



(A) Représentation de la relation radio-ulnaire sur une projection dorsale. L'insertion du biceps brachial est schématisée. (B) Réalisation de la BODPUO sur une projection latérale. (C1) Représentation de la relation radio-ulnaire après la BODPUO. Rotation crâniale du PCM autour de la tête radiale. (C2) Basculement caudal du segment proximal ulnaire et basculement crânio distal du PCM après BODPUO

La DUO, associée au retrait d'un segment osseux, est une ostéotomie de glissement qui permet aux forces du poids d'élargir le ligament interosseux. Cette technique permet aussi à la partie proximale de l'ulna de coulisser distalement jusqu'à la restauration d'un contact huméro-radial et à un relâchement de pression sur le PCM. L'ostéotomie est réalisée à 2-3 cm proximement à la physe ulnaire distale. Un segment osseux de 5 à 7 mm est alors retiré à l'aide d'une scie oscillante. La figure 20 présente le principe de la DUO.

Figure 20 Principes d'une DUO chez un chien
(<http://www.vetlatranquera.com.ar/pages/wsava2002/Orthopedics16.htm>)



La PUO est indiquée en cas d'incongruence sévère chez des chiens en fin de croissance. La DUO est indiquée en cas de faible incongruence chez des chiens en croissance (entre six et huit mois) avec un ligament interosseux plus « souple ». [140]

Une PUO oblique dans le sens caudo-proximale à crânio-distale est recommandée afin de prévenir l'inclinaison extrême du segment ulnaire proximal par la poussée du muscle triceps brachial sur l'olécrane. Ceci permet de minimiser la probabilité de retarder l'union de l'os et de réduire excessivement la formation d'un cal attribuable à l'instabilité inévitable des sites transverses d'ostéotomie. Une telle instabilité peut, dans certains cas mener à une non-union.

In vitro, une ostéotomie oblique caudo-proximale à crânio-distale sans fixation centromédullaire résulte en un varus. Une stabilisation est donc proposée, bien que son implication ne soit pas cliniquement significative. Cependant, les auteurs notent que cette stabilisation est associée à une augmentation de la morbidité (rupture des broches). [52]

2/ Résultats et complications

Le tableau 5 illustre les différentes complications observées lors de la réalisation de PUO dans trois études différentes.

Tableau 5. Taux de complications et résultats après la réalisation de PUO récoltés auprès de trois études (Bardet, 1996 ; Ness, 1998 et Coggeshall, 2013)

		PUO classique			PUO avec fixation par plaque
		Bardet, 1996	Ness, 1998	Total	Coggeshall, 2013
Nombre de coudes		82	13	95	4
		Taux de complications			Taux de complications
Complications post-opératoires majeures	Déformation sévère de l'humerus distal	2,40%	0,00%	2,10%	0,00%
Complications post-opératoire mineures	Hémorragie interosseuse	0%	15,40%	2,10%	0,00%
	Inflammation	0%	7,70%	1,10%	0,00%
	Infection mineure	0%	15,40%	2,10%	0,00%
Complications mineures à long terme	Raideur occasionnelle	0%	38,50%	5,30%	0,00%
Complications majeures à long terme	Retardement de l'union osseuse	0%	0,00%	0,00%	0,20%
Résultats négatifs	Animal inactif, boiteux	3,60%	15,40%	5,20%	0,00%

Les chiens inclus dans l'étude de Ness étaient jeunes (10 mois maximum). Un examen clinique et radiographique de contrôle a été réalisé entre 12 et 20 mois post-opératoires. L'amélioration clinique est survenue en moyenne entre six à huit semaines après l'intervention, d'après les propriétaires. Toutes les ostéotomies ont totalement cicatrisé lors du contrôle. Radiographiquement, le taux moyen de détérioration arthrosique était de 4.7 points par mois (il est nul chez un chien sain).

Ces résultats tendent à montrer que la PUO est un traitement efficace de la FPCM suite à une incongruence chez les jeunes chiens. La fracture de l'ulna est couramment stabilisée par des bandes de tension afin de prévenir la rotation du fragment proximal. Une rotation excessive de celui-ci n'était pas une complication rapportée par les auteurs. Bien que la fixation de l'ostéotomie soit rapidement cicatrisée et induit la formation d'un cal osseux, il existe un risque que le fragment soit dans une position inappropriée. Une ostéotomie instable optimise les chances de retrouver une articulation anatomiquement fonctionnelle.

Cette étude reste limitée dans le sens où les résultats ont été étudiés à court terme. De plus, la cohorte était assez restreinte. En outre, les contrôles radiographiques étaient subjectifs car ils étaient « vétérinaire dépendant ». [105]

L'étude de Bardet a été réalisée sur cinq ans sur des chiens de 12,7 mois d'âge en moyenne. Le suivi postopératoire était d'un an et demi. Une arthrotomie médiale a été réalisée en plus de la PUO. Il n'y a pas eu de progression de l'arthrose chez 39,7 % des cas, il y a eu la progression d'un stade chez 42,2 %, de deux stades chez 16,1 % et de trois stades chez 1,2 %. [9]

D'après Lewis (1989), au moins 50 % des animaux sur lesquels un retrait de fragment seul est réalisé, continuent de boiter durant le reste de leur vie. Or, cette étude a permis de constater un résultat

de bonne ou d'excellente qualité dans 94 % des cas lors du retrait du fragment associé à une PUO. De plus, le retrait des fragments associé à cette technique chirurgicale est utile car l'exploration de la partie médiale du coude permet de déterminer la nature précise des lésions et de réduire les risques de formation d'une souris articulaire. [105]

Cette technique peut être employée chez des animaux adultes (de plus d'un an) avec de bons résultats cliniques. [9]

Les chiens de l'étude de Coggeshall avaient en moyenne dix mois. Une PUO était réalisée sur chaque articulation pour le traitement de l'incongruence ainsi qu'une SCO lorsqu'il y avait une FPCM.

Dans cette étude, on mettait en évidence les complications éventuelles d'une autre technique de PUO : fixation de l'os par une plaque sous guidage arthroscopique. Un suivi clinique et d'imagerie était réalisé à quatre et 14 semaines.

Tous les chiens ont montré une amélioration de la boiterie. Un examen scanner a aussi montré une amélioration significative de l'incongruence chez tous les sujets. L'union radiographique osseuse était faite à 13 semaines dans 80 % des cas (quatre cas sur cinq).

Les techniques chirurgicales pour la correction de l'incongruence incluent l'allongement ou le raccourcissement du radius ou de l'ulna. La DUO et la PUO sont rapportées pour la correction de l'incongruence lorsqu'elle est causée par un ulna trop court. Le segment proximal ulnaire peut être stabilisé par une tige centromédullaire, un fixateur externe ou une absence de fixation. La migration de l'implant et sa casse ont été rapportées lorsqu'un clou centromédullaire était mis en place (Gilson *et al.*, 1989). Un retard ou une absence d'union osseuse et une douleur post opératoire ont été rapportés suite à des PUO sans fixation (Gilson *et al.*, 1989 ; Sjostrom *et al.*, 1995 ; Dassler et Vasseur, 2003). Dans l'étude de Coggeshall, à huit semaines, l'union osseuse de l'ulna sur un coude a été retardée. Une autogreffe d'os spongieux prélevé à partir de l'humérus proximal a été réalisée au site d'ostéotomie. À 14 semaines, l'animal montrait des signes radiographiques d'union osseuse et d'une synostose radio-ulnaire.

La PUO a pour avantage d'améliorer l'incongruence et de procurer une fixation rigide immédiate du site d'ostéotomie. Cependant, une étude plus large est à réaliser pour savoir si ces résultats sont le résultat du traitement de la FPCM, de l'incongruence ou de la combinaison des deux.

Les auteurs concluent que l'arthroscopie facilite le diagnostic, l'amélioration de l'incongruence et le traitement des autres pathologies concomitantes du coude avec une morbidité minimale. La fixation interne rigide avec une plaque maintient les segments alignés et promeut une cicatrisation osseuse. Cette technique, en complément de l'arthroscopie semble être une bonne alternative pour des chiens sévèrement atteints d'incongruence et de FPCM associée. Cependant, cette étude comportait des limites. Un faible nombre de cas a été étudié. Il serait intéressant de mener des investigations à plus long terme et sur une cohorte plus grande afin de savoir si cette modification de la PUO (fixation du segment osseux par plaque) est une sérieuse alternative dans la prise en charge de l'incongruence articulaire. [29]

Bouck (1995) a comparé le traitement chirurgical par PUO et la prise en charge médicale dans le cadre d'une FPCM associée à une OCD. Le traitement médical a donné lieu à un retour plus rapide à un appui normal lors de la marche que le traitement chirurgical. Toutefois, après neuf mois, aucune différence n'a été détectée entre les chiens traités médicalement et chirurgicalement. [15]

Concernant la BODPUO, Caron a réalisé une étude faisant intervenir 120 coudes. Le but était d'évaluer les résultats fonctionnels et les complications suite à cette technique. Le suivi a été fait jusqu'à 35.6 semaines post opératoires. Dans cette étude, l'âge moyen des chiens était de 16 mois. Le tableau 6 permet d'illustrer les complications suite à l'intervention.

Tableau 6. Complications après BODPUO (Caron, 2016)

Complications majeures		0%
Complications mineures	Migration excessive du segment proximal	9,70%
	Infection	9,70%
	Inflammation superficielle du site chirurgical	4,80%
	Sérome	4,80%
	Fissure corticale	1,60%
	Total	24,20%

Sur les 14 chiens souffrant d'une complication, huit ont subi une BODPUO bilatérale. Dans cette étude, toutes les complications ont pu être résolues en quatre mois sans ré intervention chirurgicale. Les angles ou les positions des ostéotomies n'étaient pas significativement différents chez les coudes souffrant de complications ou non. Cependant, des données ont pu montrer qu'un angle d'ostéotomie plus petit était associé avec un mouvement plus important du segment ulnaire proximal. Des investigations plus poussées sont nécessaires. Les auteurs pensent qu'un site d'ostéotomie plutôt proximal peut amener à un mouvement du segment ulnaire plus important. D'un autre côté, ils pensent également qu'une ostéotomie plus distale sans élévation du ligament interosseux pourrait permettre un mouvement insuffisant de ce segment. Les auteurs recommandent aussi une approche minutieuse du tendon fléchisseur afin d'éviter un gonflement tissulaire et un mouvement trop important du segment proximal. Bien que 60 % des complications aient été observées lors de BODPUO bilatérales, les auteurs pensent que cette technique peut être réalisée sans danger simultanément sur les deux avant-bras.

Le tableau 7 permet d'objectiver les résultats fonctionnels suite à une BODPUO.

Tableau 7. Résultats fonctionnels (boiterie et douleur) après BODPUO (à 35 semaines post opératoires) (Caron, 2016)

Absence de douleur ou d'inconfort à la manipulation		71%
Douleur ou inconfort à la manipulation		4,80%
Boiterie (par rapport au temps pré opératoire)	Diminuée	93%
	Égale ou augmentée	7%

Dans cette étude, la boiterie diminuait de manière significative lors d'une BODPUO seule. Elle ne diminuait pas lors d'une BODPUO associée à une SCO ou une BURP. Des analyses de la démarche ont été réalisées sur 46 coudes à deux, six, 12 semaines et six mois post opératoires. Dans tous les cas, la force verticale maximale a augmenté significativement à six mois. Quatre-vingt-huit pourcent des chiens ont montré une union osseuse à quatre mois post opératoires. Pour conclure, les chiens traités par BODPUO ont montré une amélioration clinique significative à six mois post opératoires.

Les résultats étaient bons chez les chiens opérés par une BODPUO seule mais les auteurs n'ont pas observé d'amélioration significative de la boiterie chez les chiens qui ont également subi

une SCO ou une BURP concomitante. Les complications biomécaniques de l'incongruence du coude et les conséquences de la BODPUO sont complexes et les effets des PUO sur le mouvement du segment ulnaire proximal ne sont pas clairement compris. Une étude ex vivo a évalué la charge au sein du coude après une PUO rotationnelle et a pu montrer que la pression reportée était significativement diminuée au sein du compartiment médial et augmentée au sein du compartiment latéral (Cuddy, 2011). Ces données permettent d'expliquer la réduction de la douleur et de la boiterie après BODPUO chez les chiens souffrant de MCM.

La plupart des ostéotomies ont été guéries (présence d'un cal) à 16 semaines et presque 2/3 des cas ont présenté une union osseuse complète à 12 semaines.

Cette étude était limitée de par l'évaluation incomplète des articulations et les résultats étaient confondus par l'inclusion de chiens souffrant de manière unilatérale et bilatérale. L'inclusion de différentes formes d'atteintes du coude était une limite non négligeable. Un examen arthroscopique serait nécessaire afin d'apporter des informations sur la progression des lésions cartilagineuses.

Pour conclure, la faible morbidité de la BODPUO et l'amélioration clinique chez les chiens incitent à l'application de cette technique. Néanmoins, des études plus poussées sont attendues. [27]

La DUO, quant à elle, présente une faible morbidité et le report du poids sur le membre opéré est encourageant pendant les jours qui suivent l'opération. Lorsqu'une scie oscillante est utilisée, la complication habituelle est l'hémorragie de la veine et de l'artère interosseuses (complication également rencontrée lors de PUO). Une fusion osseuse complète est généralement observée après plusieurs mois. Chez les jeunes chiens (cinq à sept mois) qui présentent une incongruence articulaire du fait d'un radius trop court, la DUO est l'unique procédure qui permet une congruence normale au sein du coude. La restauration précoce de la congruence est suffisante pour arrêter la pression exercée sur le PCM. Les résultats sont meilleurs lorsqu'une DUO est réalisée précocement (lorsque l'incongruence et la sclérose osseuse sont les seuls signes radiographiques visibles). Les chiens traités par DUO sont encouragés à marcher en laisse les jours qui suivent l'opération. Ceci permet alors une adaptation osseuse précoce au sein de l'articulation avant la formation d'un cal. [140]

Ces différentes études présentent des résultats encourageants pour la réalisation de ces trois techniques chirurgicales en cas d'incongruence. Il ne faut toutefois pas oublier que des protocoles stricts des critères d'inclusion et d'exclusion, une standardisation des techniques et des approches et des études de cohorte sont essentiels afin de réaliser un suivi sur le long terme.

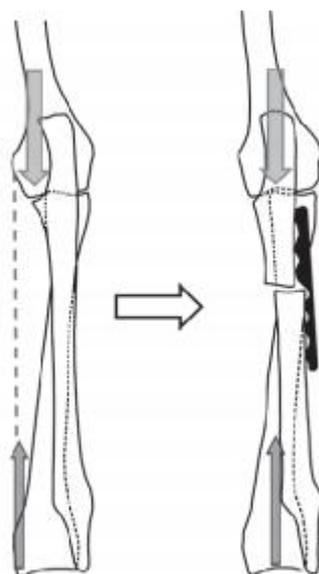
d/ Ostéotomie ulnaire proximale d'abduction (Proximal Abducting Ulnar Osteotomy ou PAUL)

1/ Principe

Une autre ostéotomie ulnaire proximale a été développée afin de diminuer la charge sur le compartiment médial du coude réduisant ainsi la douleur et améliorant l'utilisation et la fonction du membre. C'est l'ostéotomie ulnaire proximale d'abduction ou PAUL. Cette technique impose, par la mise en place d'une plaque, l'alignement du membre en abduction entraînant par la suite une diminution de charge sur la partie médiale de l'articulation du coude. La technique PAUL a été développée en 2007 par Pfeil et KYON. Ce système de plaque verrouillée (ALPS) permet en principe de réduire la morbidité de l'ostéotomie, d'accroître la stabilité du membre et de favoriser une cicatrisation osseuse rapide. La PAUL est un traitement palliatif de la MCM qui montre un bénéfice particulier chez les jeunes chiens et dont le but est de limiter l'apparition de l'arthrose. [86]

La PAUL consiste en une ostéotomie ulnaire proximale transverse fixée par une plaque ALPS avec une marche de 2 ou 3 mm, spécifiquement conçue pour cette application. [137] Le nouvel alignement qui découle de l'intervention soulage en principe la partie médiale du coude, réduit la boiterie, la rigidité et la douleur du membre. [86] La figure 17 permet d'illustrer le principe de la PAUL.

Figure 21 Principe d'une PAUL, vue dorso-médiale. Visualisation du transfert des forces du compartiment médial vers le compartiment latéral (Coppieters, 2015)



2/ Résultats et complications

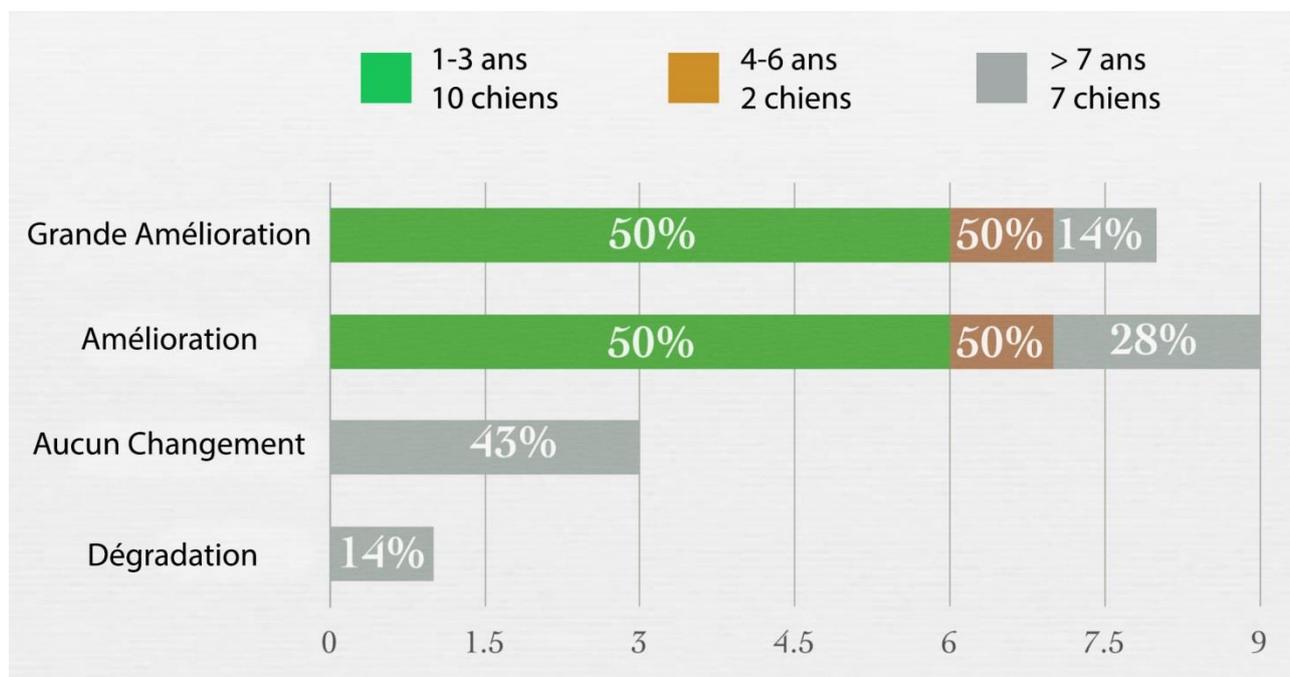
Vezzoni a réalisé une étude clinique sur 21 coudes ayant subi une PAUL. Les suivis ont été réalisés jusqu'à un an post opératoire. Le tableau 8 permet d'objectiver les différentes complications rencontrées.

Tableau 8. Complications majeures et mineures après une PAUL (Vezzoni, 2012)

Complications majeures	Rupture de la plaque	15%
	Retrait de la plaque	4,70%
	Total	19,70%
Complications mineures	Retard d'union osseuse	9,50%
	Non union osseuse, infection, perte de vis, ostéotomie radiale, mauvaise fixation distale de la plaque	Absence de données chiffrées

Des examens cliniques et un questionnaire des propriétaires ont pu permettre d'objectiver les résultats fonctionnels sur une période de neuf mois. Ces résultats sont présentés en figure 22.

Figure 22 Résultats cliniques après examen clinique et avis des propriétaires sur neuf mois suite à une PAUL (Vezzoni, 2012)



Dans l'ensemble, les propriétaires ont été satisfaits des résultats, surtout chez les chiens les plus jeunes (1-6 ans). Les résultats les moins satisfaisants ont été plutôt observés parmi les chiens plus âgés (plus de 7 ans). Par cette étude, Vezzoni a pu mettre en avant les risques limités de complications suite à une PAUL. C'est donc une technique palliative à appliquer sur les animaux jeunes dont les résultats sont plutôt prometteurs et nécessitent des études plus poussées. Cette étude comportait en effet plusieurs limites notamment le faible nombre de cas inclus et l'évaluation subjective du résultat fonctionnel. [137]

Une autre étude sur 36 chiens a été réalisée par Pfeil. Elle a pu mettre en évidence un taux de complication de 11 % faisant intervenir la rupture de l'implant ou son arrachement. [110]

Une autre étude ex vivo a cherché à déterminer les effets d'une PAUL sur la pression exercée au sein de coudes congruents et incongruents (radius raccourci). Pour cela, 16 membres thoraciques normaux de cadavres de chiens ont été utilisés. Des mesures de pression au sein des compartiments médiaux et latéraux ont été réalisées puis chaque articulation a subi la mise en place d'une PAUL (avec des plaques de 2 ou 3 mm). D'autres mesures de pression ont ensuite été faites après la chirurgie. Pour les coudes congruents, les plaques de 2 mm ont permis une diminution de la pression articulaire dans les deux compartiments. L'induction d'une incongruence radio-ulnaire a entraîné une augmentation de la pression moyenne de contact médialement et une diminution de la pression de contact maximale latéralement. Les plaques ont permis une diminution des pressions moyennes et maximales dans les compartiments médiaux et une absence d'effet dans les compartiments latéraux. Ceci peut laisser imaginer que les forces résultantes ont été décalées dans d'autres aires articulaires non mesurées dans cette étude (probablement dans le compartiment postérieur en regard du processus anconé). Les résultats de la PAUL au sein de coudes incongruents peuvent ainsi être secondaires à l'ostéotomie de l'ulna plus long plutôt qu'à l'abduction résultante.

L'utilisation de la PAUL associée à un retrait des fragments sous arthroscopie, dans une précédente étude, a entraîné des résultats acceptables avec une diminution de la boiterie. (Pfeil, 2012). Les auteurs ont postulé qu'il y avait probablement un décalage de la charge exercée sur le compartiment médial vers le compartiment latéral. Une maladie du compartiment latéral risquerait ainsi de se manifester. Des études sur le long terme sont nécessaires afin d'appuyer cette hypothèse.

Une autre étude clinique menée par Trichenor (2014) a permis de suivre un chien atteint d'une MCM traité par retrait des fragments sous arthroscopie ainsi que par une PAUL. L'animal a montré une forte augmentation de la force verticale maximale du membre opéré à un mois post opératoire. Ceci suggère que la combinaison de thérapies chirurgicales telles que la PAUL associée au retrait de fragments sous arthroscopie permet un soulagement de la douleur et de la boiterie à court terme lors de MCM. Cependant, il n'est pas certain que l'amélioration soit due au retrait du fragment, à la PAUL ou à l'association des deux techniques.

Cette étude restait limitée dans la mesure où les coudes incongruents ont été induits expérimentalement. Ces modèles ne reproduisaient pas parfaitement la réalité à savoir la pathologie complexe présente sur le long terme au sein du coude. Des lésions secondaires n'étaient donc pas forcément présentes et cela a pu fausser les mesures. De plus, seule l'incongruence provoquée par un radius court a été évaluée. Des erreurs techniques ont aussi pu être commises. Pour conclure, il serait intéressant de comparer directement la PAUL avec la PUO afin de comprendre comment ces deux techniques diffèrent d'un point de vue biomécanique. La plaque utilisée dans le cadre de la PAUL peut soulager le compartiment médial des pressions exercées au sein d'un coude incongruent. Cependant, des investigations plus poussées sur les conséquences mécaniques de cette technique sont nécessaires. [94]

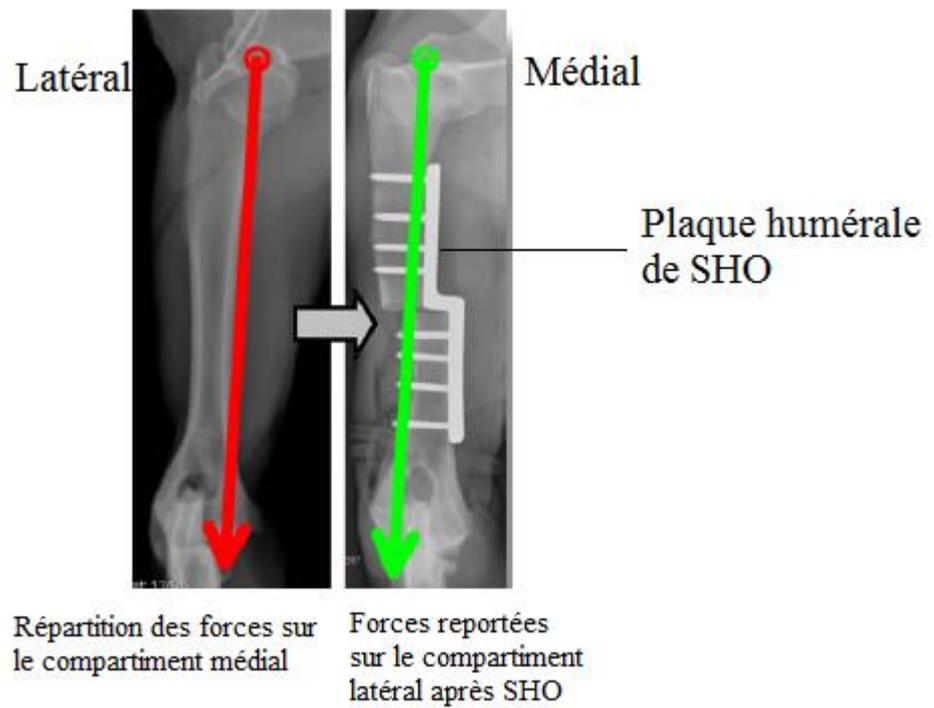
e/ Ostéotomie humérale coulissante (Sliding Humeral Osteotomy ou SHO)

1/ Principe

L'intérêt de cette technique est de diminuer significativement les forces exercées sur le compartiment médial. Ces forces sont ainsi transférées sur le compartiment latéral. [38]

Le retrait de fragments est souvent associé avec la réalisation d'une SHO. Une approche médiale intermusculaire de l'humérus est ainsi réalisée. Une plaque spéciale est positionnée sur la partie médiale de l'humérus de telle manière que la partie proximale de la plaque soit en contact avec l'os et la partie distale soit séparée de l'os par une marche. Huit trous sont forés le long de l'humérus. La taille de la marche est sélectionnée selon la largeur de l'humérus. Les différentes vis sont placées selon un ordre précis. L'ostéotomie est ensuite réalisée et la partie distale de l'humérus est coulissée le long de la plaque. Les deux embouts osseux forment ainsi une marche. [52] La figure 23 présente le positionnement de l'implant de SHO sur des radiographies de chien.

Figure 23 Radiographie humérale (incidence crânio-caudale) chez un chien traité par SHO (Sage, 2016)



D'après Fitzpatrick (2009), l'arthroscopie du coude doit toujours précéder la SHO afin de pouvoir confirmer une surface articulaire huméro-radiale latérale intacte. [52]

2/ Résultats et complications

Le tableau 9 objective les différentes complications observées lors de SHO dans le cadre de deux études différentes publiées sur cette technique, toutes deux réalisées par la même équipe.

Tableau 9. Complications et résultats obtenus après réalisation de SHO récoltés auprès de deux études différentes (Fitzpatrick, 2009 et 2013)

		Fitzpatrick, 2009				Fitzpatrick, 2013
		Implant 1	Implant 2	Implant 3	Total	
Nombre de coudes		29	9	21	59	60
		Taux de complication				
Complications post-opératoires majeures	Fracture humérale				3,4%	
	Ruptures multiples de vis nécessitant des remplacements de vis				5,1%	
	Ruptures multiples de vis nécessitant des remplacements de vis et un cerclage				3,4%	
	Retard de cicatrisation osseuse nécessitant une auto-greffe				1,7%	
	Total	17,2%	22,2%	4,8%	13,5%	0,0%
Complications post-opératoires mineures	Ruptures multiples de vis ne nécessitant pas d'opération				3,4%	
	Rupture de vis simple				5,1%	
	Hématome				1,7%	
	Déhiscence de plaie				1,7%	
	Retard de cicatrisation osseuse résolue spontanément				1,7%	1,7%
	Infection					1,7%
	Total				13,6%	3,4%
Complications post-opératoires totales	Total	34,5%	22,2%	19%	27,1%	34,5%

D'après Fitzpatrick, lorsque la charge appliquée sur le compartiment médial est réduite à la suite d'une SHO, il n'y a pas de différence de résultats selon que le fragment est retiré ou non. En fait, les fragments en vrac sont généralement recouverts par le cartilage épaissi et l'auteur pense que cela peut être dû à la séparation de ces fragments à un moment plus précoce avant la surcharge mécanique et l'érosion de la surface articulaire du PCM. Ainsi, le cartilage épais et non remodelé sur la surface du fragment peut être la manifestation d'ostéochondrose. Les données histologiques de ces fragments coiffés de cartilage ne montrent cependant pas les caractéristiques d'une OCD. [55]

L'étude de 2009 menée par Fitzpatrick a permis d'objectiver les résultats suite à des SHO menées de trois façons différentes. Celles-ci différaient entre elles de par la nature de l'implant utilisé : implant de première, deuxième ou troisième génération. Le suivi a été réalisé jusqu'à 26 semaines post opératoires. L'âge moyen des chiens était de 46 mois. Sur 59 coudes opérés, 39 étaient déjà traités au préalable par un traitement focal. Une amélioration de la boiterie à 26 semaines a été observée dans 100 % des cas. Une résolution est survenue dans 65.6 % des cas. Des améliorations significatives post opératoires de la douleur et de la fonction du membre ont aussi été observées.

D'après le tableau 9, l'implant de troisième génération entraînait le plus faible taux de complication. Un des chiens présentant une fracture humérale n'a pas respecté la restriction de l'exercice.

Aucune lésion vasculaire ou neurologique n'a été mise en évidence. La plupart des complications étaient associées à l'instabilité ou à la rupture du montage. À deux mois post opératoires, tous les chiens posaient leur membre avec une bonne fonction ambulatoire. Des tests ont montré que la douleur lors de la pronation du coude était la seule manipulation qui n'ait pas montré d'amélioration significative. Aucun changement significatif dans l'amplitude du mouvement n'a été observé durant la période de contrôle. Une effusion palpable était présente dans 40 % des cas en pré opératoire, dans 12.7 % des cas à 12 semaines post opératoire et seulement dans 3.1 % des cas à 26 semaines. La présence de l'effusion n'était pas associée avec le degré de boiterie ou les scores de douleur à la manipulation. Aucune mesure post opératoire n'était associée avec les facteurs intrinsèques des animaux (l'âge, le poids, le genre ou encore la présence d'OCD), les facteurs chirurgicaux (les dimensions de la plaque, la méthode chirurgicale ou la durée du traitement médical) ou encore les facteurs historiques (durée de la boiterie pré opératoire, administration d'AINS ou de nutraceutiques en pré opératoire). Lors des contrôles radiographiques à 26 semaines, tous les ostéotomies étaient cicatrisées. Aucun ostéophyte n'a été observé durant cette période.

Un examen histologique réalisé sur deux cas a montré que le condyle huméral latéral a maintenu une couverture cartilagineuse hyaline saine avec des signes minimaux de maladie ainsi que des condyles huméraux médiaux présentant une couverture cartilagineuse diffuse, complète et saine avec un nombre significatif de chondrocytes émanant de la jonction ostéochondrale. Ces résultats, sans stimulation mécanique ou biologique supportent l'hypothèse que la SHO peut réduire la charge sur le compartiment médial articulaire et peut expliquer au moins en partie l'amélioration clinique. Cependant, d'autres études sont nécessaires afin de pouvoir expliquer ces résultats.

Un seul humérus sur les 21 opérés par la technique couramment utilisée a montré une complication nécessitant une ré intervention chirurgicale. La cause pouvait être imputée à une erreur technique.

Dans cette étude, la SHO était considérée comme étant une procédure de sauvetage. Tous les chiens ont d'abord été traités par une prise en charge médicale, hygiénique ou une chirurgie conventionnelle. Des critères de sélection appropriés doivent encore être étudiés pour la SHO et une comparaison directe avec d'autres moyens de traitement tels que les traitements focaux du processus coronoïde et les ostéotomies antébrachiales. Cependant, parmi les jeunes chiens avec un inconfort prononcé ou une détérioration de la qualité de vie associés avec une perte cartilagineuse profonde du compartiment médial, la SHO peut représenter un traitement de première ligne comme les bons résultats démontrés ici le suggéraient. La SHO est potentiellement associée avec un inconfort à court terme chez la plupart

des patients. Une prise en charge intensive de l'analgésie en per opératoire tout comme en post opératoire est nécessaire.

Il reste encore à déterminer si les bons résultats observés ici étaient dus à une diminution de charge sur l'os sous-chondral exposé, une amélioration de l'inflammation, la régénération fibrocartilagineuse de la surface articulaire ou l'adaptation des tissus mous péri articulaires aux changements biomécaniques. [50]

Le manque apparent d'association entre les patients ou la variante chirurgicale et les résultats était biaisé par le manque de cas, le large éventail de variables indépendantes pour l'analyse statistique ou encore la sensibilité relative des mesures. Un travail plus approfondi est nécessaire afin d'élucider les critères de sélection spécifiques pour étudier les résultats et le pronostic.

Ici, l'auteur recommandait la SHO pour n'importe quel coude affecté par une perte de cartilage en profondeur du compartiment médial. Un traitement focal de la MCM n'était pas forcément requis à moins qu'un fragment libre ne soit détaché et produise une abrasion par friction malgré un déchargement du compartiment médial. Dans ce cas précis, un retrait du fragment pourrait être bénéfique et une SCO ne serait pas forcément nécessaire. Ici, aucune séquelle n'a été observée en l'absence de traitement focal et de fragment libre. [52]

Il existe néanmoins des variations individuelles non négligeables des membres. Ainsi, les répercussions biomécaniques réelles de la technique sont difficiles à prévoir [62]

Dans la seconde étude réalisée en 2013, Fitzpatrick a sélectionné une cohorte de 60 coudes à partir de 46 chiens souffrant de MCM. Le suivi était réalisé jusqu'à plus d'un an post-opératoire. L'âge moyen des chiens était de 44 mois. La boiterie s'est améliorée chez tous les chiens à 12 semaines et s'est résolue dans 81.6 % des cas. Une diminution de la douleur et une amélioration clinique évaluée par les propriétaires ont pu être objectivées. Aucune différence significative n'a été observée selon le recours à un traitement focal pré opératoire ou non. Six semaines après l'opération, un cal osseux s'est formé au site d'ostéotomie. À 12 semaines, 97.8 % des cas présentaient des signes d'union complète au site d'ostéotomie. Le remodelage cortical était présent dans tous les cas entre 12 et 26 semaines.

La vélocité n'a pas montré de différence significative entre la période pré opératoire et post opératoire. La force de réaction au sol était tout de même significativement améliorée lorsque l'auteur comparait le membre atteint en pré et post opératoire mais également lorsqu'il comparait le membre non atteint. Une réduction significative des signes d'asymétrie était aussi observée.

D'après le questionnaire des propriétaires, tous les chiens ont présenté une amélioration clinique.

Dans cette étude, on retrouvait de bons résultats cliniques avec ou sans réalisation préalable d'une SCO et du retrait de fragment.

L'auteur considère que l'érosion cartilagineuse du compartiment latéral est une contre-indication à la SHO. Une ostéotomie ulnaire ou un remplacement total ou unicompartimental de l'articulation peuvent aussi être considérés comme des options sérieuses dans ce genre de cas.

La SHO n'a pas beaucoup de popularité malgré ses bons résultats. Cela est dû à la difficulté d'apprentissage de la technique de la procédure et au fort taux de complications si on ne la maîtrise pas.

Il faut noter qu'ici, l'analyse de la démarche n'était pas tout à fait fiable car elle n'a été réalisée que sur une journée.

La récupération par hydrothérapie et la physiothérapie peut accélérer un résultat positif et a été réalisée pour 21.6 % des coudes, dans cette étude.

Ici, le fait d'avoir été traité au préalable par un traitement focal n'a pas montré de différence dans les résultats. Ceci montre que le conflit huméro-ulnaire est un arbitre important des signes cliniques dans

un contexte de MCM de dernier stade plus que le fragment en lui-même. Un traitement focal seul ne devrait pas être proposé dans le cadre d'une MCM de dernier stade. [54]

Une étude a voulu déterminer les effets de la SHO sur la distribution des forces entre les surfaces articulaires de l'humérus, du radius et de l'ulna chez le chien. Cette étude a été réalisée in vitro sur 12 membres thoraciques de chien. Les forces transarticulaires ont été mesurées à l'aide d'un capteur de pression avant et après la chirurgie. Il existe deux zones distinctes de support du poids qui correspondent à la surface articulaire proximale du radius et celle de l'ulna. En moyenne, les forces appliquées sur la surface articulaire proximale de l'ulna était réduite respectivement de 25 % et de 28 % lorsqu'on réalisait une SHO d'une hauteur de marche de 4 et de 8 mm. La SHO diminue donc significativement les forces appliquées sur l'ulna. Cette surface contribue significativement à un transfert de poids à travers le coude du chien. D'après ce rapport, on comprend que la SHO mérite des études plus poussées pour la considérer comme une technique de référence dans la prise en charge chirurgicale de la MCM. [92]

L'incidence de la morbidité associée à un développement récent de la technique est probablement minimisée par le fait que cette technique soit pratiquée par un seul auteur. Celui-ci considère la SHO comme un traitement de sauvetage, réservé pour les cas où de véritables tentatives chirurgicales ou non chirurgicales ont échoué. Les chiens très jeunes qui présentent une érosion cartilagineuse ou des déficits ostéochondraux en profondeur associés à un handicap fonctionnel prononcé entrent ainsi selon lui, dans le cadre des indications de la technique ; sa réalisation précoce est alors conseillée. [52]

f/ Ténotomie de l'insertion du biceps brachial (Biceps-Brachial Ulnar Release Procedure ou BURP)

1/ Principe

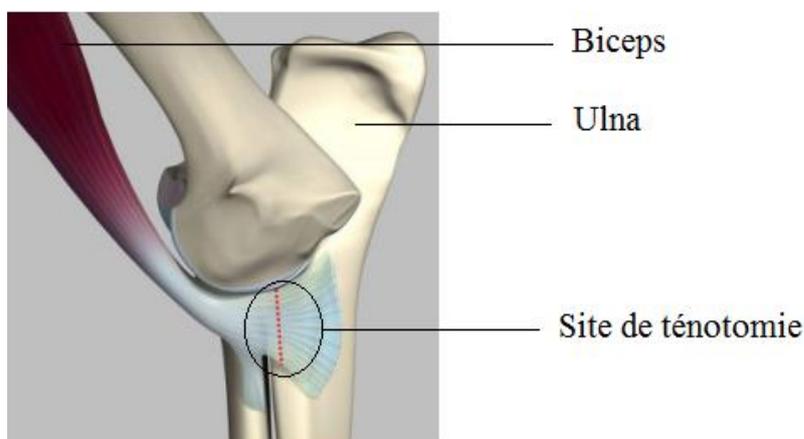
Lorsque l'instabilité rotationnelle avec une force de charge excessive supinatrice est suspectée, on peut avoir recours à une procédure de libération ulnaire du biceps (BURP). Cette technique consiste à sectionner sous arthroscopie ou arthrotomie les insertions du biceps brachial à proximité du PCM. Ceci a pour effet de supprimer les sollicitations en rotation exercées par le biceps sur le PCM qui conduisent à la compression de ce dernier sur la tête radiale.

Un abord médial est réalisé, le ligament collatéral médial est identifié ainsi que l'insertion ulnaire du tendon du biceps. La ténotomie complète est ensuite faite. [142]

Une atteinte sous-chondrale du PCM à proximité immédiate de l'incisure radiale constituent une indication de la cette procédure. La sélection est basée sur la présence de fissures en formation dans la région de l'incisure radiale sans fragmentation ou d'incongruence osseuse visibles, ou lorsqu'il y a une forte suspicion d'incongruence dynamique responsable alors de la MCM. Ces derniers cas sont typiquement les chiens juvéniles avec une douleur ou une boiterie bilatérale associées à des changements minimaux arthroscopiques bilatéraux ou des modifications arthroscopiques minimales affectant le coude controlatéral avec un coude affecté ouvertement par la fragmentation (synovite, chondromalacie, fissure ou fibrillation de l'incisure radiale). [52]

La figure 24 présente la configuration de la BURP.

Figure 24 Configuration typique de la BURP avec l'insertion du biceps entourant la partie médiale du processus coronoïde médial (Fitzpatrick, 2009)



2/ Résultats et complications

Dans une étude de 2010, Fitzpatrick a réalisé des BURP sur 116 chiens soit 164 coudes. La moyenne d'âge était de 31 mois. Un suivi était réalisé entre 12 et 14 semaines post opératoires. Le tableau 10 présente les résultats obtenus suite à différentes combinaisons de techniques chirurgicales.

Tableau 10. Résultats obtenus après des BURP associées ou non à des SCO (Fitzpatrick, 2010)

Techniques	BURP unilatérale sans retrait des fragments coronoïdiens	BURPs bilatérales sans retrait des fragments coronoïdiens	BURP + SCO sur le même coude	BURP + SCO sur le coude controlatéral	Total
Nombre de chiens	23	19	34	40	116
Durée de la résolution de la boiterie	6,8 semaines	8,5 semaines	/	10,4 semaines	
Douleur persistante (%)	4,90%		/	/	
Complications	0	0	0	0	

Les chiens ayant montré une douleur persistante à 12 semaines souffraient de FPCM (mise en évidence à l'arthroscopie). Une SCO a été réalisée sur ces coudes à 12 et 64 semaines après la BURP.

Cette étude présentait d'importantes limites telles que l'absence de données pré opératoires de l'analyse de la démarche et la courte durée du suivi. Néanmoins, ces résultats montrent que cette technique est réalisable avec des résultats précoces encourageants chez des chiens qui présentaient des signes radiographiques et arthroscopiques de MCM à un stade précoce. Un critère de sélection

plus définitif reste à établir et des données biomécaniques sont à déterminer afin de savoir si la BURP réduit le contact articulaire du conflit huméro-ulnaire mais cela reste difficile à réaliser. Il reste encore à déterminer si la BURP permet de retarder la progression de la maladie, prévient de l'atteinte cartilagineuse ou de la fissuration du processus coronoïde ou réduit les abrasions frictionnelles permanentes. Dans cette étude, aucune séquelle n'a été relevée et la BURP a permis de réduire la boiterie et la douleur sur un court terme. [53]

Des investigations plus poussées sur les indications et une étude de résultats sont nécessaires afin recommander cette technique. La section tendineuse peut être incomplète et il est alors peu probable qu'elle élimine complètement les sollicitations en rotation s'appliquant sur le PCM. De plus, il est peu probable que la BURP puisse être utilisée avec succès pour un traitement palliatif au dernier stade d'érosion du compartiment médial où une fibrose péri articulaire ou une profondeur de la maladie puisse annuler les effets bénéfiques du relâchement du tendon. [52]

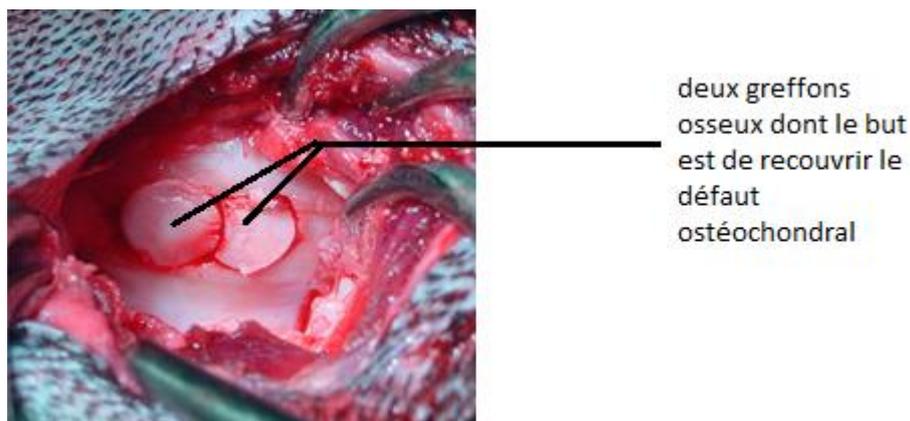
g/ Autogreffe ostéochondrale (OAT)

1/ Principe

L'OAT a pour objectif la restauration des surfaces articulaires en créant une surface articulaire hyaline durable. Cette technique implique de récolter un prélèvement ostéochondral cylindrique à partir d'une surface articulaire intacte du même chien (le plus souvent au niveau du grasset). Le greffon est placé dans le défaut ostéochondral préparé pour le recevoir. L'utilisation d'un substitut de cartilage à base de polyuréthane peut éviter la nécessité d'un site donneur et diminuer la durée d'intervention. [52]

Un abord crânio-médial intermusculaire est réalisé avec une incision d'environ 3 ou 4 cm en regard du condyle huméral médial, L'accès au ligament collatéral médial est alors possible et une incision de la capsule articulaire est faite. Les régions avec perte de cartilage associées à une OCD sont alors identifiées et excisées. Le cartilage atteint est débridé à l'aide d'une curette, laissant les bords perpendiculaires à la surface articulaire. Des encoches de la taille des futurs greffons sont réalisées. Les greffons sont prélevés à partir du grasset par une approche médiale para patellaire limitée au niveau de la partie abaxiale de la crête trochléaire proximale médiale ou à partir de la région du plateau à l'intersection entre le condyle fémoral médial crânio proximal et la crête trochléaire médiale distale. Le prélèvement ne dépasse pas 2 ou 3 mm de profondeur. Le greffon est ensuite déposé manuellement dans la cavité prévue à cet effet sur le site lésé. Il faut faire attention lors du tassement du greffon car c'est à cette étape que les chondrocytes risquent d'être lésés. Les deux articulations sont ensuite refermées après lavage articulaire. [51] La figure 25 illustre le positionnement de greffons au sein de l'articulation lésée.

Figure 25 Positionnement de deux greffons osseux afin de recouvrir le défaut ostéochondral au sein d'un coude de chien (Fitzpatrick, 2009)



2/ Résultats et complications

Dans une étude de 2009, Fitzpatrick a réalisé des OAT sur 27 chiens (soit 33 coudes) et a suivi les résultats sur 12 à 28 mois. L'âge moyen des animaux était de 7.7 mois. Le condyle huméral médial a été exposé par arthrotomie et la MCM a été prise en charge par SCO. Puis les lésions en miroir ont été débridées et une OAT a été réalisée à partir de morceaux ostéochondraux prélevés des grassetts. Six coudes ont également subi une PUO concomitante.

Le tableau 11 permet d'illustrer les complications obtenues selon les techniques ainsi que la durée de résolution de la boiterie et son taux.

Tableau 11. Complications obtenues selon les techniques (OAT, OAT et PUO) et la durée et le taux de résolution de la boiterie (Fitzpatrick, 2009)

	Techniques	OAT unilatérale	OAT bilatérale	OAT + PUO	Total
	Nombre de coudes	21	6	6	33
Taux d'incidents per opératoires (%)	Fracture d'un greffon lors de l'insertion				3%
Taux de complications sur le court terme au site receveur	Arthrite				6%
	Infection de la plaie				3%
	Sérome au site d'ostéotomie de l'ulna				3%
Taux de complications sur le court terme au site donneur	Effusion du grasset				1,60%
	Déhiscence de la plaie				3,20%
	Sérome				3,20%
Résolution de la boiterie	Taux				83,80%
	Durée	6,9 semaines		8,7 semaines	

Dans cette étude, l'unique incident majeur per opératoire était la fracture d'un fragment ostéocondral durant son insertion. Il a alors été inséré en deux parties sans difficulté. Deux jours après la chirurgie, tous les chiens posaient le membre atteint ainsi que le membre donneur. Lors des contrôles radiographiques, les contours sous-chondraux étaient immédiatement améliorés après l'intervention. Le contour osseux sous-chondral au niveau du site receveur était contigu avec le profil sous-chondral environnant et les défauts n'étaient plus aussi visibles qu'en pré opératoire. À 12-18 semaines, une opacité osseuse était visible dans tous les cas au niveau des sites greffés, compatibles avec une incorporation de la greffe. Dans 29 % des cas, l'arthrose est montée d'un grade à 12-18 semaines.

Ici, il était impossible de montrer une différence significative dans la durée de résolution de la boiterie entre les différentes associations de techniques du fait du faible nombre de cas étudiés.

Les résultats arthroscopiques réalisés à 12 semaines sur les coudes après une OAT seule ou avec une PUO sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12. Résultats de l'arthroscopie à 12 semaines sur des coudes opérés par OAT ou par OAT et PUO (Fitzpatrick, 2009)

	Techniques	OAT	OAT + PUO
	Nombre de coudes	26	6
Résultats de l'arthroscopie	Bons	61,50%	100%
	Intermédiaires	19,20%	0%
	Mauvais	19,20%	0%

Les bons résultats sont les coudes pour lesquels il y avait une absence de MCM, le cartilage greffé était présent et de bonne conformité, la couverture cartilagineuse était complète avec un cartilage hyalin sain. La greffe était démarquée par une fente entre le cartilage donneur et receveur ce qui montrait une absence d'intégration cartilagineuse. Dans les cas de greffes multiples où il y avait une couverture incomplète, des zones de tissu fibreux étaient observées entre les greffons. Le liquide synovial était absent des sites de greffe. Obtenir un résultat intermédiaire signifiait qu'une érosion partielle était observée autour des greffons associée à des abrasions frictionnelles de la part de la surface articulaire ulnaire apposée. Une couche de cartilage hyalin était présente mais dans certains cas, elle était partiellement abrasée. Une mince quantité de synovie était présente mais en plus faible quantité qu'en pré opératoire. Les chiens ayant un mauvais résultat arthroscopique présentaient alors une boiterie persistante avec appui modérée ou sévère. Une érosion cartilagineuse était présente dans toute l'épaisseur du compartiment médial. La région greffée était sévèrement éburnée. Une quantité importante de synovie était présente, de manière similaire ou pire qu'en pré opératoire.

D'après le tableau 12, les résultats d'arthroscopie sur les coudes ayant subi une OAT étaient plutôt variables, contrairement à ceux qui ont aussi subi une PUO. Tous les coudes opérés avec une OAT et qui ne présentaient pas de MCM ont présenté de bons résultats à l'arthroscopie.

Un suivi radiographique et clinique à plus long terme (12-28 mois) n'a été réalisé que sur 17 coudes (neuf sites receveurs et huit sites donneurs). Tous les coudes présentaient un contour sous-chondral maintenu. La fente anciennement visible entre la greffe du donneur et l'os sous-chondral du

receveur n'était plus présente à ce stade. Quarante-quatre pourcent des coudes (quatre sur neuf) ont présenté une aggravation de l'arthrose tandis que les autres coudes restaient inchangés.

Sur tous les sites donneurs, aucun signe d'arthrose n'était visible. L'effusion s'est résolue dans tous les cas à 12-18 semaines.

Le suivi sur le long terme suggérait que la morbidité du site donneur était faible. Un seul grasset donneur sur neuf (11 %) avec une RLCA concomitante présentait une formation ostéophytique associée à la partie médiale de la patella, la partie proximale de la trochlée fémorale et les parties caudale et crâniale du plateau tibial. Une effusion était également présente.

Cette étude était assez limitée car les mesures de résultats étaient subjectives. L'évaluation de la boiterie était assez difficile du fait qu'un deuxième membre boite (le site donneur). De plus, tous les examens post opératoires (cliniques et d'imagerie) ont été réalisés par le même chirurgien ayant évalué les coudes en pré opératoire. Un biais était donc inévitable. Le manque de données (imagerie par IRM, évaluation sur plateau de marche, biologiques et histologiques) était une des principales limites de cette étude.

Ici, le fait de percer les endroits des futurs greffons avant leur prélèvement était un choix raisonné. D'après l'auteur, une sélection appropriée d'une longueur de morceau sous-chondral est réalisée en fonction du degré d'atteinte cartilagineuse et ceci est observé durant la percée et l'observation directe du contour articulaire. Une complication potentielle majeure de cette technique est la possibilité de récolter un morceau de donneur insuffisamment long. Afin de minimiser ce risque, l'auteur conseille de prélever des bouts d'os mesurant 2 à 3 mm plus long que prévu.

Dans les cas de recouvrement incomplet des lésions, l'auteur explique que ceci est tout de même préférable qu'une absence de prise de greffe.

Les résultats observés parmi les cas qui n'ont pas subi de PUO étaient considérés comme insuffisants pour une recommandation en pratique. Ceci était attribué à l'incidence de la progression de l'abrasion du cartilage à travers le condyle huméral médial après un traitement concomitant de la MCM et de l'OCD. D'après l'auteur, la progression de l'abrasion n'était pas directement due à l'OAT mais plus certainement au conflit huméro-ulnaire. Cette hypothèse est supportée par les résultats positifs sur des coudes qui n'ont pas présenté de MCM et ceux qui ont été pris en charge par OAT et par PUO.

D'autres études sont nécessaires afin de déterminer les sites optimaux de donneur. Dans cette étude, le site donneur présentait une faible morbidité. Une surveillance plus poussée afin d'établir une incidence et une sévérité anticipées de la morbidité de ce site est nécessaire.

Dans le cadre de la prise en charge post opératoire, une reprise de l'activité précoce est mauvaise pour la nutrition du cartilage transplanté. L'immobilisation est donc recommandée.

L'OAT du condyle huméral médial souffrant d'OCD est faisable chez le chien et permet une reconstruction articulaire sur le court terme en recréant une nouvelle surface. Une PUO auxiliaire peut être bénéfique lorsqu'il existe une MCM concomitante car elle protège le site greffé des potentielles abrasions frictionnelles. Les résultats sur le long terme ne sont pas connus. Des études plus poussées doivent être menées afin de connaître les critères de sélection pour cette technique. [51]

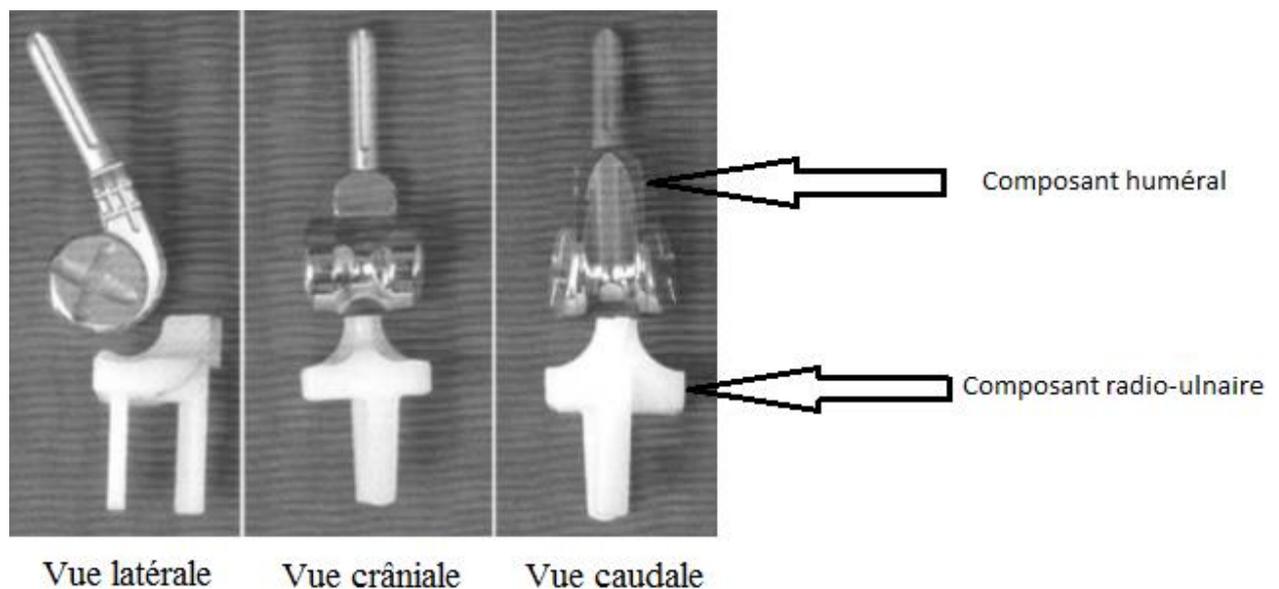
h/ Arthroplasties totales du coude : TEA, TATE et implant Sirius

1/ L'arthroplastie totale du coude (Total Elbow Arthroplasty ou TEA) par l'Iowa State Elbow (BioMedtrix)

(i) Principe

Lewis a été le premier à décrire le système TEA sur les chiens. C'est un système à deux composants (un composant huméral et un composant radio-ulnaire) cimentés. Le composant huméral consiste en une tige et une portion condyloïde. La tige est positionnée dans le canal médullaire de l'humérus distal tandis que la partie condyloïde remplace un déficit osseux créé entre les parties médiale et latérale du condyle huméral et l'os sous-jacent. Les surfaces articulées en Cobalt-Chrome du composant huméral sont polies tandis que les surfaces non articulaires sont « microbillées » afin de donner une meilleure adhérence entre l'implant et le ciment. [2] Le composant radio-ulnaire consiste en deux tiges et une tête en polyéthylène UHMW. [2] La tige crâniale doit être cimentée dans le canal médullaire du radius proximal et la tige caudale dans celui de l'ulna proximal. De plus, une petite partie de la partie caudale de l'implant doit être reçue par la partie métaphysaire de l'ulna proximal. La tête du composant radio-ulnaire est articulée avec la portion condyloïde du composant huméral. [33] La figure 26 permet de visualiser les composants du système TEA.

Figure 26 Vues latérales, crânielles et caudales des composants huméral et radio-ulnaire du système TEA (Conzemius, 2003)



(ii) Résultats et complications

Conzemius a mené deux études en 2001 et en 2003 sur les complications et résultats obtenus suite à l'installation d'implants TEA au sein de coudes de chiens.

La première étude consistait à étudier les résultats sur le court terme (huit à 52 semaines post opératoires) de la mise en place de TEA chez six chiens adultes normaux.

La deuxième étude de 2003 consistait à évaluer la fonction des antérieurs avant et après une TEA chez 20 chiens souffrant d'arthrose sévère. Un suivi clinique, radiographique et de la démarche a été réalisé à trois, six et 12 mois post opératoire. L'âge moyen des animaux était de 7 ans.

Le tableau 13 présente les complications rencontrées dans les différentes études.

Tableau 13. Complications observées suite à la mise en place de TEA lors de deux études différentes (Conzemius, 2001 et 2003)

Etude		Conzemius, 2001 (étude pilote)	Conzemius, 2003 (étude clinique)
Nombre de coudes		6	20
Incidents per opératoires		/	10%
Complications post opératoires	Ostéomyélite	17%	10%
	Fracture du condyle huméral	0%	5%
	Luxation latérale du coude	0%	5%
	Fracture de l'ulna	17%	0%
	Boiterie sans appui	17%	0%

À huit semaines post opératoires, cinq des six chiens de l'étude de 2001 sont revenus pour des examens. Tous les chiens utilisaient leur membre mais présentaient une légère boiterie. Une rotation du membre était observée durant la phase d'oscillation de la marche. Seul le chien 2 était douloureux à la palpation de l'articulation (20 %). L'amplitude de mouvement sans douleur était d'environ 90° (angle de flexion de 70° et angle d'extension de 160°).

À 16 semaines post opératoires, quatre des six chiens ont été évalués. La boiterie a diminué chez tous les chiens. La rotation du membre était présente chez ces quatre chiens. L'amplitude de mouvement n'a pas changé et les chiens ont développé un point d'arrêt lors de la position du coude en flexion. Le membre n'était pas douloureux à ce point d'arrêt.

À 24 semaines post opératoires, trois des six chiens ont été évalués. Tous les animaux présentaient une amélioration de la boiterie bien qu'elle n'ait été encore légèrement persistante. La rotation du membre était moins évidente. Comme à 16 semaines, l'amplitude de mouvement était restreinte en flexion et les chiens ne semblaient pas être douloureux.

À 52 semaines, trois des six chiens sont revenus. Ils pouvaient tous marcher et courir sans boiterie. L'amplitude de mouvement n'a pas changé.

Sur les clichés radiographiques, la synostose entre le radius et l'ulna s'est achevée à huit semaines chez tous les chiens.

Jusqu'à 20 semaines post opératoires, trois des six chiens ont été sacrifiés et leurs coudes examinés. La synostose radio-ulnaire s'est achevée chez tous les chiens et il n'y a pas eu de relâchement apparent d'implant. Une bande de tissu fibreux s'étendant de la capsule articulaire crânio-proximale à travers la fosse dans le composant huméral de la capsule articulaire caudale a été observée et a entraîné une restriction de flexion du coude. Le chien qui a développé une infection présentait une formation osseuse périostée d'1 cm sur l'humérus distal. Ce chien a présenté aussi une petite quantité de tissu fibreux entre les composants sur la partie latérale de l'articulation. Une quantité anormale d'usure médiale a été observée sur le composant radio ulnaire.

Si le TEA peut amener à de bons résultats, ce serait dans le cadre du traitement des chiens souffrant d'une arthrose invalidante du coude, réfractaire aux traitements conservateurs

Les systèmes de TEA sont classés selon qu'ils soient contraints, semi contraints ou non contraints. Cela dépend du degré de mouvement permis entre les composants articulés. Dans un système contraint, il y a un lien mécanique entre les composants ce qui restreint le mouvement de rotation selon un seul axe. La complication sur le long terme est le relâchement du composant du fait des larges forces de rotation transmises à travers la charnière de l'interface os-ciment. Dans un système semi contraint, il y a un lien mécanique entre les composants mais c'est une sorte d'articulation qui permet quelques mouvements selon un second axe. Les tissus mous environnant peuvent aider à absorber certaines des forces qui seraient autrement transférées sur l'interface os-ciment. Dans un système non contraint il n'y a pas de lien mécanique entre les composants et les tissus mous environnants permettent de stabiliser l'articulation.

Dans l'étude de 2001, des complications sont survenues chez trois chiens sur six (50 %) et ce, en postopératoire immédiat. Le chien 6 n'a jamais posé le membre opéré et aucun examen n'a pu expliquer cette clinique. Bien qu'aucune preuve de présence de bactérie n'ait été observée à l'histologie de la capsule articulaire, l'auteur n'a pas écarté la présence d'une infection. Le chien 5 présentait une excellente fonction du membre jusqu'à ce qu'il développe une boiterie sans appui d'apparition brutale à neuf semaines post opératoires. Les radiographies ont révélé une fracture de l'olécrane. Chez 5 % des humains traités avec un TEA, la fracture de l'olécrane était rapportée comme étant la complication majeure. La réalisation de sections osseuses perpendiculaires les unes aux autres ont créé une contremarche de stress sur l'ulna, ce qui a prédisposé à une fracture de l'olécrane. Dans une étude qui comparait les différentes ostectomies ulnaires (Zafiroopoulos, 1996), l'ulna conservait une plus forte force s'il était coupé avec une incision arrondie ou de 90°. Le chien 5 était le chien le plus petit de la cohorte. Une seule taille de composant était disponible dans cette étude or le composant radio-ulnaire nécessite une coupe de 90°. Depuis, d'autres composants nécessitant une coupe plus arrondie ont été créés. Une lame oscillante curviligne peut être utilisée afin de permettre une coupe arrondie lors du retrait du cartilage articulaire du radius et l'ulna. L'ostéomyélite a été diagnostiquée chez le chien 2 à huit semaines post opératoires.

Un examen radiographique des articulations a révélé par ailleurs un décalage entre les composants huméral et radio-ulnaire sur le bord latéral chez trois chiens immédiatement en post opératoire (50 %). À huit semaines post-opératoires, seul un de ces trois chiens présentait un décalage latéral entre les composants. Un examen post mortem de ce chien a révélé du tissu fibreux entre les composants sur le bord latéral ainsi que des signes d'usure sur le bord médial du composant radio-ulnaire. L'instabilité latérale a pu avoir causé ce décalage. Durant l'examen orthopédique réalisé à huit et 16 semaines post opératoires, aucune instabilité n'a été notée lors de la palpation de l'articulation. Cependant, les auteurs n'ont pas réalisé de tests mécaniques il se peut donc qu'il y ait quand même eu une instabilité. Si le coude est instable du côté latéral, le composant huméral peut être en position de valgus. Cela conduirait à une usure inégale de la partie médiale du composant radio-ulnaire. Une position impropre du composant huméral peut aussi causer ce décalage observé sur les radiographies. L'os retiré de l'humérus, qui dépend du guide de coupe, fournit un espace de 2 à 3 mm entre l'os coupé et le composant huméral, cet espace est rempli par du ciment. Le composant doit être positionné centralement de telle sorte que l'espace entre les bords médial et latéral du condyle huméral et le composant soient égaux. La surface articulaire du composant doit être dans un plan perpendiculaire à l'axe huméral. Ceci permet au composant huméral de reposer à plat sur le composant radio-ulnaire. Si le composant huméral n'est pas posé correctement, cela amènera à une usure anormale du composant radio-ulnaire. Les bords du composant huméral peuvent être plus arrondis afin de minimiser cet effet. Chez le chien 2, la surface articulaire du composant semblait être positionnée correctement. Ainsi, l'instabilité latérale pouvait être la cause du décalage. La position du composant radio-ulnaire dépend de la coupe faite dans la tête radiale et l'ulna. Le système à deux tiges et le fait que les tiges remplissent la majorité des canaux médullaires du radius et de l'ulna rendent la position du composant relativement simple une fois que les coupes sont réalisées.

La synostose du radius et de l'ulna s'est achevée à huit semaines post opératoire chez tous les chiens. Comme le composant radio-ulnaire couvre le radius et l'ulna, une synostose rapide entre les deux os est impérative afin de prévenir le mouvement, ce qui causerait le relâchement du composant et induirait un échec du montage. L'ostectomie ulnaire est nécessaire afin de réduire le transfert des forces à travers l'ulna, ainsi, cela diminue le mouvement entre le radius et l'ulna et augmente la synostose. Le niveau de l'ostectomie ulnaire se situe juste distalement au ligament interosseux et le foramen nourricier. La synostose radio-ulnaire limite la pronation et la supination de l'animal. Les auteurs sont incapables de dire si cela peut handicaper l'animal mais à un an post opératoire, la synostose était bien tolérée.

L'examen de la démarche indiquait que les forces verticales du membre opéré continuaient de croître avec le temps tandis que les forces verticales du membre controlatéral diminuaient. À 52 semaines, ces forces sur les deux membres sont retournées aux valeurs pré opératoires. La symétrie du membre a été évaluée et la variance trouvée entre le membre opéré et celui non opéré était négligeable (Budsberg, 1993).

Les résultats post mortem ont révélé que dans tous les coudes, un tissu fibreux passait à travers le trou dans le composant huméral et établissait une connexion entre la partie crâniale et la partie caudale de la capsule articulaire. Comme l'articulation était fléchie, la bande de tissu s'étendait et déplaçait la capsule jusqu'à ce qu'elle devienne fine. Ceci explique l'origine du point d'arrêt. L'examen orthopédique a indiqué que l'amplitude de mouvement était restreinte en flexion en post opératoire chez tous les chiens. Le trou dans le composant huméral est une surface non articulée qui est essentiellement un reste du système d'origine semi contraint. Comme rien ne s'articule avec cette zone, un tissu fibreux peut se former autour et au sein du trou. Le design du composant huméral a depuis été modifié pour l'éliminer. [32]

Le tableau 14 présente les résultats obtenus après l'implantation de TEA chez 20 chiens.

Tableau 14. Résultats obtenus après l'implantation de TEA au sein de 20 coudes de chiens (Conzemius, 2003)

Résultats après TEA		Taux
Bons		80%
Mauvais	Arthrodèse	10%
	Amputation	5%
	Fonction du membre non améliorée	5%

Dans l'étude de 2003, les chiens qui présentaient un bon résultat ont vu la fonction du membre opéré améliorée avec comme corollaire une amélioration de la qualité de vie de l'animal. La fréquence et la gravité de la boiterie ont diminué ainsi que celles de la douleur du coude. Des résultats satisfaisants (augmentation des forces verticales post opératoires, réduction de la douleur lors de l'examen clinique et la satisfaction des propriétaires) ont été observés dans 80 % des cas. Les auteurs ont considéré ainsi que ce taux de réussite était acceptable.

Des points importants sont à noter. Tout d'abord, les principales forces verticales ont presque doublé entre la période pré opératoire et un an post opératoire. Une analyse de régression a fortement suggéré une réelle amélioration continue. Cependant, il est possible que le taux de succès survenu chez ces 20 chiens diminue après un an à cause d'un détachement aseptique, une infection tardive, une fracture ou une luxation.

D'après Conzemius, les candidats pour un TEA sont les chiens qui présentent les plus sévères lésions d'arthrose au sein du coude.

Dans l'étude de 2003, le retrait de l'implant et l'arthrodèse a été effectué sur trois chiens soit 15 % des cas. Il est important de noter que même dans les cas de résultats satisfaisants, une anomalie de la démarche est à prévoir. De Hann a ainsi rapporté qu'après une arthrodèse du coude, les chiens ne présentaient aucune douleur mais une anomalie de démarche. (De Hann, 1996) Les complications doivent faire envisager une arthrodèse et exceptionnellement une amputation.

D'après les auteurs, chez les chiens présentant une boiterie permanente provenant d'une arthrose sévère du coude, la TEA présente de bons résultats dans la plupart des cas (peu nombreux) décrits jusqu'à présents (80 %). Ce taux devrait augmenter dans le futur avec l'amélioration des systèmes. [33]

2/ Le système TATE elbow system™ (BioMedtrix)

(i) Principe

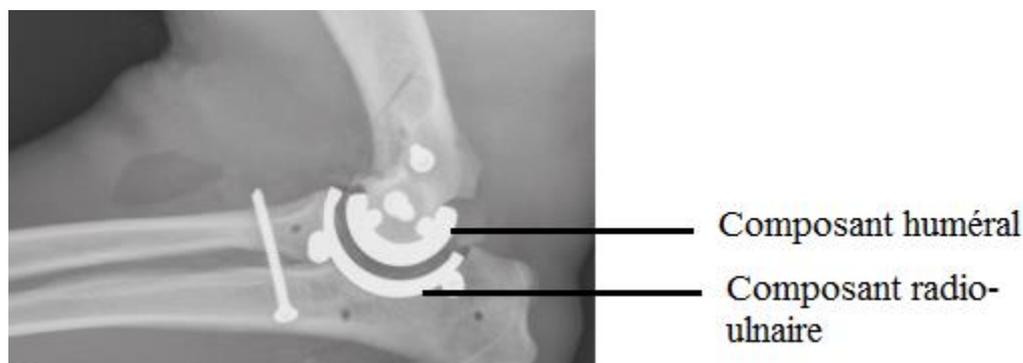
Le système d'arthroplastie TATE est un système semi-contraint non cimenté qui a été développé par Acker et van der Meulen (Acker, 2009). Il possède deux composants (huméral et radio-ulnaire). Contrairement au TEA, le TATE est conçu pour une fixation sans ciment grâce à l'utilisation de billes poreuses appliquées sur la face arrière des composants huméral et radio-ulnaire. L'implantation du TATE est réalisée via une ostéotomie épicondylaire médiale afin de préserver l'insertion du ligament collatéral médial. Le TATE fait usage d'un dispositif qui permet la préparation simultanée des sites huméral et radio-ulnaire. Un gabarit d'alignement est utilisé pour maintenir le coude dans une position fixe tandis que la préparation est effectuée. De cette façon, la congruence entre les deux articulations est assurée. Les deux composants reliés entre eux par une entretoise temporaire sont ensuite placés dans la cavité fraisée et implantés en utilisant un emmanchement. [2] La figure 27 illustre la conformation du système TATE.

Figure 27 Conformation du système TATE (Allen, 2012)



La figure 28 permet de représenter le positionnement de l'implant au sein du coude canin.

Figure 28 Radiographie (incidence latérale) montrant le positionnement optimal des implants du TATE, l'ostéotomie épicondyalaire médiale est réparée avec deux vis et le composant radio-ulnaire fusionne avec une greffe osseuse et une vis corticale (Allen, 2012)



(ii) Résultats et complications

Les résultats cliniques suite à l'installation d'un TATE sont encourageants (Acker, 2009), mais il reste beaucoup à apprendre, en particulier en ce qui concerne la restauration de la cinématique articulaire. Dans une étude préclinique récente, l'analyse radio stéréométrique dynamique a été utilisée pour quantifier la cinématique du coude sain (Guillou, 2011) et une étude prospective comparant la cinématique avant et après le remplacement de coude TATE est actuellement en cours. [2]

Comme pour la TEA, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de données objectives permettant de conclure sur les résultats du TATE. Cependant, des études ont été réalisées sur 25 cas (Acker, 2009) et 14 cas. Les évaluations cliniques subjectives de la part des propriétaires ont suggéré que la fonction du membre s'est améliorée un an après la chirurgie suivant une aggravation typique de la boiterie de six à 12 semaines. Bien que les chiens semblaient non douloureux et présentaient une amplitude de mouvement améliorée, une faible boiterie pouvait persister. Le tableau 15 présente les complications rencontrées suite à la mise en place d'un TATE.

Tableau 15. Complications observées suite à la mise en place d'un implant TATE chez 39 chiens (Acker, 2009)

	Nombre de coudes	39
Taux de complications majeures (%)	Fracture de l'ulna	5,1
	Détachement de l'implant	2,5
	Total	7,6
Taux de complications mineures (%)	Migration d'une épingle	2,5
	Détachement d'une vis	2,5
	Déhiscence de plaie	2,5
	Total	7,7
Taux d'incidents per opératoires	Atteinte du nerf ulnaire	2,6

Les complications majeures ont consisté en deux fractures de l'ulna et le descellement d'un implant, dans les huit semaines post-opératoires. Dans un cas, une ostéolyse autour de la prothèse radio ulnaire est apparue à six semaines. Tandis que la boiterie du chien s'est améliorée pendant six

mois post opératoires, la lyse aseptique a continué de progresser. Ce phénomène a conduit à une boiterie plus importante puis à un retrait de l'implant et une arthrodèse.

L'analyse objective de la démarche a été réalisée chez six patients jusqu'à 32 mois post opératoires. Entre six et 12 mois, 100 % des cas montraient une force verticale maximale du membre opéré plus importante que celle du membre controlatéral. Une amélioration continue a pu être constatée à deux ans post opératoires lorsque la force verticale présentait une valeur normale.

À la vue du design, la limite majeure du remplacement total du coude est l'absence de remaniement dans le cas d'une fracture. Du fait que l'arthrose de dernier grade soit souvent bilatérale, l'amputation n'est pas une option valide et l'arthrodèse reste la solution la plus valable. Bien que quelques fractures ou luxations puissent être réparées avec succès, d'autres nécessitent un retrait de la prothèse et une arthrodèse du fait du stock limité d'os pour la fixation de l'implant. Il faut tenir un discours clair aux propriétaires et leur présenter les autres traitements alternatifs. [43]

3/ L'implant Sirius (Osteogen)

(i) Principe

L'implant Sirius, décrit par Innes dérive du TEA. Il est semi-contraint et constitué d'un composant huméral cimenté et d'un composant radio-ulnaire non cimenté. Il est fixé dans l'os par des vis. [2] Les ostéotomies sont réalisées avec une scie sagittale. Elles sont conservatrices car elles préservent un stock osseux dont le but est de maintenir un champ de stress sur la partie distale de l'humérus améliorant ainsi la fixation sur le long terme. Le composant huméral supporte un écart entre la fourchette humérale pour permettre le passage de l'implant radio-ulnaire pour l'optimisation de l'amplitude du mouvement. L'implant radio-ulnaire est encliqueté à une plaque avec un double revêtement poreux qui procure une fixation à l'incisure semi-lunaire de l'ulna afin de prévenir les fractures. Une petite différence radiale existe entre les surfaces articulaires des deux composants afin de diminuer les contraintes permettant ainsi un degré de mouvement de rotation. Une stabilisation immédiate du composant huméral est permise par la pression de la partie condylienne de la prothèse et la fixation de la tige par du ciment. [89] La figure 29 permet de visualiser la fixation de l'implant Sirius au sein d'un coude canin.

Figure 29 Radiographie (incidence latérale) illustrant la fixation de l'implant Sirius au sein d'un coude canin (Allen, 2012)



(ii) Résultats et complications

Lorenz a réalisé une étude cinématique ex vivo sur quatre membres normaux de chiens sur lesquels un implant Sirius a été posé. Chaque membre a été mis en mouvement manuellement à travers des mouvements différents (extension-flexion, pronation et supination en flexion à 90°) avant et après l'implantation. L'amplitude de mouvement dans le plan sagittal avant implantation était de 115° et il diminuait de 90° après l'implantation. Cela restait tout de même une amplitude acceptable. Le processus anconé était préservé durant la pose de la prothèse, les régions inter-condyliques et la fosse olécraniennes étaient légèrement élargies afin de permettre la mise en place de l'implant huméral. Cette augmentation de l'espace pouvait résulter en une augmentation de la laxité rotationnelle du processus anconé ce qui résultait ou du moins contribuait à une augmentation de la pronation lors de l'extension du coude. Lors d'une flexion à 90°, la pronation restait la même avant et après l'implantation. En revanche, la supination à 90° diminuait après l'implantation. Ceci montre que la prothèse a un effet opposé sur la stabilité rotationnelle en supination en augmentant les contraintes. Comme le ligament collatéral latéral est le stabilisateur primaire lors de la supination, ces données montrent aussi que la prothèse restaure suffisamment le ligament collatéral par la fixation de l'épicondyle latéral ostéotomisé.

Cette étude présentait des limites du fait du faible nombre de membres étudiés. De plus, il faudrait réaliser des études in vivo et non ex vivo car il existe des biais (l'absence de contraction des muscles et la fibrose péri articulaire). En outre, les membres étudiés étaient sains, il serait intéressant de réaliser les mêmes études sur des articulations atteintes d'arthrose de dernier stade.

En conclusion, dans un modèle ex vivo, l'implant Sirius offre une amplitude de mouvement dans le plan sagittal permettant une marche et un trot acceptable sur une surface plane ou légèrement inclinée. Cependant, elle n'est pas adaptée aux allures rapides et aux surfaces plus inclinées. Des études faisant intervenir des données plus objectives et sur un plus long terme sont nécessaires afin d'évaluer en clinique les résultats de ce nouvel implant. [89]

i/ Arthroplastie unicompartimentale du coude (CUE, Arthrex)

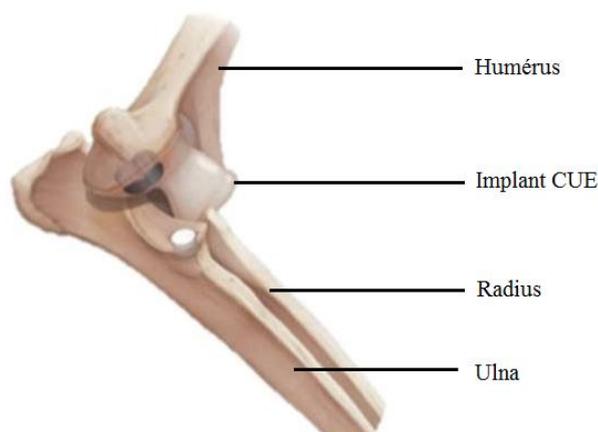
1/ Principe

Le CUE fait intervenir des implants huméral et ulnaire qui sont positionnés dans l'os afin de recréer une surface adéquate de l'aire du report du poids au sein du compartiment médial du coude. [34] Cette technique a été testée et développée ex vivo. [60]

Le CUE est un système de remplacement articulaire composé d'une prothèse humérale métallique et d'une prothèse ulnaire en polyéthylène. Le composant huméral contient deux cercles se chevauchant, placés au sein de la trochlée humérale dans des trous forés au préalable. Le composant ulnaire consiste en un implant unique et cylindrique qui est placé dans la base du compartiment médial (dans un trou correspondant foré au préalable). L'espace articulaire médial est ainsi recréé et le port de poids est transmis à travers les prothèses plutôt qu'à travers l'os sous-chondral exposé et adjacent.

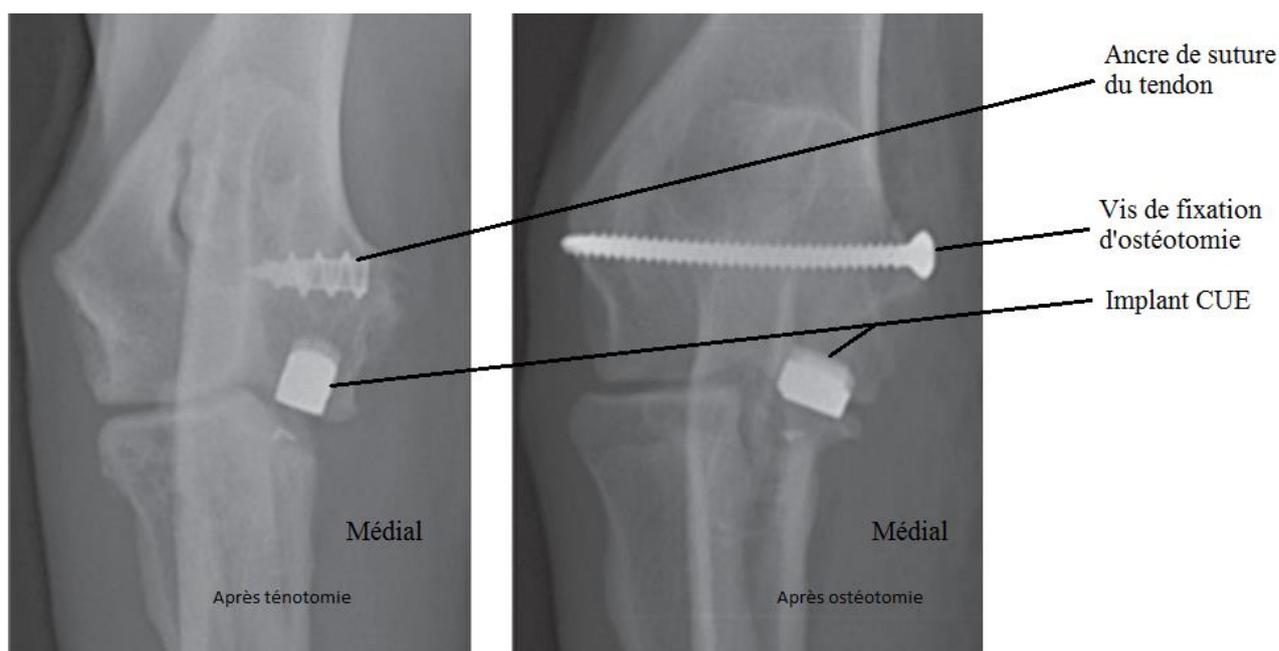
L'approche chirurgicale se fait médialement par ténotomie ou ostéotomie. L'approche préférable est cependant l'ostéotomie de l'épicondyle médial. [34] Une fois que l'approche est faite, une rotation interne de l'avant-bras avec un valgus permet une exposition adéquate. La prothèse ulnaire est ensuite positionnée puis c'est au tour de la prothèse humérale. La figure 30 permet d'illustrer l'implant CUE au sein d'un coude canin.

Figure 30 Illustration d'un implant CUE sur un coude de chien (Cook, 2015)



La figure 31 montre deux radiographies après l'implantation d'un CUE de deux façons différentes. La première est réalisée par une ténotomie et la deuxième par ostéotomie.

Figure 31 Radiographies post opératoires (incidence crânio-caudale) après l'implantation d'un CUE selon l'approche de ténotomie (à gauche) et d'ostéotomie (à droite) (Cook, 2015)



Il existe plusieurs avantages à réaliser un CUE. Tout d'abord, un système unicompartmental permet de maintenir une transmission physiologique du poids et de sa distribution à travers l'articulation tout en préservant l'anatomie. Ce système permet ainsi de limiter le risque d'une surcharge sur la partie latérale de l'articulation, le mal alignement, l'instabilité et/ou la luxation. Ce système permet aussi de préserver une cinématique physiologique à travers les trois articulations du coude. Ceci contraste avec les ostéotomies dont le but est de diminuer le chargement transmis à travers le compartiment médial ce qui résulte en une augmentation de la charge sur le compartiment latéral ou les tissus mous environnant. Des auteurs ont montré que ces altérations non physiologiques

peuvent amener à des pathologies des tissus concernés. (Cuddy, 2012 ; Gutbrod, 2012 ; Mason, 2008 ; Fujita, 2003). [34]

2/ Résultats et complications

Cook a étudié les résultats cliniques après mise en place d'un système CUE sur 103 coudes souffrant d'une MCM de dernier stade (MCM associée à de l'arthrose secondaire). L'âge moyen des animaux était de 5 ans. Le suivi a été réalisé sur moyen et long terme soit entre six et 47 mois post opératoires. Dans une autre étude sur 36 coudes, Schulz a fait un suivi sur sept mois. Le tableau 16 illustre les différentes complications rencontrées dans chacune de ces deux études.

Tableau 16. Complications rencontrées après un CUE dans deux études différentes (Cook, 2015 et Schulz, 2011).

	Etude	Cook, 2015	Schulz, 2011
	Nombre de coudes	103	36
Complications catastrophiques	Euthanasie à la demande du propriétaire	1%	4,50%
Complications majeures	Avulsions/non union de l'épicondyle médial	2,90%	0%
	Malposition de l'implant	2,90%	0%
	Infection articulaire	2,90%	0%
	Contraction du fléchisseur du carpe	0,90%	0%
	Fracture per opératoire du processus anconé	0,90%	0%
	Détachement de l'implant ulnaire	0,00%	4,50%
	Infection au site de ténotomie	0,00%	4,50%
	Total	10,70%	9%
Complications mineures	Douleur et boiterie persistantes durant huit semaines post opératoires	8,70%	0%
	Déplacement épicondylaire médial	4,80%	0%
	Hyper extension transitoire du carpe	3,80%	0%
	hyper extension du carpe et/ou une boiterie résolues à six mois post opératoires	0,00%	36%
	Total	27,20%	36%
Incidents per opératoires	Malposition de l'implant huméral	0%	4,50%
	Suppression de l'implant ulnaire	0%	4,50%
	Total	0%	9%

Dans l'étude de Cook, les CUE ont été réalisés par ténotomie ou ostéotomie et aucune différence significative n'a été observée entre ces deux techniques. Toutes les complications ont été notées dans les six mois post opératoires et aucune autre n'a été observée après 47 mois post opératoires. Aucun signe clinique, radiographique ou histologique de perte d'implant n'a été noté. Dans l'étude de Schulz, aucune anomalie radiographique en regard de l'implant n'a été observée un an après la chirurgie.

Le tableau 17 présente la fonction des membres opérés par CUE dans les deux études.

Tableau 17. Fonction des membres opérés dans le cadre de deux études différentes (Cook, 2015 et Schulz, 2011).

Fonction du membre post-opératoire		Etude	
		Cook, 2015	Schulz, 2011
Satisfaisante	Fonction complète	47,60%	
	Fonction acceptable	43,70%	
	Total	91,30%	77%
Inacceptable		8,70%	33%

Les résultats de ces premières études suggèrent que le CUE est une approche chirurgicale sûre et relativement efficace avec un taux de complications majeures plus faible que celles rapportées pour d'autres techniques chirurgicales. [52], [60] Ici, les résultats satisfaisants (fonction acceptable ou complète à six mois) étaient présents dans 91.3 % des cas ce qui est bon pour une utilisation clinique appropriée. Il est néanmoins important de noter que seulement 48% des animaux récupéraient une fonction jugée normale.

Dans l'étude de Cook, des centres médicaux différents ont réalisé les CUE et aucune différence significative n'a été relevée entre les résultats et les centres. Ceci montre donc que cette technique peut être largement appliquée. Les limites de cette étude font intervenir la durée du suivi, les mesures employées pour les résultats et le manque d'animaux dans la cohorte. [34]

Ici, les traitements médicaux et chirurgicaux réalisés au préalable n'influençaient pas la prise en charge par un CUE ainsi que la sécurité et l'efficacité de cette méthode. [34]

Dans l'étude de Schulz, des contrôles arthroscopiques ont été réalisés sur cinq chiens entre trois à sept mois post opératoires et les implants étaient stables avec un nouveau tissu fibrocartilagineux adjacent aux deux implants. Le compartiment latéral n'a pas montré de changement et aucune lésion n'a été observée. [120]

j/ Arthrodèse du coude

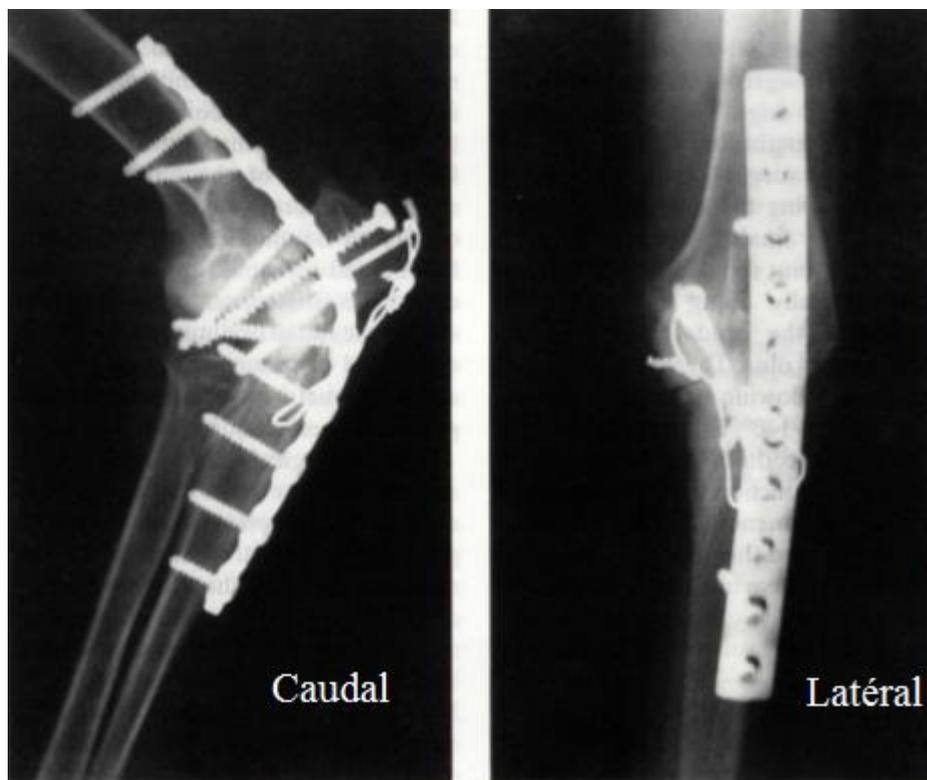
1/ Principe

Plusieurs techniques chirurgicales d'arthrodèse ont été décrites. La plupart des auteurs recommandent une plaque osseuse appliquée sur la surface caudale de l'humérus et de l'ulna comme dispositif de fixation primaire. Cependant, l'utilisation de vis osseuses inter fragmentaires chez des petits chiens inférieurs à 9 kg est aussi rapportée. Un fixateur externe est aussi une alternative pour la stabilisation de l'arthrodèse du coude. Tous les auteurs recommandent l'arthrodèse selon un angle allant de 110° à 150°. Ces divergences peuvent résulter du manque de standard pour la mesure de l'angle de l'articulation.

L'ostéotomie de l'olécrane est réalisée et le cartilage articulaire est retiré. Le coude est immobilisé par une plaque appliquée sur la surface caudale de l'humérus distal et la surface caudale de l'ulna proximal. On peut aussi utiliser des vis ou un câble de Kirchner. Des greffes d'os spongieux ou cortico-spongieux accompagnent le plus souvent la réalisation de l'arthrodèse. L'olécrane est

stabilisé par des vis et des câbles de Kirchner et/ou des bandes de tension. [42] La figure 32 présente la mise en place d'une arthrodèse au sein d'un coude de chien.

Figure 32 Radiographies (incidence médio-latérale et crânio-caudale) d'une arthrodèse au sein d'un coude canin. (De Haan, 1996)



2/ Résultats et complications

Des résultats cliniques à la suite d'arthrodèses unilatérales réalisées sur 12 coudes ont été étudiés. Le suivi a été réalisé jusqu'à 60 mois post opératoires. Les chiens avaient en moyenne quatre ans. Le tableau 18 présente les complications rencontrées suite aux interventions.

Tableau 18. Complications rencontrées suite aux arthrodèses de coude sur 12 chiens (De Haan, 1996)

Complications		Taux
Complications majeures	Amputation car casse de l'implant	8,30%
	Collection liquidienne autour du coude	8,30%
	Total	16,60%
Complications mineures	Migration de vis (ensuite retirées)	8,30%
	Migration du câble de Kirchner (ensuite retiré)	8,30%
	Total	16,60%

Les propriétaires de neuf chiens ont pu être interrogés quant à l'utilisation du membre opéré lors de la marche entre un et sept ans post opératoires.

Le tableau 19 présente les résultats obtenus.

Tableau 19. Utilisation du membre opéré par arthrodèse de neuf chiens d'après un questionnaire des propriétaires, entre un et sept ans post opératoires (De Haan, 1996)

Utilisation du membre lors de la marche	Taux de chiens
Toujours	44,40%
Par intermittence	44,40%
Jamais	11,10%

Tous les patients présentaient une démarche anormale durant la marche et la course du fait de l'incapacité à fléchir et étendre l'articulation. Cinq chiens (55.5 %) ne montraient aucun signe de douleur ou d'inconfort et quatre chiens (44.4 %) présentaient des signes intermittents de douleur.

Les propriétaires des neuf chiens ont également été interrogés sur la fonction du membre opéré de leur animal. Le tableau 20 présente les résultats.

Tableau 20. Fonction du membre opéré par arthrodèse chez neuf chiens d'après les propriétaires, entre un et sept ans post opératoires (De Haan, 1996)

Fonction du membre	Taux de chiens
Améliorée	77,70%
Inchangée	22,20%
Aggravée	0%

Les deux techniques utilisées pour stabiliser l'olécrane (vis osseuses ou câble de Kirchner) sont efficaces mais l'utilisation des vis semble tout de même être supérieure. Ici, sur les 12 coudes opérés, neuf ont été immobilisés à l'aide d'une plaque osseuse (technique recommandée par l'auteur). Deux coudes ont été immobilisés à l'aide de vis osseuses mais chez un animal, deux vis ont migré. Il est difficile de faire des recommandations du fait du faible nombre de coudes chez qui cette technique a été réalisée. Un coude a été immobilisé par des câbles de Kirchner et la casse de l'implant a été observée. Cette technique ne procure pas une immobilisation rigide et est fortement déconseillée. Dans cette étude, il existait de grandes variations de l'angle de l'articulation suivant l'arthrodèse. Chez les 12 chiens, l'angle mesuré entre l'axe de la diaphyse humérale distale et l'axe de la diaphyse proximale du radius se situait entre 85° et 105°. En excluant l'animal avec la casse de l'implant, la variation devenait plus petite allant de 105° à 145°. Les recommandations publiées varient considérablement allant de 110° à 130°-140° et parfois même 150° (Brinker, 1990 ; Lesser, 1993 ; Penwick, 1987 ; Denny, 1990). Du fait des grandes variations de facteurs pour l'angle de l'articulation, une étude rétrospective est incapable d'établir un lien entre l'angle du coude et la fonction du membre post opératoire. Cependant, les auteurs peuvent émettre l'hypothèse qu'un angle situé entre 130° et 140° est optimal pour une arthrodèse du coude.

L'arthrodèse est une approche chirurgicale de sauvetage qui, si elle est correctement maîtrisée, résulte en une fonction acceptable du membre. Elle ne constitue pas néanmoins actuellement une technique à envisager dans la prise en charge de la dysplasie du coude. [42]

De nombreuses techniques chirurgicales existent dans le cadre de la prise en charge de la MCM. D'autres études sont nécessaires afin d'obtenir des conclusions plus abouties et plus précises quant aux complications et résultats obtenus suite à ces interventions. De plus, elles ne sont, dans la plupart des cas, réalisables que par des vétérinaires spécialisés en orthopédie et nécessitent une certaine maîtrise.

C/ TRAITEMENT CONSERVATEUR : PRISE EN CHARGE DE L'ARTHROSE

L'arthrose est un processus dégénératif et inflammatoire qui entraîne une perte de la matrice cartilagineuse. Elle cause souvent une boiterie et une démarche raide. La boiterie résulte de la combinaison de la douleur articulaire et du mouvement restreint de l'articulation. L'instabilité, l'incongruence articulaires, un excès de poids et une blessure articulaire prédisposent à l'arthrose car ces facteurs soumettent l'articulation du patient à des contraintes anormales et à une inflammation chronique. L'arthrose constitue ainsi l'évolution naturelle d'une MCM.

1/ LES INDICATIONS

L'arthrose ne peut pas être guérie, cependant une prise en charge sur le long terme est possible. La stratégie de prise en charge de l'arthrose dépend de sa gravité et de sa localisation. Les critères permettant de guider le clinicien sont la douleur, la mobilité et les activités normales du patient, les attentes du propriétaire et les ressources accessibles. Il est important de faire comprendre au propriétaire que la douleur due à l'arthrose n'est pas normale et qu'il faut d'abord la prendre en charge.

La prise en charge de la douleur par des moyens médicaux est une étape essentielle. De nombreux traitements par voie orale sont disponibles tels que les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), la gabapentine, l'amantadine ou encore le tramadol. Il existe également des modalités physiques disponibles afin de réduire cette douleur. Un poids adapté ainsi qu'un support nutritionnel articulaire sont importants dans la prise en charge de cette maladie. En neutralisant la douleur, le patient pourra non seulement gagner en force et en mobilité mais aussi permettre la mise en place d'un traitement qui agit plus lentement tel que les nutraceutiques. Le nombre de médications et de modalités de traitements pour prendre en charge la douleur est vaste. Chacune propose un bénéfice et des précautions différentes.

2/ MESURES HYGIÉNIQUES

LA PERTE DE POIDS

La perte de poids est l'une des mesures les plus importantes de la prise en charge de l'arthrose. L'obésité génère des contraintes supplémentaires au sein d'une articulation déjà atteinte et elle contribue à un état chronique d'inflammation. Le tissu adipeux est pro inflammatoire et est capable de synthétiser des cytokines actives. Des études ont montré qu'en réduisant le poids et l'apport de calories, les signes cliniques de l'arthrose sont diminués et améliorent la mobilité. [18]

LA REPRISE DE LA MOBILITE

La modulation de l'exercice du patient est très importante. Les muscles, les ligaments, les tendons et la capsule articulaire assurent la protection de l'articulation. De l'exercice violent tel que la course sur une surface dure peut accélérer le développement de l'arthrose et exacerber les signes cliniques. De l'exercice moins violent tel que la marche ou la nage permet de renforcer les structures articulaires. Elles améliorent le bien-être du chien et stimulent la libération d'endorphines. L'administration intra articulaire d'endorphines a été démontrée comme ayant un effet anti-

inflammatoire sur un modèle canin d'arthrose du genou. [104] L'exercice doit être adapté à chaque animal et ajusté selon les signes de douleur et d'inflammation. Il doit être mené quotidiennement et initié par une courte marche en laisse puis augmenté graduellement jusqu'à l'apparition de signes cliniques. La distance parcourue est ensuite réduite jusqu'à l'absence d'observation des signes. La nage est aussi une activité qui doit être encouragée sous étroite surveillance. [136]

3/ TRAITEMENTS PAR VOIE ORALE

a/ Mise en place d'Anti Inflammatoires Non Stéroïdiens (AINS)

Les AINS sont les analgésiques les plus utilisés. Avec un contrôle adapté, ils peuvent être utilisés sur une longue période afin de prendre en charge l'inflammation. Des analyses sanguine et urinaire sont toujours réalisées au préalable afin d'éviter un traitement sur un animal insuffisant rénal ou déshydraté, deux contre-indications majeures à leur administration. Des ulcères gastro-intestinaux et parfois des perforations sont des effets secondaires possibles. Une hépatotoxicité non dose-dépendante peut être présente durant les premiers jours de traitement. Une surveillance accrue à la maison et un suivi biologique permettent de s'assurer que l'animal tolère les AINS. [107]

Une étude a évalué la qualité des molécules couramment utilisées pour la prise en charge de l'arthrose chez le chien. Cette recherche bibliographique s'est appuyée sur 16 études cliniques réalisées avant mai 2006. L'auteur a pu mettre en évidence qu'un haut niveau de confort existait pour le meloxicam pour lequel la relation prétendue est valide scientifiquement et est utilisé efficacement pour la prise en charge de l'arthrose chez le chien. Un niveau modéré de confort existait pour le carprofen, l'etodolac, le pentosane polysulfate, le P54FP, les polysulfates de glycosaminoglycanes et la combinaison de sulfate de chondroïtine, d'hydrochloride de glucosamine et d'ascorbate de manganèse. Un niveau extrêmement faible de confort existait pour l'acide hyaluronique. [5]

Une autre étude a permis de discuter des AINS et notamment de leurs effets secondaires rénaux et gastro intestinaux. Une bonne compréhension du mécanisme par lequel les AINS obtiennent des effets analgésiques est essentielle pour minimiser les effets secondaires et les interactions avec d'autres molécules. La cyclooxygénase (COX) est présente dans au moins deux isoformes actifs au sein de l'organisme et est la cible privilégiée des AINS. L'inhibition de COX est associée avec les effets analgésiques de ces derniers. COX est présente dans le tractus gastro-intestinal et les reins ce qui est la raison des potentiels effets secondaires. Les AINS restent la pierre angulaire de la thérapie orale de l'arthrose à moins qu'ils ne soient contre-indiqués en raison d'une intolérance particulière, de thérapies concomitantes ou d'autres conditions médicales. [85]

b/ Les aliments nutraceutiques

Les produits appelés aliments nutraceutiques sont apparus récemment sur le marché. Ce terme provient de la combinaison de « nutrition » et « pharmaceutique » et est défini comme étant une alimentation qui fournit des bénéfices pour la santé ainsi que la prévention et ou le traitement d'une maladie. [24] Cependant, ce terme est couramment utilisé en marketing et n'a pas de définition réglementaire. En Europe, aucune indication spécifique n'est reconnue légalement en tant que nutraceutique car aucune preuve officielle de son efficacité n'est requise afin d'être mise sur le marché. Les producteurs n'ont pas par ailleurs à conduire de larges études afin d'obtenir une approbation officielle pour le marketing contrairement aux antibiotiques ou anti-inflammatoires.

Un traitement à base de glucosamine et de chondroïtine est le nutraceutique le plus couramment utilisé en médecine vétérinaire. Des études ont montré qu'ils pouvaient aider à réduire la douleur due à l'arthrose de l'articulation radio carpienne tandis que d'autres ont montré une protection chondroïde. [37] La qualité est variable, il est donc important de procurer aux patients des produits dont la source est sûre et la qualité contrôlée.

Les glycosaminoglycanes polysulfatés sont des formules injectables intramusculaires ou sous-cutanées. Des recherches en cours sont prometteuses car elles montrent des effets bénéfiques sur la boiterie ainsi que des effets chondroprotecteurs.

Les bénéfices des omégas 3 sont aussi reconnus dans la prise en charge de l'arthrose. Ces acides gras sont anti inflammatoires et comme ils sont intégrés dans les membranes synoviales au sein des articulations, ils permettent une réduction de l'inflammation à ces endroits. De plus, ce sont des produits sans effets secondaires.

Une étude a permis de rechercher dans la littérature, les effets des nutraceutiques sur les signes de douleur ou la locomotion anormale due à l'arthrose affectant différentes articulations chez plusieurs espèces dont le chien. Seize articles concernant le chien ont été sélectionnés. Les preuves d'efficacité des nutraceutiques étaient faibles excepté pour les acides gras oméga 3. Cependant, il existait un nombre limité d'études et de participants au sein de celles-ci. [134] Les omégas 3 permettent une concentration locale plus faible en acide arachidonique et altèrent la production d'éicosanoïdes pour des formes moins inflammatoires. De plus, les omégas 3 réduisent l'expression de la dégradation du cartilage, d'enzymes, de la cyclooxygénase 2 et de cytokines inductrices de l'inflammation. [134]

Une autre étude clinique a cherché à démontrer l'efficacité de la supplémentation orale en acide hyaluronique (AH) et collagène en tant que traitement préventif de la dysplasie du coude chez le chien. Cent cinq labradors âgés de trois mois ont été divisés en deux groupes afin de déterminer le nombre d'animaux qui développent une dysplasie du coude lorsqu'ils sont supplémentés en Hyaloral (composé d'AH, de collagène hydrolysé, de glucosamine, de sulfate de chondroïtine et de gamma oryzanol) par comparaison avec ceux qui ne sont pas traités. Aucun chien n'a subi d'intervention chirurgicale. L'efficacité de la complémentation a aussi été évaluée une fois que la maladie a été diagnostiquée. Des examens cliniques des coudes ont été réalisés aux âges de trois, six, 12 et 20 mois par examens orthopédiques, radiographies, analyses sanguines et évaluations des symptômes de la dysplasie par un vétérinaire. Le tableau 21 présente les différents résultats observés entre le groupe témoin et le groupe traité.

Tableau 21. Résultats suite à l'administration ou non de nutraceutiques chez 105 labradors. (Marti Angulo, 2014)

	Groupe témoin	Groupe traité (supplémentation alimentaire)
Signes radiographiques de dysplasie à l'âge de 12 mois	33,30%	18,50%
Symptômes de dysplasie à l'âge de 12 mois	61,50%	2,50%
Boiterie lors de la dernière visite	/	Améliorée

Les symptômes de dysplasie du coude entre les deux groupes étaient significativement différents à 20 mois. Les différences concernant la boiterie en même temps que le mouvement et la tuméfaction du coude entre les groupes ont été observées après 12 mois. Le groupe traité présentait une amélioration significative à la dernière visite. Aucun effet secondaire n'a été rapporté.

Pour conclure, le traitement oral avec de l'AH peut avoir une potentielle action cumulative qui procure une protection contre la dysplasie et améliore significativement les symptômes de la dysplasie du coude. Cependant, l'effet thérapeutique des chondroprotecteurs (tels que l'AH) administrés par voie orale n'est pas clairement prouvé. Ces résultats ont permis de suggérer que l'usage quotidien d'un supplément qui contient de l'AH, du collagène et d'autres glycanes peut être une option pour le traitement des signes et des symptômes de la dysplasie et une alternative à la chirurgie. Cependant, des études cliniques à l'aveugle et sur un plus long terme sont nécessaires afin de confirmer si les résultats de cette étude peuvent être répliqués dans la pratique courante. [90]

Quarante chiens âgés entre un et 14 ans chez qui une arthrose (affectant différentes articulations) a été diagnostiquée ont fait partie d'une autre étude clinique concernant le pentosane polysulphate (PPS). Les animaux ont reçu des injections sous-cutanées à des intervalles d'une semaine de 0, 1, 3 ou 5 mg/kg de PPS. Quatre semaines après la dernière injection, la faiblesse, la rigidité et la douleur du membre à la manipulation et la volonté de faire de l'exercice ont été évalués. Il n'existait pas de différence au sein du groupe qui n'a reçu aucune dose. Cependant, les chiens qui ont reçu du PPS ont montré une réponse favorable avec une amélioration de la boiterie, de la douleur et de la volonté de faire de l'exercice. La dose à 3 mg/kg a donné la meilleure amélioration, la dose à 1 mg/kg était partiellement efficace et la dose à 5 mg/kg était la moins efficace. Cette étude tend à démontrer l'intérêt de l'utilisation du PPS à une dose de 3 mg/kg pour le traitement clinique de l'arthrose chez le chien.

Le PPS possède une faible activité anti-inflammatoire grâce à sa capacité à stabiliser le système vasculaire périphérique et améliorer la microcirculation au sein des tissus inflammés et la modification du largage de cytokines telles qu'IL-6 et TNF alpha. La capacité du PPS à limiter la dégradation du cartilage à travers l'inhibition de la dégradation enzymatique du cartilage et la stimulation de la synthèse du protéoglycane chondrocytique a été démontré in vivo et in vitro. [3], [30], [114] Le PPS a aussi des vertus anticoagulantes et fibrinolytiques, il permet ainsi d'améliorer la circulation au sein de la membrane synoviale et de l'os sous-chondral, qui est atteint en cas d'arthrose. Dans l'étude précitée, la cause de l'amélioration de la fonction à 3 mg/kg n'est pas claire. La plupart des cas traités étaient chroniques donc il y avait une lésion articulaire plutôt sévère et il n'est pas certain que seule une amélioration de la matrice cartilagineuse puisse engendrer de tels résultats. D'autres raisons possibles peuvent expliquer ces résultats : l'augmentation de la viscosité du liquide synovial et donc la lubrification articulaire, l'amélioration de la perfusion de l'os sous-chondral et d'autres tissus articulaires.

Une réponse positive au PPS est généralement observée au bout de la troisième ou quatrième injection et l'amélioration est maintenue pour un à six mois suivant un traitement de quatre injections séparées d'une semaine. Aucun effet secondaire n'est observé. Le PPS semble donc être une option pertinente pour la prise en charge de l'arthrose chez le chien. [112]

À travers ces différentes études cliniques, le bénéfice de certains aliments nutraceutiques a pu être mis en avant. Seule la complémentation orale en AH et collagène a été montrée comme possédant une action positive sur la dysplasie du coude chez le chien. Il serait pertinent de réaliser d'autres études faisant intervenir d'autres aliments afin d'évaluer leur impact clinique en lors de dysplasie du coude.

c/ Autres traitements

D'autres alternatives sont possibles pour les animaux ne tolérant pas les AINS. La gabapentine peut être utilisée chez le chien avec des effets secondaires faibles (sédation possible au début du traitement). Afin de minimiser cela, la gabapentine peut être commencée à faible dose et augmentée légèrement pour atteindre la dose efficace du patient. [115]

L'amantadine est une molécule qui est parfois bien tolérée. Elle est synergique avec les AINS mais peut être utilisée seule pour un traitement sur le long terme. Les effets secondaires comprennent des désordres gastro intestinaux. [115]

Le tramadol est un opiacé synthétique qui agit sur les récepteurs de la sérotonine et adrénergiques. La demi-vie varie selon les individus et il est donc important de ne pas l'utiliser sur le long terme. Il peut être utilisé sur des douleurs aiguës. Sa demi-vie est courte chez le chien, un dosage fréquent (toutes les quatre à huit heures) est nécessaire ainsi qu'un suivi de la douleur afin d'obtenir un contrôle adéquat. Cette molécule peut causer des interactions avec des inhibiteurs de la sérotonine et des inhibiteurs de la monoamine oxydase. Elle peut aussi donner lieu à des dysphories, de l'agitation et une sédation. [115]

4/ TRAITEMENTS PHYSIQUES

a/ La physiothérapie

La physiothérapie est un composant important de la prise en charge de l'arthrose. La thérapie physique peut améliorer la fonction articulaire, promouvoir la correction des anomalies de la démarche, réduire la douleur et renforcer les muscles aidant à la stabilité articulaire.

Une étude clinique sur douze chiens a eu pour but d'évaluer l'efficacité de la physiothérapie dans la prise en charge de l'arthrose du membre pelvien et de permettre de comparer deux réhabilitations différentes. L'une faisait intervenir de l'exercice actif, de la marche sur tapis roulant, des massages et des exercices passifs, de la thérapie au laser, de la magnétothérapie et de l'électrostimulation. La deuxième incluait en plus de la diathermie et de la marche sur tapis sous l'eau. Les auteurs ont pu conclure que les deux méthodes étaient efficaces pour réduire la douleur et améliorer les mouvements articulaires ainsi que la masse musculaire chez des sujets souffrant d'arthrose. L'utilisation de la diathermie et du tapis roulant sous l'eau procurait par ailleurs un temps de récupération plus court. Cette étude comporte des limites car elle n'a été menée que sur des membres pelviens et non sur des coudes. Or, il est possible que l'articulation du coude puisse répondre différemment à la physiothérapie.[44]

Une autre étude clinique a permis d'évaluer les effets d'un programme de perte de poids combiné à de la physiothérapie incluant la stimulation nerveuse électrique transcutanée sur la boiterie chez 29 chiens en surpoids souffrant d'arthrose sur différentes articulations. Un programme pour perdre du poids a été initié chez les 29 chiens. Un groupe a reçu une restriction calorique ainsi que de la physiothérapie à domicile. L'autre groupe a bénéficié du même protocole diététique ainsi que d'une physiothérapie intensive incluant l'électrostimulation transcutanée. Une perte significative de poids a été observée chez les deux groupes. Cependant, la plus grande réduction a été atteinte par les chiens ayant bénéficié de la physiothérapie intensive. La mobilité et la force de réaction au sol se sont améliorées après six mois. Là encore, les meilleurs résultats ont été observés parmi les chiens ayant

subi l'électrostimulation. On voit donc que la combinaison d'un régime diététique et d'une physiothérapie (par électrostimulation transcutanée principalement) peut aider à améliorer l'état de santé des animaux en surpoids et aussi à limiter les effets de l'arthrose. [100] Là encore, les données concernant le bénéfice de la physiothérapie sur l'arthrose du coude chez le chien sont à manquer.

b/ Le laser

La thérapie au laser est en train de devenir de plus en plus populaire en médecine vétérinaire. Elle est parfois désignée sous le nom de photobiostimulation. Elle est utilisée dans le cadre de la prise en charge des atteintes musculosquelettiques, orthopédiques et neurologiques. Chez l'homme, l'arthrose fait partie de ses indications. Selon certains auteurs, la thérapie au laser permettrait de réduire la douleur, l'inflammation et accélérer le processus de guérison. [70] Physiologiquement, la photobiostimulation des cellules entrainerait des résultats biomécaniques qui incluent l'analgésie, la réduction de l'inflammation, l'accélération de la réparation tissulaire, l'augmentation de l'activité métabolique cellulaire et l'amélioration de la fonction nerveuse. La biostimulation permettrait de procurer assez de photons dans les tissus en profondeur, atteignant les mitochondries initiant ainsi une réponse biologique au sein des cellules. Le laser réduirait la douleur en augmentant le relargage de beta endorphines, la production d'oxyde nitrique, la libération d'acétylcholine, la diminution du taux de bradykinines et la croissance potentielle axonale ainsi que leur régénération. La réduction de l'inflammation serait aussi produite par la photobiostimulation. La perméabilité cellulaire, l'augmentation des taux d'adénosine triphosphate, l'augmentation de l'activité des leucocytes, les changements de température et la vasodilatation qui en résulte amèneraient à cet effet anti inflammatoire. Le laser est utilisé lors de la première phase de traitement sur un terme long ou court. D'après la World Association for Laser Therapy (WALT), la photobiostimulation produirait une réponse biologique à 5-10 J/cm². [8]

Il a aussi été montré qu'en cas de douleur arthrosique, le laser permet un relargage de sérotonine, une diminution de la vitesse de la conduction nerveuse et de la perception de la douleur ainsi qu'une augmentation du drainage lymphatique diminuant ainsi l'œdème. [64]

Néanmoins, plusieurs études consacrées à ce mode de thérapie ont mis en évidence certaines nuances. En 2015, Huang a montré dans une méta-analyse que le laser ne présentait pas de réelle efficacité dans la prise en charge de l'arthrose du genou chez l'homme. [145]

Cependant, Ip a mené une étude clinique sur six ans sur 100 patients humains atteints d'arthrose du genou. Les articulations ayant été prises en charge par du laser ont montré une amélioration significative de la douleur contrairement aux autres patients. Il faut noter que dans chaque groupe, les patients bénéficiaient aussi d'une rééducation fonctionnelle. [77]

Assis a voulu évaluer les effets cliniques de l'exercice associé au laser sur l'arthrose du genou chez des rats. Cette étude a pu mettre en évidence le fait que ces deux thérapies associées étaient plus efficaces que le laser seul ou l'exercice seul. D'après l'auteur, ces données mettent en évidence le potentiel de ces deux thérapies sur la prise en charge de l'arthrose du genou. D'autres études sont à prévoir afin de mieux comprendre l'interaction de ces deux approches et ainsi mettre au point un protocole idéal. [7]

Ainsi, plusieurs études cliniques se contredisent chez l'homme mais aussi certainement chez l'animal. De plus, il n'est pas facile d'évaluer complètement l'efficacité du laser dans la prise en charge de l'arthrose car celui-ci est souvent utilisé en parallèle avec une autre approche (le plus souvent la rééducation fonctionnelle). Par ailleurs, des études cliniques réalisées sur des coudes arthrosiques de chiens seraient à prévoir afin de démontrer une réelle efficacité du laser sur cette articulation.

Il faut savoir qu'il existe des contre-indications à la thérapie au laser incluant l'exposition des yeux et des testicules, la prise médicamenteuse de molécules photosensibles, l'épiphysite, les mélanomes ou sarcoïdes et la présence de saignements incontrôlés. La cortisone et la prednisone sont des molécules photosensibles. Une prise en charge au laser est donc fortement déconseillée en même temps que la prise d'AIS en cas d'arthrose. [67]

c/ Les ultrasons

L'application d'ultrasons (US) permet d'augmenter l'extension des tissus mous et peut être efficace dans la prise en charge des contractures secondaires à un raccourcissement du tissu conjonctif. Très peu d'études ont été réalisées chez le chien et la prise en charge de l'arthrose par les US. Une étude réalisée par Falconer a eu pour but de démontrer l'efficacité de cette technique sur le soulagement de la rigidité et de la douleur chez des patients humains souffrant d'arthrose et de contracture chronique du genou. Il n'y a pas eu de différence significative concernant les résultats cliniques entre les patients traités par US et ceux non traités. Dans cette étude, les US ne semblaient donc pas avoir démontré une grande efficacité. [48]

Une autre étude a permis d'investiguer l'efficacité des US en continu et de manière pulsée sur des genoux arthrosiques chez 90 patients humains âgés de 40 à 65 ans. Les auteurs ont conclu que les améliorations significatives en termes de douleur, fonction et qualité de vie ont été notées dans les deux cas. Aucune différence significative n'a été relevée en termes d'efficacité entre les deux modes d'administration. Cependant, ces résultats sont nuancés par une autre étude menée par Huang sur des genoux arthrosiques humains. Il a pu mettre en évidence une différence significative entre l'administration d'US en continue et pulsée. Cette dernière a semblé plus bénéfique. [73]

Lors d'administration continue, les effets thermiques sont prédominants. Ces effets se traduisent par une augmentation du flux sanguin, l'augmentation de la perméabilité des capillaires, du métabolisme tissulaire et l'extension du tissu fibreux, le relâchement musculaire et l'augmentation du seuil de douleur. Lors d'une application pulsée, la chaleur qui est appliquée au sein des tissus lors du premier stimulus disparaît jusqu'à l'apparition du second stimulus. L'effet mécanique et la pénétration en profondeur du tissu procure un micro massage et le degré de chaleur au sein du tissu ne change pas. L'administration pulsée est préférée en cas de douleur aiguë. Les effets non thermiques incluent l'augmentation de l'activité chimique et la modification de la perméabilité des membranes cellulaires. Tout ceci procure un effet analgésique. [118] [133] [80]

Tout comme le laser, la prise en charge de l'arthrose par les US semble être à nuancer car différentes études se contredisent. Néanmoins, il semblerait que les US peuvent être utilisés sans danger. D'autres études sont nécessaires afin d'évaluer sur le long terme l'efficacité de cette technique. Il serait également intéressant d'effectuer une recherche sur une population de chiens atteints d'arthrose du coude afin de vérifier si ces résultats sont aussi valables dans cette espèce. [81]

5/ TRAITEMENTS INTRA-ARTICULAIRES

a/ Injection intra articulaire d'acide hyaluronique (AH): la viscosupplémentation.

L'arthrose est caractérisée par une diminution de la concentration et du poids moléculaire de l'AH au sein de la matrice articulaire. Ceci peut amener à des signes de douleur et de perte de fonction du membre. L'injection intra articulaire d'AH peut restaurer sa concentration et son poids moléculaire dans la matrice permettant ainsi une réduction de la douleur et une amélioration de la fonction.

L'AH est, en effet, un composant moléculaire important de la matrice articulaire qui agit en tant que lubrifiant lorsque les mouvements sont lents et en tant qu'absorbant de chocs lorsque les mouvements sont rapides. Lorsque cette molécule vient à faire défaut (en cas d'arthrose), la stabilité articulaire est réduite durant l'appui et une douleur et une diminution de fonction du membre s'ensuivent. La supplémentation d'une articulation arthrosique par de l'AH exogène peut restaurer l'environnement articulaire et améliorer la fonction et réduire la douleur du membre.

L'AH est responsable des propriétés viscoélastiques du liquide synovial. Il enrobe la surface du cartilage articulaire et partage l'espace profond du cartilage entre les fibrilles de collagène et les prostaglandines sulfatées. De ce fait, l'AH protège le cartilage et limite la perte de prostaglandines de la matrice cartilagineuse vers le liquide synovial. De manière similaire, il peut aussi aider à prévenir l'invasion des cellules inflammatoires dans l'espace articulaire. Lors d'arthrose, la concentration d'AH, de glycosaminoglycane et de sulfates de kératine dans le liquide synovial sont plus faibles que dans un liquide normal.

Une expérience réalisée sur des cellules synoviales de lapin a montré que les cytokines pro inflammatoires IL-1 et TNF alpha stimulaient l'expression de la AH synthétase. Ceci peut contribuer à la fragmentation de l'AH lors d'inflammation. [129] Le soulagement de la douleur lors d'arthrose avec des injections intra articulaires d'AH peut s'expliquer par ses effets sur les impulsions nerveuses et la sensibilité nerveuse. L'inflammation articulaire influence l'excitabilité de la nociception des nerfs articulaires. Une étude a montré que les impulsions nerveuses provoquées par le mouvement de genoux humains enflammés étaient significativement diminuées après injection d'AH d'environ 60 % par rapport au groupe contrôle. [65] Enfin, cette molécule a un effet direct ou indirect sur la substance P qui peut être impliquée dans la douleur. Comme la substance P interagit avec des acides aminés, des prostaglandines et le NO, les effets de l'AH sur ces facteurs peut indirectement affecter la pharmacologie de la substance P.

Par ailleurs, des données histologiques ont pu montrer les effets protecteurs de l'AH sur le cartilage dans divers modèles expérimentaux animaux. Il a été montré sur un modèle canin que l'injection d'AH permettait de réduire la sévérité de la maladie (arthrose du genou) lorsque les animaux étaient traités deux mois après la chirurgie. [91] Lorsque l'AH a été administré à trois, six ou 12 semaines après une résection du ligament croisé antérieur chez des chiens (modèle d'arthrose POND-NUKI), le cartilage était lisse et ne présentait pas de fissures ou de craquements comme observé chez les animaux ayant reçu un placebo. [141] Une autre étude utilisant le modèle POND-NUKI a montré que le traitement par injection intra articulaire d'AH réduisait de manière significative la progression de l'arthrose par comparaison au groupe contrôle. [122]

Plusieurs études cliniques ont été réalisées afin d'étudier l'efficacité de l'injection d'AH chez différentes espèces. Song et Chang ont rapporté que des injections intra articulaires d'AH ou de

triamcinolone étaient toutes les deux efficaces dans la prise en charge de l'arthrose du genou chez l'humain sans différence significative dans les résultats. (Song et Chang, 2004). D'un autre côté, une étude expérimentale menée sur des lapins a montré que sur le long terme, l'AH était plus efficace que la cortisone dans la cicatrisation cartilagineuse arthrosique. (Karakok *et al.*, 2001) De plus, une combinaison de cortisone et d'AH était plus efficace dans le traitement de la dégénérescence cartilagineuse sur des modèles d'arthrose de lapin que l'AH seul. (Karakurum *et al.*, 2003) Les injections d'AH semblent aussi présenter des effets plus durables dans le temps que les AIS. (Bannuru *et al.*, 2009).

Il semblerait également que la forme hydrogel d'AH permette une rémanence plus longue et soit caractérisée par des propriétés plus importantes de viscoélasticité. (Oh *et al.*, 2008) Une étude menée par Ianitti a permis de montrer l'efficacité de l'injection d'AH sous forme d'hydrogel dans des articulations arthrosiques de lapin. La combinaison d'AH avec de la ropivacaine et de la triamcinolone a été comparée avec l'AH seul car au sein d'articulations inflammées présentant de l'effusion synoviale, un soulagement immédiat de la douleur permis par une anesthésie locale et une injection d'AIS aide à recouvrir une fonction articulaire acceptable. D'après les auteurs, l'ajout d'AH peut aider à contrer l'inflammation et contrôler une future atteinte cartilagineuse à moyen et long terme. Ici, aucun avantage important n'a pu ressortir suite à l'injection d'AH seul. [75]

Une autre étude clinique ([109]) a eu pour but de déterminer l'impact des injections de hyaluronate de sodium (HN) (sel sodique d'AH) par comparaison à la prise per os d'AINS sur la douleur et la rigidité d'articulations atteintes d'arthrose. La cohorte a comporté 120 patients humains âgés en moyenne de 67 ans présentant une arthrose unilatérale du genou. L'injection intra articulaire d'HN semblait créer un effet de soulagement de la douleur au repos, tout autant que les AINS. Cependant, l'HN semblait être plus efficace dans la prise en charge de la douleur lors des activités que les AINS seuls. Cette étude a permis de supporter l'utilisation des injections intra articulaires d'AH dans la prise en charge de l'arthrose. De plus, la fonction du membre a pu être améliorée. En outre, les effets de l'HN semblent s'améliorer avec le temps contrairement aux AINS qui n'ont pas montré d'amélioration entre la semaine 4 et la semaine 12. Les auteurs expliquent que la littérature manque d'investigations comparant l'AH accompagné d'un placebo avec d'autres thérapies standards de l'arthrose. [109]

Dans l'espèce équine, les injections intra articulaires d'AH associée à de la triamcinolone (AIS) sont souvent utilisées afin de prendre en charge l'arthrose. Une étude clinique comparant les efficacités des injections intra articulaires d'AH sous forme d'hydrogel associé à de la triamcinolone (TA+AH) et de triamcinolone seule (TA) chez 80 chevaux souffrant d'arthrose et de synovite a permis de conclure que la combinaison d'AH et de triamcinolone était associée à un taux de succès moins important sur le court terme mais à un taux similaire sur moyen terme par rapport à des injections de triamcinolone seule. Il reste à déterminer si ces données sont aussi valables chez le chien. [41]

Il faut noter que dans chacune de ces études, aucun effet secondaire n'a été mis en évidence.

b/ Injection intra articulaire de corticoïdes (Anti-Inflammatoires Stéroïdiens ou AIS)

Les glucocorticoïdes sont des agents anti-inflammatoires avec un mécanisme d'action différent de celui des AINS. Ce sont des agents liposolubles, ils diffusent donc bien au sein des membranes cellulaires. Ils se lient au noyau et induisent la production de lipocortine. Celle-ci possède un effet anti-inflammatoire en inhibant la phospholipase A2 et en prévenant la production de prostaglandines et de leucotriènes. Il a aussi été suggéré que les corticostéroïdes sont des bloqueurs sélectifs de COX II. [23]

Une revue menée par Vandeweerd a relevé 35 études expérimentales in vivo réalisées entre 1965 et 2014 permettant d'évaluer et d'expliquer les effets des AIS sur des cartilages normaux, ou arthrosiques. Chez le chien, quatre études ont été retenues et ont permis de conclure qu'il existait un effet bénéfique de l'administration intra articulaire d'acétate de méthylprednisolone et d'hexacétonide de triamcinolone. [135]

Une autre étude clinique menée par Jorgensen a eu pour but d'évaluer les effets d'injection intra articulaire d'AIS et de lidocaïne sur la douleur au sein de 25 genoux humains arthrosiques. Il en a conclu qu'une anesthésie articulaire combinée à des AIS amenait à une réduction immédiate de la douleur au niveau de l'articulation mais aussi au niveau des muscles environnants durant au minimum deux semaines. [75]

Une étude clinique menée par Franklin a permis de comparer les résultats après injection intra articulaire d'acide hyaluronique et de méthylprednisolone (AH+S) et de plasma autologue conditionné (ACP, Arthrex) chez des chiens souffrant d'arthrose bilatérale du coude secondaire à une dysplasie. Chaque groupe comportait cinq chiens et les animaux étaient tous âgés de plus d'un an. La boiterie des patients a été graduée avant et 6 mois après l'unique injection (d'ACP ou de AH+S). Les propriétaires ne savaient pas quel traitement avait été administré à leur animal et sont revenus à un, six, 12 et 24 mois après l'injection. Les degrés de boiterie avant les injections n'étaient pas différents entre les deux groupes. Pour les deux groupes, une différence significative était mise en évidence entre les grades avant et après injection. Cependant, aucune différence significative n'a été démontrée entre les grades des deux groupes après les injections. Les propriétaires ont tous noté une amélioration de l'activité, de la boiterie et de la douleur de leur animal. Ces données ont donc permis de suggérer que les deux traitements présentent des bénéfices chez des chiens souffrant d'arthrose bilatérale du coude secondaire à une dysplasie. [61]

Il est important de souligner qu'aucun effet secondaire n'a été rapporté. De plus, les auteurs recommandent la triamcinolone en tant qu'AIS lors d'injection intra articulaire. Une précédente étude réalisée chez l'humain a, en effet, démontré la supériorité du traitement à base de triamcinolone par rapport aux autres AIS. [61]

Cette étude a permis de montrer que l'utilisation de AH+S ou d'ACP en intra articulaire seuls ou en combinaison avec une autre prise en charge chirurgicale ou non peut être efficace lors d'arthrose du coude chez des patients ne tolérant pas d'autres médicaments tels que les AINS. [61]

Il faut noter que beaucoup de lacunes ont pu être identifiées parmi les études expérimentales rapportées par Vandeweerd telles que le manque de données pharmacocinétiques et pharmacodynamiques ainsi que la grande variation de doses entre les différentes études. Les critères limités de sélection et le manque de statistiques ont aussi été des limites importantes. D'autres études

plus poussées sont nécessaires afin d'expliquer et interpréter le rôle de l'injection intra articulaire d' AIS dans la prise en charge de l'arthrose. [135]

De plus, l'étude de Jorgensen n'a pas fait intervenir de groupe témoin, cela a pu entraîner un biais dans les données. [75]

Enfin, l'étude de Franklin a aussi comporté plusieurs limites telles que l'absence d'un groupe contrôle. De plus, l'utilisation d'autres modalités de traitements tels que les AINS en parallèle des injections peut avoir affecté les résultats et masqué la capacité à observer une différence entre les deux groupes. Idéalement, cette étude pourrait être encore une fois réalisée avec des mesures objectives. [61]

Les AIS affectent la plupart des systèmes de l'organisme et présentent donc de multiples effets secondaires. Une étude a mis en évidence que l'administration intra articulaire de méthylprednisolone chez le cheval sans historique d'atteinte articulaire, a résulté en une détérioration de la fonction des chondrocytes. Les synthèses du protéoglycane et du collagène ont été inhibées sur une période de 16 semaines après une seule injection. [28] L'administration intra articulaire de corticoïdes est donc assez déconseillée. Les AIS peuvent toutefois jouer un rôle là où d'autres traitements ont échoué mais sur une courte période et si possible, de manière discontinue. [136]

c/ Thérapies cellulaires

Dans le cadre de la prise en charge de l'arthrose, il est nécessaire de recourir à des produits qui puissent présenter des effets positifs sur la douleur et ne soient pas contraignants. La thérapie cellulaire permet aux propriétaires d'éviter d'administrer quotidiennement un médicament ainsi qu'une régénération cellulaire et doit être investiguée en tant que solution thérapeutique.

1/ Le Plasma Enrichi en Plaquettes (Platelet Rich plasma ou PRP)

Le PRP est défini par l'American Red Cross comme étant un échantillon de plasma d'une concentration plaquettaire d'au moins deux fois plus élevée que le plasma de base ou contenant plus de 1.1×10^6 plaquettes/ μL . [97] Il existe une échelle de classification permettant de catégoriser les concentrés de plaquettes basée sur la concentration relative des plaquettes, des leucocytes et de la fibrine. Il est important de comprendre qu'il existe de nombreuses différences entre les types de concentrés de plaquettes utilisés.

Le fait que le PRP améliore la réparation du cartilage est basé sur le rôle physiologique des plaquettes lors de la cicatrisation. En réponse à l'atteinte des tissus, des caillots riches en plaquettes et en fibrine forment un échafaudage pour la guérison. Il y a plus de 1500 protéines au sein des plaquettes et parmi elles se trouvent les facteurs de croissance (FC) stockés dans les granules des plaquettes alpha et connus pour jouer un rôle important dans la cicatrisation. Ces FC incluent le PDGF (FC dérivés des plaquettes), VEGF (FC vasculaires endothéliaux), TGF bêta (FC issus des FC bêta transformés), FGF (FC issus des fibroblastes) et EGF (FC endothéliaux). [124] [111] [126]

À travers la modulation de la réponse inflammatoire, la promotion d'une angiogenèse locale, l'attraction locale de fibroblastes et de cellules souches sur le site affecté ainsi que l'induction d'une production de FC autocrine par les cellules adjacentes, les plaquettes et leurs produits permettent une instrumentalisation de la réparation et de la régénération du tissu.

Des recherches étudient la composition des PRP. Quatre types de ces produits sont possibles : forte ou faible teneur en leucocytes et présence ou non de fibrine. La présence de leucocytes peut amener à des effets délétères dont une inflammation et des effets bénéfiques tels que la capacité à

combattre l'infection. Le mécanisme spécifique de l'action du PRP n'est pas connu. Cette thérapie peut opérer à travers la délivrance de facteurs de croissance et ceux-ci sont des chémoattracteurs des cellules souches. Ceci permet alors une médiation de la réplication locale de cellules ainsi que leur différenciation et le largage de facteurs de croissance.

Le PRP est couramment préparé en médecine vétérinaire à l'aide du dispositif ARTHREX. À l'aide d'une double seringue ARTHREX, du sang est prélevé sur l'animal. Le prélèvement (toujours présent dans la double seringue contenant un anticoagulant) est ensuite centrifugé (1300 rpm pendant cinq minutes). Afin de récupérer le surnageant de la grande seringue externe pour la placer dans la petite seringue interne, il suffit de pousser lentement sur cette première tout en tirant doucement sur le plongeur de cette dernière. On peut ensuite la dévisser et y monter une aiguille. Le produit est ainsi prêt à être injecté au sein de l'articulation atteinte. [6]

L'injection intra articulaire de PRP est une technique relativement nouvelle. Dans une étude expérimentale, les chondrocytes et les cellules souches mésenchymateuses (CSMs) associés au PrP ont permis une augmentation de la prolifération cellulaire et de la synthèse de protéoglycanes et de collagène de type II au sein de la matrice cartilagineuse extracellulaire, par comparaison à un groupe contrôle. [1] [98] Les synoviocytes issus de patients humains atteints d'arthrose mis en culture avec du PrP ont montré une augmentation de la production d'AH ainsi que sa sécrétion. Ceci a permis de suggérer que le PrP pouvait potentiellement servir de source endogène de chondroprotection et de lubrification articulaire après une injection intra articulaire. [4] Dans un modèle de lapins présentant des défauts ostéochondraux du genou, on a injecté de façon intra articulaire du PRP associé à de l'acide polylactiqueglycolique (PLGA) ou du PLGA seul. Le groupe ayant reçu le PRP a montré une meilleure régénération cartilagineuse ainsi qu'une augmentation de la production de glycosaminoglycanes dans la matrice extracellulaire. [128]

Une étude clinique a cherché à comparer les injections de PRP et d'AH dans la prise en charge de l'arthrose du genou dans une cohorte de 30 patients humains. La douleur a plus diminué dans le groupe PRP que dans le groupe AH. De plus, les améliorations de la fonction physique n'ont été observées que parmi le groupe PRP. [117]

Kon a traité 115 genoux de patients humains par injections intra articulaires de PrP administrées tous les 21 jours. Une amélioration fonctionnelle importante a été mise en évidence à la fin du traitement et à six et 12 mois après. L'auteur en a donc conclu que le traitement de l'arthrose par injection intra articulaire de PRP est sans danger et efficace dans la réduction de la douleur, l'amélioration de la fonction du membre et de la qualité de vie des patients. [84] [58]

Une étude a aussi été menée sur des modèles canins. Fahie a voulu, en effet, déterminer l'efficacité d'une seule injection intra articulaire de concentré de plaquettes autologues dans le cadre de la prise en charge de l'arthrose chez des chiens. Les auteurs ont plus spécialement souhaité déterminer si cela pouvait provoquer une amélioration de la boiterie ou de la douleur ou encore le report du poids sur le membre affecté, 12 semaines après l'injection unique. Vingt cas ont été étudiés (dont cinq sur des coudes). Chaque chien a été assigné dans le groupe traitement (recevant alors l'injection de PRP) ou dans le groupe témoin (recevant une solution saline). La sévérité de la boiterie et de la douleur a été évaluée subjectivement par les propriétaires. La force verticale maximale a aussi été déterminée. [47]

Aucune complication n'a été rapportée dans cette étude.

À la douzième semaine, pour tous les chiens, les scores radiographiques de l'arthrose étaient les mêmes qu'au moment de l'injection. Les examens subjectifs de la boiterie et de la démarche sur les chiens du groupe contrôle n'ont pas présenté de différence significative entre la semaine 0 et la

semaine 12. En revanche, pour les chiens traités, la boiterie et la douleur se sont améliorées de façon significative chez tous les chiens. La PVF chez les chiens contrôles n'a montré aucune différence entre la semaine 0 et la semaine 12. Cependant, chez les chiens traités, la PVF était significativement améliorée. Chez tous les chiens, la vélocité de la démarche n'a pas montré de différence significative entre la semaine 0 et la semaine 12. Chez cinq chiens contrôles, une injection de PRP a été réalisée à la semaine 12 et la PVF a montré une amélioration significative 12 semaines plus tard. Les résultats de cette étude ont ainsi pu montrer que chez les chiens souffrant d'arthrose d'une seule articulation, l'injection de PRP résulte en une certaine amélioration à 12 semaines (avec des mesures objectives et subjectives). C'est donc une option thérapeutique alternative.

Il existe une gamme non négligeable d'options pour la prise en charge de l'arthrose chez le chien. Plusieurs études ont montré que ce sont des options acceptables cependant, elles ne permettent pas de tirer une conclusion valable par manque de données. Ici, la mesure objective de la PVF a montré qu'à 12 semaines, l'importance de l'amélioration fonctionnelle est comparable à celle obtenue lors d'un traitement à base d'AINS. [5] [47]

Les méthodes mini-invasives pour le traitement de l'arthrose chez le chien sont appréciées autant chez le propriétaire que chez le vétérinaire par comparaison aux méthodes de remplacement de l'articulation. Bien que cette étude ait mis en évidence des effets positifs au bout de 12 semaines, il reste à étudier la dose optimale, la fréquence des injections et la durée de l'effet. [47]

2/ Les Cellules Souches Mésoenchymateuses (CSMs)

Les CSMs sont des cellules souches multipotentes qui peuvent être isolées à partir de différents tissus (tissu adipeux, poumon, liquide amniotique, muscle squelettique, moelle osseuse). Les BM-CSMs (CSMs de la moelle osseuse) et AD-CSMs (CSMs du tissu adipeux) sont les plus caractérisées et sont assez comparables. Elles peuvent se différencier en lignées cellulaires adipeuses, osseuse et chondrale. Il faut savoir que les CSMs se divisent en deux catégories : les CSMs autologues et les CSMs allogéniques.

Un traitement autologue signifie que les CSMs sont cultivées à partir d'un tissu prélevé chez le patient souffrant d'arthrose. Après culture, les CSMs récoltées sont injectées au sein de l'articulation atteinte sur ce même patient. Il existe deux méthodes différentes d'extraction des CSMs autologues. La première se repose sur une mise en culture et de prélèvements de moelle osseuse ou de tissu adipeux. La deuxième fait intervenir l'extraction extemporanée de la moelle osseuse avec obtention, d'un concentré de cellules mixées provenant de la moelle ou du tissu adipeux. Les cellules souches embryonnaires, les cellules souches pluripotentes induites et les cellules dérivées de la voie sanguine sont en cours d'exploration mais ne sont toujours pas appliquées en clinique à l'heure actuelle.

Les BM-CSMs ont l'avantage d'être obtenues de manière simple et non invasive et ont la capacité de se différencier en tissus types du système musculosquelettique. De plus, elles sont les plus caractérisées. Le désavantage est que la culture prend du temps (entre trois et six semaines entre le prélèvement et le traitement). Les cellules sont prélevées à partir de la moelle de l'ilium, de l'humérus proximal, du fémur proximal ou du tuber coxae chez le chien. Les AD-CSMs peuvent également être extraites par culture cellulaire, mais elle peuvent aussi être extraites du patient et réinjectées à l'endroit voulu sans culture préalable. [57]

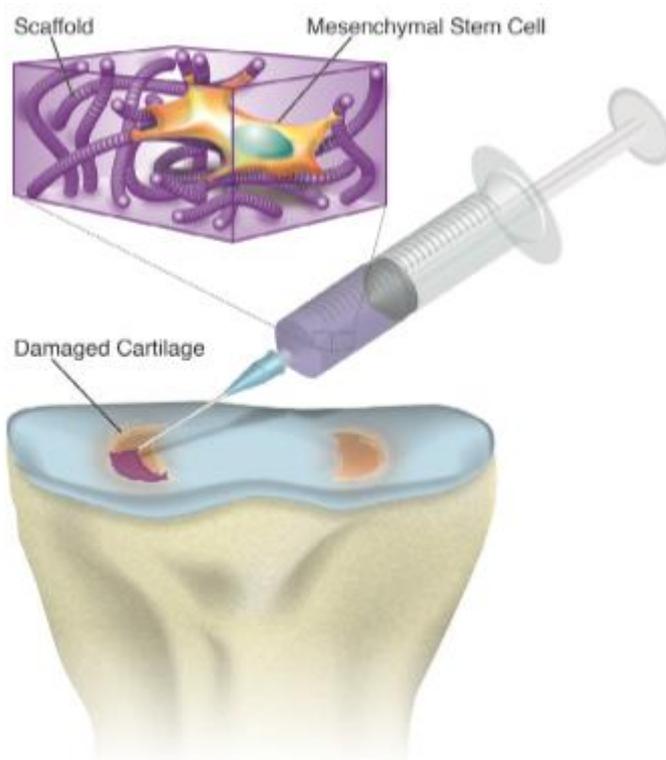
Une aspiration de cellules de moelle concentrées signifie que les CSMs sont plus concentrées que lors d'une aspiration de moelle naïve. Ceci diminue le temps entre l'aspiration et la mise en place du traitement. En plus de la concentration en CSMs, les concentrations en plaquettes et en facteurs de croissance sont aussi augmentées. Lorsqu'elle est combinée à la thrombine, le fibrinogène présent

dans la moelle est converti en fibrine et permet de retenir les cellules et les facteurs de croissance à un emplacement donné.

L'utilisation thérapeutique des CSMs en médecine vétérinaire est encore dans ses étapes préliminaires. L'administration de BM-CSMs et d'AD-CSMs dans le traitement des affections musculosquelettiques est souvent effectuée dans plusieurs espèces alors que l'efficacité des différentes approches est toujours en voie d'investigation. [57] . Il semble que l'efficacité thérapeutique des CSMs relève essentiellement de leur effet paracrine et moins de leur différenciation.

La figure 33 présente de manière schématique, l'administration des CSMs au sein d'une articulation.

Figure 33 Illustration schématique de l'utilisation des CSMs, [143]



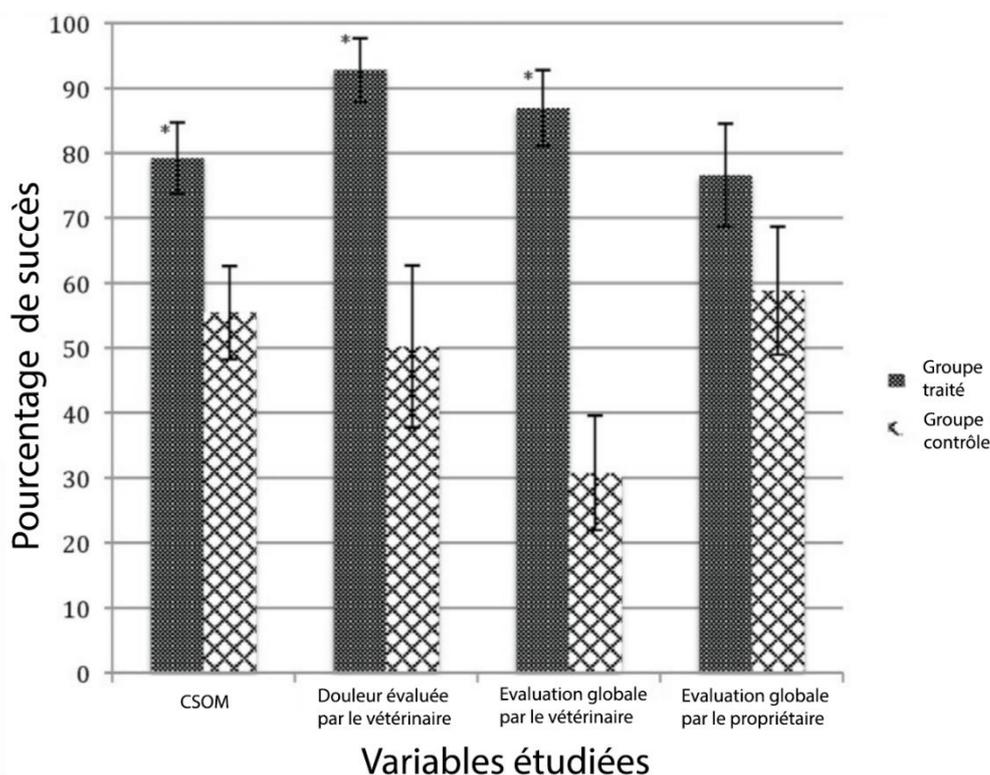
La thérapie allogénique fait intervenir un chien donneur. Les CSMs sont, en effet, cultivées à partir d'un tissu prélevé sur le donneur. Une banque de CSMs est alors disponible et les cellules peuvent être rapidement injectées sur un autre animal souffrant d'arthrose. La thérapie cellulaire autologue est couramment utilisée dans le domaine vétérinaire mais elle présente des inconvénients qui en limitent l'utilisation : (i) la nécessité de disposer de kits spécifiques pour les techniques basées sur l'extraction extemporanée des CSMs ; le délai nécessaire à l'obtention par culture des CSMs et la nécessité d'effectuer deux anesthésies (la première pour le prélèvement, la seconde pour le traitement ; (iii) la nécessité pour certaines techniques (extraction de CSMs d'origine adipeuse) d'un abord chirurgical . Les CSMs allogéniques présentent ainsi un coût plus faible et un accès plus facile.

Des études expérimentales sur des lapins ont montré que les CSMs injectées seules en intra articulaire ne se greffent pas au cartilage. Cependant, lorsqu'elles sont injectées avec des molécules pro-chondrogènes telles que l'AH, la greffe se réalise et la réparation cartilagineuse peut avoir lieu. L'AH est un composant important de la matrice extra cellulaire du cartilage et il a été démontré qu'il encourage la différenciation des CSMs en chondrocytes et inhibe l'expression des facteurs qui dégradent la matrice cartilagineuse. (Grigolo *et al.*, 2009). [143]

Une étude clinique a permis d'évaluer l'efficacité des injections intra articulaires de CSMs allogéniques issus de tissu adipeux dans la prise en charge de l'arthrose chez 74 chiens âgés d'au moins 9 mois. Les injections ont été faites dans des hanches, des coudes, des grassetts ou des épaules. Les mesures réalisées ont été : l'aisance des chiens lors des activités mesurée par les propriétaires par un score CSOM, l'évaluation de la douleur lors de la manipulation par le vétérinaire, l'évaluation globale par le vétérinaire et le propriétaire. Elles ont été réalisées avant le traitement et à différents moments jusqu'à 60 jours. Les chiens ont été séparés en deux groupes. Le groupe A a reçu une injection intra articulaire d'AD-CSMs et le groupe B une solution saline (placebo). Ces injections ont toutes été faites à l'aveugle. Les AD-CSMs ont été réalisées à partir de tissu adipeux collecté sur un seul chien donneur.

Les résultats sont présentés dans la figure 34.

Figure 34 Résultats observés après l'injection intra articulaire d'AD-CSMs et d'un placebo à 60 jours post-injection (Harman, 2016)



L'appréciation clinique des propriétaires était statistiquement meilleure dans le groupe A que dans le groupe B. De plus, l'estimation de la douleur par un vétérinaire et l'appréciation du vétérinaire étaient aussi statistiquement meilleurs dans le groupe A que dans le groupe B. Dans cette étude, la mesure de l'évaluation globale de la part des propriétaires n'a pas montré de différence significative entre les deux groupes après le traitement. L'évaluation globale et la qualité de vie sont difficiles à

mesurer en médecine vétérinaire, ce sont des valeurs subjectives. Dans cette étude, il y a eu un effet placebo dans la prise des mesures. Son importance a été, ici, similaire à celle observée dans d'autres études. Une autre limite importante est le fait que certains chiens se sont vus administrer deux injections du fait de l'atteinte de deux articulations différentes. Il aurait été plus facile d'évaluer tous les chiens sur une seule articulation. Cela a pu fausser les mesures. [125]

Cette étude a permis de montrer que la dose d'AD-CSMs injectée en intra articulaire était significativement plus efficace dans la régression des signes cliniques de l'arthrose de différentes articulations chez le chien (dont celle du coude secondaire à une dysplasie) que l'injection d'un placebo. De plus, une injection unique n'a pas semblé entraîner d'effets secondaires notables sur une période de 60 jours. La thérapie cellulaire à base de CSMs semble donc être bien tolérée. [69]

Quinze évènements indésirables ont été observés dans l'étude d'Harman : six dans le groupe A et neuf dans le groupe B. Ils sont présentés dans le tableau 22.

Tableau 22. Fréquence de survenue d'évènements indésirables après l'injection intra articulaire d'AD-CSMs ou de solution saline (Harman, 2016)

Evènements indésirables	Groupe traité	Groupe placebo
Lipome	2%	4%
Douleur articulaire	0%	6%
Signes neurologiques	2%	2%
Agressivité	4%	0%
Infection bactérienne dermatologique	2%	0%
Perte de poids	2%	0%
Glaucome	0%	2%
Infection respiratoire	0%	2%
Vomissements	0%	2%
Total	12%	18%

Ces effets ne sont sans doute pas tous imputables à l'injection. Un chien présentait déjà une myélopathie dégénérative. Un autre animal a développé une infection respiratoire 30 jours après le traitement. Les douleurs articulaires observées parmi le groupe témoin se sont résolues au bout de 10 jours. Un chien a aussi développé une paralysie nerveuse de la face, observée le dernier jour de l'étude. Aucune différence significative n'a été montrée dans l'occurrence d'effets indésirables entre les deux groupes. De plus, même si la cohorte est petite, il y a eu moins d'effets indésirables parmi le groupe A que parmi le groupe B. Les effets observés dans le tableau sont, pour la plupart, des atteintes du chien âgé. Or, la population de chiens souffrant d'arthrose tend à être plutôt âgée. Il faut noter qu'ici, il n'y a eu l'injection que d'une seule dose. Il serait intéressant d'étudier les effets d'injections multiples. [69]

Une autre étude clinique ([68]) a été menée afin de déterminer si l'administration d'AD-CSMs autologues pouvaient constituer une alternative aux AINS dans la prise en charge de l'arthrose du coude. Des AD-CSMs ont été administrées sur quatre chiens qui souffraient d'arthrose du coude. Des études ont montré que les AINS n'annulent pas complètement la douleur et les thérapies cellulaires peuvent procurer une alternative. (Vasseur *et al.*, 1995 ; Johnson et Budberg, 1997). Celles-ci ne se reposent pas sur un seul récepteur cible. Elles jouent sur une fonction trophique en

recrutant des cellules endogènes au site atteint. Les quatre chiens inclus dans l'étude de Guercio ont été traités au préalable par des AINS mais n'ont pas répondu au traitement. Avant l'implantation, les AD-CSMs ont été isolées, amplifiées et caractérisées. Les cellules ont été inoculées chez les chiens avec boiterie avec du PrP ou de l'AH. Les AD-CSMs ont été obtenues à partir de graisse viscérale, inguinale ou sous-cutanée de chaque chien (implantation autologue).

Pendant la première semaine de traitement, les chiens sont restés au repos strict. Après une semaine, chaque animal a été examiné. Les résultats cliniques après la thérapie se sont améliorés. Après un mois, tous les chiens, avec PrP ou AH, ont montré l'amélioration de la boiterie au trot et de la douleur lors de la manipulation de l'articulation.

D'autres études ont montré que l'arthrose du coude chez le chien s'améliore avec le temps, probablement du fait de la mobilisation des CSMs de l'hôte en réponse à l'inflammation (Karp et Leng Teo, 2009) en libérant des cytokines et des facteurs de croissance qui peuvent stimuler le rétablissement (Caplan et Dennis, 2006 ; Gimble *et al.*, 2007 ; Ortiz *et al.*, 2007). Les AD-CSMs, en particulier, réparent les tissus par de multiples interactions qui incluent la sécrétion de facteurs paracrines qui améliorent la régénération des cellules atteintes, la stimulation et la différenciation des cellules souches trouvées dans la plupart des tissus afin de diminuer les réactions inflammatoires. En considérant que l'arthrose soit associée avec la perte de l'homéostasie au sein de l'articulation, une réponse de réparation insuffisante qui résulte d'une réduction du nombre de cellules et la perte de stabilité phénotypique est une contribution importante pour la progression de la maladie. Les chiens traités par l'administration d'AD-CSMs au sein de leur articulation huméro-radiale ont présenté une amélioration significative en comparaison aux traitements médicamenteux.

L'étude de Guercio a montré que la thérapie cellulaire a un fort potentiel pour l'utilisation clinique du traitement de la boiterie associée à l'arthrose du coude chez le chien en permettant une isolation et une différenciation appropriée en types cellulaires spécifiques. Il faut noter que c'est le meilleur traitement pour débiter avant que l'atteinte ne soit trop importante. [68]

Black a aussi réalisé une étude sur 14 chiens afin d'évaluer l'efficacité de cette thérapie au sein du coude canin et de déterminer les effets durables sur l'articulation. Un suivi a été réalisé sur 180 jours après le traitement et tous les chiens ont présenté une amélioration clinique significative. [14]

Les données issues d'études sur les CSMs sont encourageantes. Il est encore trop tôt pour être vraiment confiant dans les promesses considérables de ces cellules. Les CSMs issues du placenta, de la moelle osseuse et du tissu adipeux sont sans danger après leur injection. Il existe une légère différence entre les CSMs autologues et allogéniques (pic d'inflammation plus important à 24 heures après l'injection pour les CSMs allogéniques (Pigott *et al.*, 2013)) Ceci permet de suggérer qu'elles délivrent une charge utile de cytokines qui présentent des effets immunomodulateurs ainsi que d'autres influences sur la régénération des tissus endogènes. Elles migrent vers les sites enflammés et ont des effets anti-inflammatoires. De plus, il existe un véritable manque d'informations concernant leur mécanisme d'action ce qui est un handicap pour d'éventuelles modifications stratégiques cliniques qui pourraient améliorer leurs actions. Néanmoins, les bénéfices cliniques ont été observés dans de nombreuses études. La contribution des CSMs issues de la moelle osseuse dans la réparation osseuse et cartilagineuse et la réduction de l'arthrose est impressionnante. Il est, en outre, trop tôt pour affirmer si les CSMs issues de cellules placentaires joueront un rôle déterminant dans la médecine vétérinaire. Des études sont en cours. [132]

L'utilisation de cellules souches mésenchymateuses et régénératives collectées à partir de moelle osseuse ou de graisse est assez populaire dans la prise en charge de l'arthrose. Ce traitement est plus invasif et coûteux que les médicaments par voie orale ou les nutraceutiques mais il est efficace sur des cas qui ne répondent pas aux autres traitements de l'arthrose chronique. Le rôle thérapeutique des CSMs n'est pas complètement maîtrisé. On ne sait pas si elles fonctionnent une fois différenciées

dans un tissu spécifique ou si elles améliorent au préalable la réparation du tissu par l'intermédiaire de sécrétions d'immunomodulateurs et de facteurs trophiques bioactifs ou encore si une combinaison de ces deux facteurs est réalisée. Du fait de leur capacité chondrogénique, anti-inflammatoire et sans effet de tumeur, les CSMs sont intéressantes pour la thérapie cellulaire dont le but est de réparer le cartilage. Bien que l'injection de suspension de CSMs au sein de l'articulation semble retarder l'arthrose, du moins sur le court terme, il est nécessaire de faciliter la greffe de ce nouveau cartilage afin d'assurer une bonne réparation. Celle-ci est faite avec l'incorporation de PrP ou de chondrocytes. [143]

La médecine vétérinaire dispose de nombreux traitements conservateurs de l'arthrose. Ils ont tous montré des résultats prometteurs associés ou non à des complications à travers différentes études menées ces dernières années. Cependant, peu d'entre elles se sont consacrées à ce sujet sur l'atteinte du coude dans l'espèce canine. Il serait intéressant de mener d'autres investigations concernant les traitements conservateurs du coude arthrosique chez le chien afin de pouvoir extrapoler les données à cette espèce.

D/ Tableau récapitulatif

Techniques chirurgicales	Indications	Complications majeures	Complications mineures	Incidents per opératoires	Durée d'amélioration de la boiterie	Fonction acceptable du membre	Fonction intermittente	Fonction inacceptable	Absence de boiterie	Boiterie intermittente	Boiterie permanente	Aggravation de la boiterie	Références
Arthroscopie	Chien de moins d'un an / OCD focale	4,8 %	10,7 %	17,1 %					60,1 %	29,4 %	10,5 %	2,9 %	Perry (2013) Meyer Lindenberg (2003, 2013)
Arthrotomie	Chien de moins d'un an / OCD focale. Méthode peu indiquée				21 mois				42,4 %	29,3 %	28,3 %	5,2 %	Meyer Lindenberg (2003, 2013)
SCO	OCD / FPCM + lésions focales en miroir / conflit huméro-ulnaire / condyle huméral médial intact		8,2 %	0,22 %	2 semaines	62,7 %			94,9 %		5,1 %	0 %	Fitzpatrick (2009, 2011)
PUO classique	Chien en fin de croissance / incongruence	1,5 %	14,6 %			94 %			91,9 %		8,1 %		Bardet (1996), Ness (1998)
PUO par fixation par plaque	sévère avec ulna court / OCD / lésions cartilagineuses profondes / atteinte de la face médiale du condyle huméral médial	0,2 %			6-8 semaines				100 %		0 %		Coggeshall (2013)
BODPUO	Chien en fin de croissance / incongruence sévère avec ulna court / OCD / lésions cartilagineuses profondes / atteinte de la face médiale du condyle huméral médial	0%	24,20%	0,00%	6 mois	71%						7%	Caron (2016)
PAUL	Chien en fin de croissance / incongruence sévère avec ulna court / OCD / lésions cartilagineuses profondes / atteinte de la face médiale du condyle huméral médial	15%	9,50%	0%	9 mois	37%	42%	21%				5,20%	Vezzoni (2012), Pfeil (2012)
SHO	Jeunes chiens / FPCM + lésions étendues en miroir / compartiment latéral intact / déficits ostéochondraux profonds / échec d'autres traitements chirurgicaux	6,8 %	8,5 % *		12-26 semaines	100 %			73,6 %				Fitzpatrick (2009, 2013)
BURP	Incongruence / FPCM + lésions focales en miroir / instabilité rotationnelle avec force de charge excessive en supination / atteinte sous chondrale de la région de l'incisure radiale sans fragmentation / stade précoce de la maladie	0 %	0 %	0 %	Résolution moyenne : 6,8 semaines (BURP unilatérale), 8,5 semaines (BURP bilatérale)				100 %				Fitzpatrick (2010)
		0 %	0 %	0 %	Résolution moyenne : 10,4 semaines								

OAT	OCD étendue		12 % (site receveur) 8 % (site donneur)	3 %	6,9 semaines pour 83,9 % des chiens	61,5 %	19,2 %	19,2 %	83,9 %				Fitzpatrick (2009)
OAT + PUO	OCD étendue avec MCM		12 % (site receveur) 8 % (site donneur)	3 %	8,7 semaines	100 %	0 %	0 %					
TEA	Arthrose totale ne répondant pas aux traitements conservateurs	13,5 %	13,5 %	10 %	16 semaines	80 %	0 %	20 %			8,5 %		Conzemius (2001, 2003)
TATE	Arthrose totale ne répondant pas aux traitements conservateurs	7,6 %	7,7 %	2,6 %	12 semaines								Dejardin (2016)
CUE	Atteinte d'un compartiment / FPCM + lésions étendues en miroir	9,9 %	31,6 %	4,5 %	6 mois	84,2 %		20,9 %					Cook (2015), Schulz (2011)
Arthrodèse	Non indiquée	16,6 %	16,6 %			77,7 %	22,2 %	0 %			100 %		De Haan (1996)

Traitements conservateurs	Indications	Complications majeures	Complications mineures	Incidents per opératoires	Durée d'amélioration de la boiterie	Fonction acceptable du membre	Fonction intermittente	Fonction inacceptable	Absence de boiterie	Boiterie intermittente	Boiterie permanente	Aggravation de la boiterie	Références
AH et collagène per os	Douleur arthrosique ne répondant pas aux AINS ou chez des animaux pour lesquels les AINS sont contre-indiqués	0%	0%	0%	12 mois	98,50%			0%			0%	Marti Angulo (2014)
AH + méthylprednisolone intra articulaires	Idem + incapacité de la part du propriétaire d'administrer un traitement per os à son animal	0%	0%	0%	6 mois	100 %						0 %	Franklin (2013)
PrP	Idem + arthrose peu avancée	0%	0%	0%	12 semaines	100%						0%	Fahie (2013)
CSMs autologues	Idem	0%	0%	0%	1 mois	100%						0%	Guercio (2012)

CONCLUSION

Plusieurs techniques chirurgicales ont été développées afin de proposer une prise en charge chirurgicale adaptée au contexte lésionnel et clinique individuel des chiens présentant une dysplasie du coude. Un diagnostic lésionnel reposant sur l'examen tomodensitométrique et l'arthroscopie ainsi que la prise en compte du handicap fonctionnel sont importants dans la prise de décision chirurgicale et dans l'établissement du pronostic fonctionnel. Le retrait du fragment sous arthroscopie ou la coronoïdectomie subtotala sont les options actuellement privilégiées chez le jeune et de fait les plus souvent réalisées. Ces techniques d'exérèse sont occasionnellement associées - en présence d'une incongruence majeure - à une ostectomie ulnaire. Il est important de comprendre que, quelle que soit la stratégie chirurgicale choisie, plus l'intervention chirurgicale est pratiquée tôt, moins les lésions chondrales sont importantes et meilleur sera le résultat fonctionnel. Il est donc important de diagnostiquer la dysplasie du coude avant que l'animal atteigne l'âge adulte ce qui sous-entend une vigilance particulière chez un sujet jeune, appartenant à une race à risque et présenté pour une boiterie d'un membre antérieur. L'intérêt du traitement arthroscopique et des chirurgie d'exérèse chez les sujets adultes présentés avec une arthrose sévère ont donné des résultats discutables. Chez ces sujets, un traitement conservateur, associant mesures hygiéniques, nutraceutiques, AINS et le cas échéant la thérapie cellulaire et/ou la viscosupplémentation sera envisagé. La thérapie cellulaire (PRP et CSMs) a pour avantage de présenter peu d'effets secondaires. En dépit de résultats encourageants dans la prise en charge de l'arthrose du genou chez l'homme, elle n'a pas pour l'instant apporté la preuve de son efficacité dans la prise en charge de l'arthrose de l'articulation très congruente qu'est le coude chez le chien. En présence d'une arthrose sévère, invalidante, chez un adulte, ne répondant pas aux traitements médicaux usuels, la mise en place de prothèses uni-compartimentale ou totale peut être proposée. Néanmoins, le remplacement prothétique ne dispose pas actuellement d'un recul suffisant en termes de nombre de cas opérés et de durée de suivi. Il présente par ailleurs un taux de complications majeures élevé. Pour toutes ces raisons, cette option ne doit être choisie que lorsque la prise en charge médicale de ces patients a échoué.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AKEDA K, AN HS, OKUMA M, *et al.* (2006) Platelet-Rich Plasma Stimulates Porcine Articular Chondrocyte Proliferation and Matrix Biosynthesis. *Osteoarthritis Cartilage*. 14 : 1272-1280..
- [2] ALLEN MJ. (2012). Advances in Total Joint Replacement in Small Animals. *J. Small Anim. Pract.* 53, 495-506..
- [3] ANDREWS J, GHOSH P, LENTINI A. (1983). The Intercation of Pentosan Polysulphate (SP54) with Human Neutrophil Elastase and Connective Tissue Components. *Chem. and Bio. Int.* 47, 157-173..
- [4] ANITUA E, SANCHEZ M, NURDEN AT, *et al.* (2007) Platelet-Released Growth Factors Enhance the Secretion of Hyaluronic Acid and Induce Hepatocyte Growth Factor Production by Synovial Fibroblasts from Arthritic Patients. *Rheumatology (Oxford)*. 46 : 1769-1772..
- [5] ARAGON CL, HOFMEISTER EH, BUDSBERG SC. (2007). Systematic Review of Clinical Trials of Treatments for Osteoarthritis in Dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 230, 514-521..
- [6] Arthrex ACP Double Syringe : Autologous conditioned plasma treatment mode. [en ligne]. (Mise à jour le 22/11/16).[http://www.arthrexvetsystems.com/int/products/Brochures/upload/VLB2-0005-EN_H_VET_ACP_Double_Syringe_web.pdf].
- [7] ASSIS L, MILARES LP, ALMEIDA T, *et al.* (2016) Aerobic Exercise Training and Low-Level Laser Therapy Modulate Inflammatory Response and Degenerative Process in an Experimental Model of Knee Osteoarthritis in Rats. *Ost. Res. Soc. Int.* 24 : 169-177..
- [8] AVCI P, GUPTA A, SADSIVAM M, *et al.* (2013) Low-Level Laser (light) Therapy (LLLT) in Skin : Stimulating, Healing, restoring. *Semin. Cutan. Med. Surg.* 32, 41-52..
- [9] BARDET JF, BUREAU S. Fragmentation du processus coronoïde chez le chien - Vétérinaire Bardet. (Consulté le 25 avril 2016).[http://www.clinique-veterinaire-bardet.com/articles/19_fragmentation_processus_coronoide_chien.html].
- [10] BARONE R. Anatomie comparée des mammifères domestiques, tome 2 : arthrologie et myologie. Paris : Vigot, 1980, 983p.
- [11] BEALE BS, SCHULZ KS, HULSE DA : Small animal arthroscopy, Philadelphia : Ed WB Saunders. , 2003, 232 p..
- [12] BELLIN P. (1997). Arthroscopie de l'épaule et du coude chez le chien. Thèse Méd. Vét., Lyon, n°105, 142p..
- [13] BERZON JL, QUICK CB. Fragmented coronoid process : Anatomical, clinical, and radiographic considerations with case analysis. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1980, 16, 241-251..
- [14] BLACK LL, GAYNOR J, ADAMS C, DHUPA S, SAMS AE, TAYLOR R, *et al.* (2008). Effect of Intraarticular Injection of Autologous Adipose-Derived Mesenchymal Stem and Regenerative Cells on Clinical Signs of Chronic Osteoarthritis of the Elbow Joint in Dogs. *Vet. T.*
- [15] BOUCK GR, MILLER CW, TAVES CL. (1995). A Comparison of Surgical and Medical Treatment of Fragmented Coronoid Process and Osteochondritis Dissecans of the Canine Elbow. *Vet. Comp. Ortho. Trauma*. 8, 12-18..
- [16] BOULAY JP. (1998). Fragmented Medial Coronoid Process of the Ulna in the Dog. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 28, 51-74..
- [17] BOULAY J. (1998). Fragmented Medial Coronoid Process of the Ulna in the Dog. *Vet. Clin. of North Am. Small Anim. Pract.* 28, 51-74..
- [18] BUDSBERG SC, BARTQES JW. (2006) Nutrition and Osteoarthritis in Dogs : Does It Help ? . *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 36, 1307-1323..
- [19] BURTON N, OWEN M. Canine Elbow Dysplasia 1. Aetiopathogenesis and Diagnosis », In *Pract.* 30, 508-512..
- [20] BURTON NJ, COMERFORD EJ, BAILEY M, PEAD MJ, OWEN MR. (2007). Digital Analysis of Ulnar Trochlear Notch Sclerosis in Labrador Retrievers. *J. Small Anim. Pract.* 48, 220-224..
- [21] BURTON NJ, TOSCANO MJ, BARR FJ, OWEN MR. (2008). Reliability of Radiological Assessment of Ulnar Trochlear Notch Sclerosis in Dysplastic Canine Elbows. *J. Small Anim. Pract.* 49, 572-576..
- [22] BURTON NJ, OWEN MR, KIRK LS, TOSCANO MJ, COLBORNE GR. (2011). Conservative versus Arthroscopic Management for Medial Coronoid Process Disease in Dogs: A Prospective Gait Evaluation. *Vet. Surg.* 40, 972-980..
- [23] BARNES P J, ADCOCK I. (1993) Anti-Inflammatory actions of Steroids: Molecular Mechanisms. *Trends in Pharma. Sci.* 36:340-343..
- [24] BROWER V. (1998). Nutraceuticals: Poised for a healthy slice of the healthcare market? *Nat Biotechnol.* 16:728-731..
- [25] CAPLAN AI, DENNIS JE. (2006) Mesenchymal Stem Cells as Trophic Mediators. *J Cell Biochem.* 98 : 1076-1084.
- [26] CARPENTER LG, SCWARZ PD, LOWRY JE, PARK RD, STEYN PF. (1993). Comparison of radiologic imaging techniques for diagnosis of fragmented medial coronoid process of the cubital joint in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203, 78-83..
- [27] CARON A, FITZPATRICK N. (2016) Bi-Oblique Dynamic Proximal Ulnar Osteotomy : Surgical Technique and Clinical Outcome in 86 Dogs. *Vet. Surg.* 45, 356-363..
- [28] CHUNEKAMARRAI S, KROOK L P, LUST G, MAYLIN G. (1989) Changes in Articular Cartilage After Intra-Articular Injections of Methylprednisolone Acetate in Horses. *Am. J. of Vet. Res.* 50:1733-1741..
- [29] COGGESHALL JD, REESE DJ, KIM SE, POZZI A. (2014). Arthroscopic-Guided Ulnar Distraction for the Correction of Elbow Incongruency in Four Dogs. *J. Small Anim. Pract.* 55, 46-51..
- [30] COLLIER S, GHOSH P. (1989). Evaluation of Effects of Antiarthritic Drugs on the Secretion of Proteoglycans by Lapine Chondrocytes using a Novel Assay Procedure. *Ann. of Rheu. Dis.* 46, 372-381..
- [31] CONSTANTINESCU GM, CONSTANTINESCU IA (2009). A Clinically Oriented Comprehensive Pictorial Review of Canine Elbow Anatomy. *Vet Surg.*, 38, 135-143..
- [32] CONZEMIUS G, APER RL, HILL CM. (2001). Evaluation of a Canine Total-Elbow Arthroplasty System: A Preliminary Study in Normal Dogs. *Vet. Surg.* 30, 11 20..

- [33] CONZEMIUS MG, APER RL, CORTI LB. (2003). Short-Term Outcome after Total Elbow Arthroplasty in Dogs with Severe, Naturally Occurring Osteoarthritis. *Vet. Surg.* 32, 545-552..
- [34] COOK JL, SCHULZ KS, KARNES GJ, FRANKLIN SP, CANAPP SO Jr, LOTSIKAS PJ, *et al.* (2015). Clinical outcomes associated with the initial use of the Canine Unicompartamental Elbow (CUE) Arthroplasty System®. *The Can. Vet. J.* 56, 971-977..
- [35] COPPIETERS E, GIELEN I, VERHOEVEN G, *et al.* (2015). Erosion of the Medial Compartment of the Canine Elbow : Occurrence, Diagnosis and Currently Available Treatment Options. *Vet. Comp. Otho. Traum.* 28, 9-18..
- [36] CROOK T, MC GOWAN C, PEAD M. (2007). Effect of Passive Stretching on the Range of Motion of Osteoarthritic Joints in 10 Labrador Retrievers. *Vet. Rec.* 160 : 545-547..
- [37] CANAPP SO, MCLAUGHLIN R, HOSKINSON JJ, *et al.* (1999). Scintigraphic evaluation of dogs with acute synovitis after treatment with glucosamine hydrochloride and chondroitin sulfate. *Am J Vet Res.* 60:1552-1557..
- [38] Centre Vétérinaire DMV. [en ligne]. [<http://centredmv.com/wp-content/uploads/2013/09/Dysplasie-du-coude-chez-le-chien.pdf>]. (Consulté le 31/07/2016)..
- [39] Clinician'brief. [en ligne]. [<http://www.cliniciansbrief.com/article/medial-compartment-disease-elbow>]. (Consulté le 29/10/16)..
- [40] DAHLBERG L, LOHMANDER LS, RYD L. (1994) Intra articular Injections of Hyaluronan in Patients with Cartilage Abnormalities and Knee Pain. *Arthritis Rheum.* 37, 521-528..
- [41] DE GRAUW JC, VISSER-MEIJER MC, LASHLEY F, *et al.* (2016) Intra-Articular Treatment with Triamcinolone Compared with Triamcinolone with Hyaluronate : a Randomised Open-Label Multicentre Clinical Trial in 80 Lamé Horses. *Equine Vet. J.* 48 : 152-158..
- [42] DE HAAN JJ, ROE SC, LEWIS DD, RENBERG WC, KERWIN SC, BEBCHUK TN. (1996). Elbow Arthrodesis in Twelve Dogs. *Vet. Comp. Ortho. Trauma.* 3, 25-28..
- [43] DEJARDIN LM, GUILLOU RP. Total Elbow Replacement in Dogs. American College of Veterinary Surgeons. [en ligne]. (consulté le 11 août 2016). [<https://www.acvs.org/files/proceedings/2012/data/papers/211.pdf>].
- [44] DINI F, TAMBELLA AM, MARCHEGANI A, *et al.* (2012). Comparative Evaluation of Two Physiotherapy Rehabilitation Treatments for Osteoarthritis in the Dog. In : International Symposium on Veterinary Rehabilitation and Physical Therapy. Vienne, 15-18 Août 2012.
- [45] DL MILLIS, D LEVINE, RA TAYLOR. (2014). Canine rehabilitation and physical therapy. Saint Louis, Saunders. 516 p..
- [46] EVANS RB, GORDON-EVANS WJ, CONZEMIUS MG. (2008). Comparison of three methods for the management of fragmented medial coronoid process in the dog - A systematic review and meta-analysis. *Vet. Comp. Ortho. Trauma.* 21, 106-109..
- [47] FAHIE MA, ORTOLANO GA, GUERCIO V, SCHAFFER JA, JOHNSTON G, AU J, *et al.* (2013). A randomized controlled trial of the efficacy of autologous platelet therapy for the treatment of osteoarthritis in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 243, 1291-1297..
- [48] FALCONER J, HAYES K, CHANG R. (1992). Effect of Ultrasound on Mobility in Osteoarthritis of the Knee. A Randomized Clinical Trial. *Arth. and Rhum.* 5, 29-35..
- [49] FITZPATRICK N, SMITH TJ, EVANS RB, O'RIORDAN J, YEADON R. (2009). Subtotal Coronoid Osteotomy for Treatment of Medial Coronoid Disease in 263 Dogs. *Vet. Surg.* 38, 233-245..
- [50] FITZPATRICK N, YEADON R, SMITH T, SCHULZ K. (2009). Techniques of Application and Initial Clinical Experience with Sliding Humeral Osteotomy for Treatment of Medial Compartment Disease of the Canine Elbow. *Vet. Surg.* 38, 261-278..
- [51] FITZPATRICK N, YEADON R, SMITH TJ. (2009). Early Clinical Experience with Osteochondral Autograft Transfer for Treatment of Osteochondritis Dissecans of the Medial Humeral Condyle in Dogs. *Vet. Surg.* 38, 246-260..
- [52] FITZPATRICK N, YEADON R. (2009). Working Algorithm for Treatment Decision Making for Developmental Disease of the Medial Compartment of the Elbow in Dogs. *Vet. Surg.* 285-300..
- [53] FITZPATRICK N, DANIELSKI A. (2010). Biceps ulnar release procedure for the treatment of medial coronoid disease in 164 elbows. In : BVOA Autumn Scientific Meeting. Dublin, 12-14 November, 2010. BVOA, 72-73..
- [54] FITZPATRICK N, BERTRAN J, SOLANO MA. (2015). Sliding Humeral Osteotomy: Medium-Term Objective Outcome Measures and Reduction of Complications with a Modified Technique. *Vet. Surg.* 44, 137-149..
- [55] FITZPATRICK N. Subtotal Coronoid Osteotomy : Indications and Outcome. SUBTOTAL CORONOID OSTECTOMY: INDICATIONS AND OUTCOME. [on-line]. (consulté le 29 juillet 2016). [<https://www.acvs.org/files/proceedings/2011/data/papers/044.pdf>].
- [56] FITZPATRICK N, CARON A, ANGEL SOLANO M. (2013). Bi-Oblique Dynamic Proximal Ulnar Osteotomy in Dogs: Reconstructed Computed Tomographic Assessment of Radioulnar Congruence over 12 weeks. *Vet. Surg.* 42, 727-738..
- [57] FORTIER LA, TRAVIS AJ. (2011). Stem cells in veterinary medicine. *Stem Cell Res. & Ther.* 2, 9..
- [58] FORTIER LA, BARKER JU, STRAUSS EJ, *et al.* (2011) The Role of Growth Factors in Cartilage Repair. *Clin Orthop Relat Res.* 469:2706-2715..
- [59] FOX SM, WALKER AM. Identifying and treating the primary manifestations of osteochondrosis of the elbow. *Vet. Med.*, 1993, 88, 132-146..
- [60] FRANKLIN SP, SCHULZ KS, KARNES J, COOK JL. (2014). Theory and Development of a Unicompartamental Resurfacing System for Treatment of Medial Compartment Disease of the Canine Elbow. *Vet. Surg.* 43, 765-773..
- [61] FRANKLIN SP, COOK JL. (2013). Prospective Trial of autologous Conditioned Plasma versus Hyaluronan plus Corticosteroid for Elbow Osteoarthritis in Dogs. *Can. Vet. J.* 54, 881-884..
- [62] FUJITA Y, SCHULZ KS, MASON DR, KASS PH, STOVER SM. (2003). Effect of Humeral Osteotomy on Joint Surface Contact in Canine Elbow Joints. *Am. J. Vet. Res.* 64, 506-511..
- [63] GEMMIL TJ, CLEMENTS ND. (2007) Fragmented Coronoid Process in the Dog: Is There a Role for Incongruity. *The J. Small Anim. Pract.* 48, 361-368..
- [64] GODBOLD J. (2013). Atlas of Class IV Laser Therapy-Small Animals. CD-ROM ed. Jackson, TN. Southern Digital Publishing..
- [65] GOMIS A, PAWLAK M, SCHMIDT RF, *et al.* (2001) Effects of Elastoviscous Substances on the Mechanosensitivity of Articular Pain Receptors. In : Osteoarthritis Research Society International World Congress on Osteoarthritis, Washington, September 2001..

- [66] GRAND JG, ROIG JA, DE SWARTE M. (2014). Instrument Breakage as a Complication of Elbow Arthroscopy in a Dog. *Aust. Vet. J.* 92, 128-131..
- [67] GROSS DM. (2014). Introduction to Therapeutic Lasers in a Rehabilitation Setting. *Compan. An. Med.* 29, 49-53..
- [68] GUERCIO A, DIMARCO P, CASELLA S, CANNELLA V, RUSSOTTO L, *et al.* (2012) Production of Canine Mesenchymal Stem Cells from Adipose Tissue and Their Application in Dogs with Chronic Osteoarthritis of the Humeroradial Joints. *Cell Bio. Int.* 36, 189-194..
- [69] HARMAN R, CARLSON K, GAYNOR J, *et al.* (2016) A Prospective, Randomized, Masked and Placebo-Controlled Efficacy Study of Intraarticular Allogenic Adipose Stem Cells for Treatment of Osteoarthritis in Dogs. [en ligne] *Front. Vet. Sci.* 81., [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5025432/](Consulté le 02/11/16)..
- [70] HAWKINS D, ABRAHAMSE H. (2006). The Role of Laser Influence in Cell Viability, Proliferation and Membrane Integrity of Wounded Human Skin Fibroblasts. *Lasers Surg.* 38 : 74-83..
- [71] HE EVANS, AL HUNTA. (2013). *Miller's anatomy of the dog*. 4th ed. Saint Louis, Elsevier. 850 p..
- [72] HORNOF WJ, WIND AP, WALLACK ST, SCHULZ KS. (2000). Canine Elbow Dysplasia: The Early Radiographic Detection of Fragmentation of the Coronoid Process. *Vet. Clin. Small Anim. Pract.* 30, 257-266..
- [73] HUANG MH, LIN YS, LEE CL, *et al.* (2005). Use of Ultrasound to Increase Effectiveness of Isokinetic Exercise for Knee Osteoarthritis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 86, 1545-1551..
- [74] HEPPEL CT, HALVORSON JJ, DUNCAN ST, *et al.* (2009) The Efficacy and Duration of Intra-Articular Corticosteroid Injection for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review of Level I Studies. *J Am Acad Orthop Surg.* 10:638–646.
- [75] IANNITTI T, ETHENSHERIM, BINGOL AO, *et al.* (2013). Preliminary Histopathological Study on Intra-Articular injection of a Novel Highly Cross-Linked Hyaluronic Acid in a Rabbit Model of Knee Osteoarthritis. *J. Mol. Histol.* 44 : 191-201..
- [76] JEF HOULTON, JL COOK, JF INNES *et al.* (2006). *BSAVA Manual of Canine and Feline musculoskeletal disorders*. Gloucester, BSAVA, 438 p..
- [77] IP, D. (2015). Does Addition of Low-Level Laser Therapy (LLLT) in Conservative Care of Knee Arthritis Successfully Postpone the Need for Joint Replacement ?. *Las. Med. Sci.* 30 : 2335-2339..
- [78] JORGENSEN TS, GRAVEN-NIELSEN T, ELLEGAARD K, *et al.* (2014). Intra-Articular Analgesia and Steroid Reduce Pain Sensitivity in Knee OA Patients. (en ligne) *Pain Res. Treat.* [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4033499/](Consulté le 03/11/16)..
- [79] JP MORGAN, A WIND, AP DAVIDSON. (2000). *Hereditary Bone and Joint disease in the dog*. Hannover, Schlütersche. 313 p..
- [80] KALYON TA. (2001) *Ultrasound*. In : Tuna N, editor. *Elektrotterapi*. Istanbul, Turkey : Nobel Tip Kitavebi, 52-75 (in Turkish)..
- [81] KAPCI YILDIZ S, UNLU OZKAN F, AKTAS I, *et al.* (2015). The effectiveness of Ultrasound Treatment for the Management of Knee Osteoarthritis : a Randomized, Placebo-controlled, Double-blind Study. *Turk. J. of Med. Sci.* 45, 1187-1191..
- [82] KIRBERGER RM, FOURIE SL. (1998). Elbow Dysplasia in the Dog: Pathophysiology, Diagnosis and Control. *J. Sth. Med. Vet. Assoc.* 69, 43-54..
- [83] KM TOBIAS, SA JOHNSTON. *Veterinary Surgery Small Animal*. (2012). Saint Louis, Saunders. 900 p..
- [84] KON E, BUDA R, FILARDO G, *et al.* (2010) Platelet-Rich Plasma: Intra-Articular Knee Injections Produced Favorable Results on Degenerative Cartilage Lesions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 18 : 472-479..
- [85] KUKANICH B, BIDGOOD T, KNESL O. (2012). Clinical Pharmacology of Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs in Dogs. *Vet.y Anaesth. Analg.* 39, 69-90..
- [86] KYON. *Veterinary Surgical Products*. [en ligne]. (Mise à jour le 24/10/16)[http://www.kyon.ch/current-products/proximal-abducting-ulnar-osteotomy-paul]. (Consulté le 30/10/16)..
- [87] LECOEUR C. (2003). Traitement de la dysplasie du coude associée à une fragmentation du processus coronoïde médial par ostéotomie ulnaire dynamique chez le chien : étude rétrospective pour 45 coudes. Thèse Méd. Vét, Alfort, 68 pp..
- [88] LEWIS PD, PARKER RB, HAGER DA. Fragmented medial coronoid process of the canine elbow. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.*, 1989, 11, 703-716..
- [89] LORENZ ND, CHANNON S, PETTITT R, SMIRTHWAITE P, INNES JF. (2015). Ex Vivo Kinematic Studies of a Canine Unlinked Semi-Constrained Hybrid Total Elbow Arthroplasty System. *Vet. Comp. Ortho. Trauma.* 28, 39-47..
- [90] MARTI-ANGULO S, GARCIA-LOPEZ N, DIAZ-RAMOS N. (2014). Efficacy of an oral hyaluronate and collagen supplement as a preventive treatment of elbow dysplasia. *J. Vet. Sci.* 15, 569-574..
- [91] MARSHALL KW, MANOLOPOULOS V, MANCER K, *et al.* (2000) Amelioration of Disease Severity by Intraarticular Hyalan Therapy in Bilateral Canine Osteoarthritis. *J Orthop Res.* 18: 416-425..
- [92] MASON DR, SCHULZ KS, FUJITA Y, KASS PH, STOVER SM. (2008). Measurement of Humeroradial and Humeroulnar Transarticular Joint Forces in the Canine Elbow Joint After Humeral Wedge and Humeral Slide Osteotomies. *Vet. Surg.* 37, 63-70..
- [93] MASON TA, LAVELLE RB, SKIPPER SC, WRIGLEY WR. (1980). Osteochondrosis of the Elbow Joint in Young Dogs. *J. Small Anim. Pract.* 21, 641-656..
- [94] MCCONKEY MJ, VALENZANO DM, WEI A, *et al.* (2016). Effetc of the Proximal Abducting Ulnar Osteotomy on Intra-Articular Pressure Distribution and Contact Mechanics of Congruent and Incongruent Canine Elbows Ex Vivo. *Vet. Surg.* 45, 347-355..
- [95] MEYER-LINDENBERG A, LANGHANN A, FEHR M, NOLTE I. (2003). Arthrotomy versus arthroscopy in the treatment of the fragmented medial coronoid process of the ulna (FMCP) in 421 dogs. *Vet. Comp. Ortho. Trauma.* 16, 204-210..
- [96] MICHELSEN J. (2013). Canine elbow dysplasia : Aetiopathogenesis and current treatment recommendations. *The Vet J.*, 196, 12-19..
- [97] MILLER Y, BACHOWSKI G, BENJAMIN R, *et al.* (2007). *Practice Guidelines for Blood Transfusion: A Compilation From Recent Peer-reviewed Literature*. 2nd ed. Washington, DC: American Red Cross; 2007. p. 56..
- [98] MISHRA A, TUMMALA P, KING A, *et al.* (2009) Buffered Platelet-Rich Plasma Enhances Mesenchymal Stem Cell Proliferation and Chondrogenic Differentiation. *Tissue Eng Part C Methods.* 15:431-435..
- [99] MIYABAYASHI T, TAKIUCHI M, SCHRADER SC, BILLER DS. (1995). Radiographic Anatomy of the Medial Coronoid Process of Dogs. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 31, 125-132..

- [100] MLACNIK E, BOCKSTAHLER BA, MULLER M, *et al.* (2006). Effects of Caloric Restriction and a Moderate or Intense Physiotherapy Program for Treatment of Lameness in Overweight Dogs with Osteoarthritis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 11 : 1756-1760..
- [101] MORELAND L. (2003) Intra-articular Hyaluronan and Hylans for the Treatment of Osteoarthritis : Mechanism of Action. [en ligne] *Arthritis Res. Ther.* 54. [<http://arthritis-research.biomedcentral.com/articles/10.1186/ar623>] (Consulté le 01/11/16).
- [102] MURPHY ST, LEWIS DD, SHIROMA JT, NEUWIRTH LA, PARKER RB, KUBILIS PS. (1998). Effect of Radiographic Positioning on Interpretation of Cubital Joint Congruity in Dogs. *Am. J. Vet. Res.* 59, 1351-1357..
- [103] MURPHY MB, MONCIVIAIS K, CAPLAN AI. (2013) Mesenchymal Stem Cells: Environmentally Responsive Therapeutics for Regenerative Medicine. *Exp Mol Med.* 45..
- [104] MARTINEZ J H, MONDRAGON C E, CESPEDES A.(1996). An Evaluation of the Anti-Inflammatory Effects of Intra-Articular Synthetic β -Endorphin in the Canine Model. *Anesthesia and Analgesia.* 82:1-5..
- [105] NESS MG. (1998). Treatment of fragmented coronoid process in young dogs by proximal ulnar osteotomy. *J. Small Anim. Pract.* 39, 15-18..
- [106] NGUYEN RT, BORG-STEIN J, MCINNIS K. (2011) Applications of Plateletrich Plasma in Musculoskeletal and Sports Medicine: an Evidence-Based Approach. *Phys Med Rehabil.* 3:226-250..
- [107] PAPICH M. (2008). An Update on Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) in Small Animals. *Vet. Clin. of North Am. Small. Anim. Pract.* 38, 1243-1266..
- [108] PERRY KL, LI L. (2013). A Retrospective Study of the Short-Term Complication Rate Following 750 Elective Elbow Arthroscopies. *Vet. Comp. Ortho. Traum.* 27, 68-73..
- [109] PETRELLA RJ, DISILVESTRO MD, HILDEBRAND C. (2002). Effects of Hyaluronate Sodium on Pain and Physical Functioning in Osteoarthritis of the Knee. *Arch. Intern. Med.* 162, 292-298..
- [110] PFEIL I, BOTTCHEP P, STARKE A. Proximal abduction ulna osteotomy (PAUL) for medial compartment diseases in dogs with ED. Proceedings of the 16th European Society of Veterinary Orthopaedics and Traumatology Congress. 2012 Sept 12-15, Bologna. 314-318..
- [111] QURESHI AH, CHAOJI V, MAIGUEL D, *et al.* (2009) Proteomic and Phospho-Proteomic Profile of Human Platelets in Basal, Resting State: Insights into Integrin Signaling. *Gupta VPLoS One.* 2009 Oct 27; 4(10):e7627..
- [112] READ RA, CULLIS-HILL D, JONES MP. (1996). Systemic Use of Pentosan Polysulphate in the Treatment of Osteoarthritis. *J. Small Anim. Pract.* 37, 108-114..
- [113] RIDGE PA, (2011). A Retrospective Study of the Rate of Postoperative Septic Arthritis Following 353 Elective Arthroscopies . *J. Small Anim. Pract.* 52, 200-202..
- [114] ROGACHEFSKY R, DEAN D, HOWELL D, *et al.* (1993). Treatment of Canine Osteoarthritis with Insulinlike Growth Factor-1 (IGF-1) and Sodium Pentosan Polysulphate. *Ost. and Cart.* 2, 105-114..
- [115] RYCHEL JK. (2010). Diagnosis and Treatment of Osteoarthritis. *Top. Compan. Anim. Med.* 25, 20-25..
- [116] SAGE. Centers for Veterinary Speciality and Emergency Care. [en ligne]. [<http://www.sagecenters.com/advice/Current-Surgical-Treatments-for-Chronic-Elbow-Arthrosis.php>].
- [117] SANCHEZ M, ANITUA E, AZOFRA J, *et al.* (2008) Intra-Articular Injection of an Autologous Preparation Rich in Growth Factors for the Treatment of Knee OA: a Retrospective Cohort Study. *Clin Exp Rheumatol.* 26 : 910-913..
- [118] SARI H, TUZUN S, AKGUN K. (2002) Hareket Sistemi Hastaliklarinda Fiziksel Tip Yontemleri. Istanbul, Turkey : Nobel Tip Kitabevi (in Turkish)..
- [119] SCALE D, WOBIG M, WOLPERT W. (1994) Viscosupplementation of Osteoarthritic Knees with Hylan : a Treatment Schedule Study. *Curr. Ther. Res.* 55, 220-232..
- [120] SCHULZ KS. Canine Unicompartmental Elbow Arthroplasty. American College of Veterinary Surgeons. [en ligne]. (consulté le 10 août 2016). [<https://www.acvs.org/files/proceedings/2011/data/papers/047.pdf>].
- [121] SCHWARZ PD. (2000). Canine elbow dysplasia. In : BONAGURA JD (editors). *Kirk's current veterinary therapy XIII small animal practice.* Philadelphia, W.B. Saunders Company,1004-10014..
- [122] SCHIAVINATO A, LINI E, GUIDOLIN D, *et al.* (1989) Intraarticular Sodium Hyaluronate Injections in the Pond-Nuki Experimental Model of Osteoarthritis in Dogs. II. Morphological Findings. *Clin Orthop.* 241: 286-299..
- [123] SCHMIDT MB, CHEN EH, LYNCH SE. (2006) A Review of the Effects of Insulin-Like Growth Factor and Platelet Derived Growth Factor on in Vivo Cartilage Healing and Repair. *Osteoarthritis Cartilage.* 14:403-412.
- [124] SENZEL L, GNATENKO DV, BAHOU WF. (2009) The platelet proteome. *Curr Opin Hematol.* 16:329-33..
- [125] SIMON LS, GRIERSON LM, NASEER Z, *et al.* (2009) Efficacy and Safety of Topical Diclofenac Containing Dimethyl Sulfoxide (DMSO) Compared with Those of Topical Placebo, DMSO Vehicle and Oral Diclofenac for Knee Osteoarthritis. *Pain.* 143 : 238-245..
- [126] SMYTH SS, MCEVER RP, WEYRICH AS, *et al.* (2009) Platelet Colloquium Participants. *J Thromb Haemost.* 11:1759-1766.
- [127] SNAPS FR, BALLIGAND MH, SAUNDERS JH, PARK RD, DONDELINGER RF. (1997). Comparison of radiography, magnetic resonance imaging, and surgical findings in dogs with elbow dysplasia. *Am. J. Vet. Res.* 58, 1367-1370..
- [128] SUN Y, FENG Y, ZHANG CQ, *et al* (2010)The Regenerative Effect of Platelet-Rich Plasma on Healing in Large Osteochondral Defects. *Int Orthop.* 34 : 589-597..
- [129] TANIMOTO K, OHNO S, FUJIMOTO K, *et al.* (2001) Proinflammatory cytokines Regulate the Gene Expression of Hyaluronic Acid Synthetase in Cultured Rabbit Synovial Membrane Cells. *Connect Tissue Res.* 42: 187-195.
- [130] TEXTOR J. (2011) Autologous Biologic Treatment for Equine Musculoskeletal Injuries: Platelet-Rich Plasma and IL-1 Receptor Antagonist Protein. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 27:275-298..
- [131] TROSTEL CT, MCLAUGHLIN RM, POOL RR. (2003). Canine Elbow Dysplasia: Incidence, Diagnosis, Treatment, and Prognosis. [on-line], ResearchGate, 25, 763-773. [https://www.researchgate.net/publication/288403966_Canine_Elbow_Dysplasia_Incidence_Diagnosis_Treatm].
- [132] TROUNSON A, MCDONALD C. (2015). Stem Cell THERapies in Clinical Triams : Progress and Challenges. *Cell Stem Cell.* 17, 11-22..

- [133] TUNCER T. (2000). Electrotherapy. In : Beyazova M, Kutsal YG, editors. Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon. Ankara, Turkey : Gunes Kitavebi. 35-80. (in Turkish)..
- [134] VANDEWEERD JM, COISNON C, CLEQQ P, CAMBIER C, PIERSON A, HONTOIR F, *et al.* (2012). Systematic Review of Efficacy of Nutraceuticals to Alleviate Clinical Signs of Osteoarthritis; J; Vet. Int. Med. 26, 448-456..
- [135] VANDEWEERD JM, ZHAO Y, NISOLLE JF, *et al.* (2015). Effect of Corticosteroids on Articular Cartilage : Have Animal Studies Said Everything ?. Fund. and Clin. Pharm. 29, 427-438.
- [136] VAUGHAN-SCOTT A, TAYLOR JH. (1997). The Pathophysiology and Medical Management of Canine osteoarthritis. J. of the South Afr. Vet. Assoc. 68, 21-25..
- [137] VEZZONI A. (2012). Proximal Abducting Ulnar Osteotomy for Elbow Medial Compartment Disease. In : KYON Symposium 2012. Zürich, 21-22 avril 2012..
- [138] VIATEAU V. (2016). La dysplasie du coude chez le chien. Cours D3, Maisons-Alfort..
- [139] VILLAMONTE-CHEVALIER A, VAN BREE H, *et al.* (2015). Assessment of medial coronoid disease in 180 canine lame elbow joints : a sensitivity and specificity comparison of radiographic, computed tomographic and arthroscopic findings. BMC Vet Res. 11, 243..
- [140] Veterinaria La Tranquera. [en ligne]. [<http://www.vetlatranquera.com.ar/pages/wsava2002/Orthopedics16.htm>].
- [141] WENZ W, BREUSCH SJ, GRAF J, *et al.* (2000) Ultrastructural Findings after Intraarticular Application of Hyaluronan in a Canine Model of Arthropathy. J Orthop Res. 18: 604-612.
- [142] WILSON DM, GOH CSS, PALMER RH. (2014). Arthroscopic Biceps Ulnar Release Procedure (BURP): Technique Description and in Vitro Assessment of the Association of Visual Control and Surgeon Experience to Regional Damage and Tenotomy Completeness. Vet. Surg. 4.
- [143] WITWORTH DJ, BANKS TA. (2014). Stem cell therapies for treating osteoarthritis: Prescient or premature?. Vet J. 3, 416-424..
- [144] Y. SAMOY, I. GIELEN, H. VAN BREE, B. VAN RYSSEN. (2011). Dysplastic elbow diseases in dogs. Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift. 80, 327-338..
- [145] HUANG Z, CHEN J, MA J, *et al.* (2015). Effectiveness of Low-Level Laser Therapy in Patients with Knee Osteoarthritis : a Systematic Review and Meta-Analysis. Ost. and Cart. 23 : 1437-1444..

TRAITEMENT DE LA DYSPLASIE DU COUDE ASSOCIÉE À UNE MALADIE DU COMPARTIMENT MÉDIAL CHEZ LE CHIEN : RÉSULTATS ET COMPLICATIONS

NOM et Prénom : CAMUS Clémence

Résumé

La dysplasie du coude associée à une maladie du compartiment médial est une anomalie de développement ostéo articulaire plus ou moins invalidante chez le jeune chien chez qui elle conduit inévitablement à de l'arthrose. Elle inclue des anomalies telles que la fragmentation du processus coronoïde médial (résultant d'une ostéochondrose et/ou d'une incongruence articulaire) ainsi que l'ostéochondrite disséquante du condyle huméral médial. Si la prise en charge thérapeutique de la dysplasie du coude est essentiellement chirurgicale, surtout chez les sujets jeunes, la prise en charge de l'arthrose secondaire parfois invalidante, constitue un aspect important du traitement. Cette thèse effectue la synthèse des techniques chirurgicales et traitements conservateurs habituellement mis en place dans le cadre de la prise en charge de la maladie du compartiment médial. Les résultats et complications secondaires aux différents traitements chirurgicaux de la dysplasie sont présentés. Actuellement, le retrait des fragments ostéochondraux sous arthroscopie et la coronoïdectomie subtotale constituent les techniques les plus employées. Elles sont souvent associées à une ostéotomie ulnaire en présence d'une incongruence articulaire sévère. Si le pronostic fonctionnel est bon chez les animaux jeunes chez qui la prise en charge chirurgicale est effectuée avant l'âge adulte, il est plus réservé et plus aléatoire chez les chiens plus âgés présentant une atteinte arthrosique sévère au moment du diagnostic. Chez ces derniers ainsi que chez les sujets n'ayant pas répondu aux traitements arthroscopiques, la réalisation d'une ostectomie proximale d'abduction (PAUL) peut être proposée mais elle fournit des résultats inconstants au-delà de six ans. Si la mise en place d'une prothèse doit pour certains auteurs être privilégiée en l'absence de réponse aux traitements chirurgicaux et médicaux usuels, ces techniques présentent cependant encore des complications non négligeables et le rapport coût/bénéfice de l'intervention doit être mesuré avant d'en poser l'indication. La prise en charge de l'arthrose lorsqu'elle est nécessaire repose sur l'administration d'AINS et la rééducation fonctionnelle. La thérapie cellulaire (PrP et CSMs) offre des perspectives nouvelles et intéressantes dans cette application. Des études doivent néanmoins encore être menées pour démontrer son efficacité et en définir les modalités dans le cadre de la prise en charge thérapeutique de l'arthrose du coude chez le chien.

Mots clés DYSPLASIE, COUDE, TRAITEMENT CHIRURGICAL, ARTHROSCOPIE, ARTHROSE, THÉRAPIE CELLULAIRE, RÉÉDUCATION FONCTIONNELLE, CARNIVORE DOMESTIQUE, CHIEN

Jury : Président : Pr.

Directeur : Mme VIATEAU, professeur à l'ENVA

Assesseur : M Château, professeur à l'ENVA

TREATMENT OF ELBOW DYSPLASIA ASSOCIATED WITH A DISEASE OF THE MEDIAL COMPARTMENT IN DOGS : RESULTS AND COMPLICATIONS

SURNAME : CAMUS

Given name : Clémence

Summary

Elbow dysplasia associated with medial compartment disease is a disabling anomaly of osteo-articular development inevitably leading to osteoarthritis. It includes the fragmentation of the medial coronoid process (which results from an osteochondrosis and/or a joint incongruency) and osteochondritis dissecans of the medial humeral condyle. The management is essentially surgical especially among young dogs. Arthroscopic fragment removal and subtotal coronoidectomy are the most often used surgical techniques. They are associated with ulnar osteotomy in case of major joint incongruence. Medical management of the osteoarthritis that results from elbow dysplasia is an important aspect of treatment. This thesis reviews the results and complications of surgical treatments that are currently performed in the management of dysplastic elbows as well a medical treatment for associated osteoarthritis. In the first part of our review, the physiopathology of the disease and diagnostic methods are presented. Surgical techniques, corresponding results and complications are subsequently discussed. Functionnal results are good for young patients undergoing surgery early in the course of the disease. Prognosis is more reserved in older dogs suffering from severe osteoarthritis. In the later, a PAUL can be performed. Its results remain however, unconsitant in dogs above 6 years old. Prosthetic joint replacement is a therapeutic strategy to consider in dogs that have failed to respond appropriate surgical and medical treatments. Yet, these procedures are still associated with a high percentage of complications and cost-benefice must be critically assessed before decision. Finally, the interest and limitations of medical management of osteoarthritis through NSAIDs therapy, functional rehabilitation and new strategies such as cellular therapy (PrP and CSMs) are presented and discussed.

Keywords DYSPLASIA, ELBOW JOINT, SURGICAL TREATMENT, ARTHROSCOPY, OSTEOARTHRITIS, CELLULAR THERAPY, PHYSIOTHERAPY, DOMESTIC CARNIVORE, DOG

Jury :

President : Pr.

Director : Mrs VIATEAU, professor in ENVA

Assessor : Mr CHATEAU, professor in ENVA