

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

École Nationale Supérieure Vétérinaire

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires



Projet de fin d'études

en vue de l'obtention du diplôme de

Docteur vétérinaire

THÈME

**LES FRACTURES DE L'AVANT-BRAS CHEZ LES CARNIVORES
DOMESTIQUES: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

Présenté par : Mlle BELLI Sarah

Soutenu publiquement, le 19 Novembre 2020.

Devant le jury :

Mme TENNAH S.

Professeure (ENSV)

Présidente

Mme REBOUH M.

MAA (ENSV)

Examinatrice

Mme BOUABDALLAH R.

MCB (ENSV)

Promotrice

Année universitaire : 2019/2020

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Je, soussignée BELLI Sarah, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire de fin d'études.

Signature

Remerciements

Au terme de ce travail je tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant le créateur de l'univers qui m'a doté d'intelligence, et m'a maintenu en santé pour mener à bien cette année d'étude et qui m'a donné la force d'accomplir ce modeste mémoire.

La réalisation de ce PFE a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

J'offre premièrement de sincères et chaleureux remerciements à **Mme BOUABDALLAH R.**, ma très chère promotrice, je voudrais vous adresser toute ma reconnaissance pour votre patience, votre disponibilité et surtout vos judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Le mérite d'un mémoire appartient certes à l'auteur, mais également à son promoteur. Dans mon cas, ma promotrice a été d'un soutien et d'une attention exceptionnels. La confiance qu'elle m'a accordée ainsi que le soutien moral qu'elle a manifesté à mon égard m'ont permis d'accumuler des expériences professionnelles et personnelles marquantes qui font de moi une personne grandie. Je salue son amabilité, sa souplesse d'esprit et son savoir. C'est certes avec joie et fierté que je dépose aujourd'hui ce mémoire, mais aussi avec un brin de nostalgie que je termine ce programme d'études et je conclus ce premier travail de recherche.

À **Mme TENNAH**, qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

À **Mme REBOUH**, qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner mon modeste travail.

Je désire aussi à remercier les professeurs de l'ENSV et tous les travailleurs qui m'ont fournis les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Dédicaces

À mes très chers incomparables parents, Nasser Eddine et Manina qui ont toujours été là pour moi, qui m'ont aidé durant tout ce temps et qui n'ont jamais arrêté de croire en moi.

À mon Anis le frère en diamant, qui a toujours essayé de me faire rire après mes pleurs, me voilà enfin finir avec ce mémoire très cher frère.

À mes adorables sœurs aux jolis cœurs, Hadjer elkhanoussa et ma petite Bicha, ces 2 lueurs d'espoir et de force que j'aime tendrement.

À mama Halima, la plus gentille femme remplie de douceur et de tendresse.

À la mémoire de vava chéri le héros, j'aurai aimé qu'il soit parmi nous, mais il a rejoint un endroit meilleur, si tu pouvais juste attendre sur le seuil, encore un peu, avant de se dire Adieu, je voudrais te dire merci, merci d'avoir partagé avec moi une partie de ton savoir, merci pour ta tendresse et ton amour sans limites qui m'a toujours accompagné, tu es le bonheur de mon enfance, tu es mon ancêtre, tu es un trésor de passé qui éclaire mon présent.

tu m'as appris l'espoir et l'espérance, à rester positive malgré les épreuves.

je te dois ce que je suis aujourd'hui, Je ne te remercierai jamais assez vava chéri.

repose en paix mon meilleur ...

À ma chère tante Djouhou mon très cher oncle Younes, et ma chère tante Zoulikha pour leurs précieux soutien et aide.

À la mémoire de ma très chère deuxième jeune maman Soussa la femme exceptionnelle qui a animé mon enfance, tu n'a jamais quitté mon esprit même si tu ne fais plus partie de cette vie, me voilà devenir veto comme toi.

À tous mes cousins et cousines à qui je souhaite joie et réussite.

À ma fleur et ma sœur du cœur LAOUMIR Yasmine pour sa précieuse aide et son soutien inconditionnel tout au long de la réalisation de ce projet.

À Ferial, Sara, Sarah, Katia, Sofi mes merveilleuses besties que j'ai servies avec humilité et avec lesquelles j'ai passé une scolarité exceptionnelle, riche d'enseignements, d'amour, de complicités et d'expériences de rencontres, je veux ici dire ma sincère amitié.

À mes très chères, Youssra, Khadidja, Bouchra, Yasmine, Rania, Sarra

À toute personne rencontrée à l'ENSV

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

Dédicaces

À tous mes professeurs qui m'ont appris à lire, à écrire qui m'ont fait pleurer, qui m'ont supporté et essayé de me changer... vous avez fait de moi ce que je suis aujourd'hui je vous dis merci.

À mon grand, mes remerciements ne pourront jamais égaler ton grand cœur qui m'a apporté du soutien au moment où j'avais besoin, merci d'avoir pris le temps d'être si gentil.

À un lion.

À ma tortue judace et à tout les animaux sans abri.

À moi pour tous les efforts que j'ai fournis pour la réalisation de ce modeste travail

Louange à ALLAH

Sarah ^_^

Table des matières

Introduction	1
I. ÉTUDE SPÉCIFIQUE DE L'OS DU RADIUS ET DE L'ULNA CHEZ LE CHAT ET LE CHIEN	2
1. ANATOMIE DE L'AVANT BRAS	2
1.1. Définition.....	2
1.2. Ostéologie	2
1.2.1. Le radius	2
1.2.2. L'ulna	3
1.3. Les muscles de l'avant-bras.....	4
1.3.1. Le muscle rond pronateur	4
1.3.2. Le muscle court supinateur	4
1.3.3. Le muscle extenseur oblique du carpe	5
1.3.4. Le muscle brachio-radial (muscle long supinateur).....	5
1.3.5. Le muscle extenseur radial du carpe	5
1.3.6 Le muscle extenseur ulnaire latéral.....	5
1.3.7. Le muscle fléchisseur radial du carpe	5
1.3.8. Le muscle extenseur latéral des doigts	5
1.3.9. Le muscle fléchisseur ulnaire du carpe (ulnaire médial).....	5
1.4. Vaisseaux et nerfs de l'avant-bras	6
1.4.1. Artères	6
1.4.1.1. L'artère radiale antérieure	6
1.4.1.2. L'artère radiale	6
1.4.1.3. L'artère cubitale.....	7
1.4.2. Veines	7
1.4.3. Vaisseaux lymphatiques	7
1.4.4. Nerfs	8
1.4.4.1. Le nerf radial	8
1.4.4.2. Le nerf cubital.....	8
1.4.4.3. Le nerf médian.....	8
II. ÉTUDE DES FRACTURES DU RADIUS ET DE L'ULNA	9
1. Définition d'une fracture	9

2. Classification des fractures du radius et de l'ulna.....	9
2.1. Fractures de l'extrémité proximale	10
2.1.1. Type A1, fracture de l'ulna.....	10
2.1.1.1. Les Fractures de Monteggia	10
2.1.2. Fractures radiales de type A2.....	11
2.1.3. Fractures radiales et ulnaires de type A3.....	11
2.1.4. Fractures de type 2-1-B; fractures articulaires simples proximales	11
2.1.5. Fractures de l'ulna de type B1	11
2.1.6. Fractures du radius de type B2.....	11
2.1.7. Fractures de type B3.....	11
2.1.8. Fracture de type 2-1-C articulaire comminutive	11
2.2. Fractures diaphysaires	12
2.3. Fractures de la partie distale du radius et de l'ulna	13
3. Examens complémentaires	14
3.1. Diagnostic radiographique.....	14
3.2. Le score des fractures du radius-ulna.....	14
III. Traitement des fractures du radius et de l'ulna	14
1. Traitement conservateur (non chirurgical)	15
1.1. Méthodes de fixation.....	15
1.1.1. Contention externe	15
1.1.1.1. Attelle.....	16
1.1.1.2. Plâtres.....	17
2. Traitement chirurgical	18
2.1. Matériel de fixation.....	18
2.1.1. Enclouage centromédullaire	18
2.1.2. Fixateur externe.....	18
2.1.3. Plaques.....	21
2.1.4. Vis de traction	23
3. Méthodes de traitement	23
3.1. Traitement des fractures de l'extrémité proximale	23
3.1.1. Type A1, Fracture de l'ulna	23
3.1.2. Fractures de Monteggia	23
3.1.3. Fracture de type A2, fracture du radius	24

3.1.4. Fracture de type A3, fracture du radius et de l'ulna	25
3.1.5. Fracture de type 2-1-B ; Fracture articulaire simple proximale.....	25
3.1.6. Fracture de l'ulna de type B1	26
3.1.7. Fracture du radius de type B2	26
3.1.8. Fracture de type B3, articulaire sur un os et non articulaire sur l'autre.....	26
3.1.9. Fracture de type 2-1-C; articulaire comminutive	27
3.2. Traitement des fractures diaphysaires	27
3.2.1. Type A1, incomplète ou n'intéressant qu'un seul os	28
3.2.2. Type A2, simple, partie distale; et type A3, simple, partie proximale	28
3.2.3. Fracture de type 2-2-B, diaphysaire, du radius, comminutive en aile de papillon	29
3.2.3. Fracture de type 2-2-C ; fracture complexe diaphysaire du radius	30
3.2.4. Types C1 et C3.....	30
3.2.5. Type C2	31
3.3. Traitement des fractures distales.....	31
3.3.1. Fracture de type 2-3-A ; distale, extra-articulaire	31
3.3.1.1. Type A1, fracture de l'ulna	31
3.3.1.2. Type A2, fracture simple du radius et type A3, fracture comminutive du radius	32
3.3.2. Fractures de type 2-3-B; distale, articulaire partielle	33
3.3.3. Fracture de type 2-3-C; distale, articulaire, complète	33
Discussion.....	35
Conclusion	38

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Région antébrachiale chez le chien (Larousse médical., 2000 ; Mc cracken <i>et al.</i> , 2008).	2
Figure 2. Schéma du radius-ulna gauche d'un chat (Barone., 1999).....	3
Figure 3. Membre antérieur gauche de chien, radius face caudale et ulna face crâniale (Evans., 1993).	4
Figure 4. Muscles de l'avant-bras du chat (Hudson & Hamilton., 2010).	6
Figure 5. Vascularisation antébrachiale chez le chat (Hudson & Hamilton., 2010).	7
Figure 6. L'innervation de l'avant-bras chez le chat (Hudson & Hamilton.,2010).....	8
Figure 7. Fracture transverse radius ulna gauche (Kraus <i>et al.</i> , 2017).....	9
Figure 8. Fracture de Monteggia avec rupture du ligament annulaire (Decamp <i>et al.</i> , 2016).	10
Figure 9. Fracture articulaire oblique de l'olécrane (Kraus <i>et al.</i> , 2017).	12
Figure 10. Fractures diaphysaires du radius et de l'ulna (Decamp <i>et al.</i> , 2016).	13
Figure 11. Classification des fractures distales du radius et de l'ulna (Decamp <i>et al.</i> , 2016).	14
Figure 12. Application d'un bandage Robert-Jones (Johnson., 2012).....	15
Figure 13. Réduction à foyer fermé par traction contre-traction et manipulation (Decamp <i>et al.</i> , 2016).	15
Figure 14. Utilisation du poids de l'animal pour appliquer une traction et une contre-traction afin de fatiguer le muscle et lever les contractions (Johnson., 2012).	16
Figure 15. Application des coussinets en forme de «doughnut» (Probst., 2014).....	17
Figure 16. Une fracture radiale comminutive stabilisé par un fixateur externe de type I (Probst., 2014).	19
Figure 17. Positon des barres externes et nomenclature des différents montages (Johnson., 2012). ...	20
Figure 18. Traitement par plaque d'une fracture diaphysaire du radius et de l'ulna (Probst., 2014). ...	21
Figure 19. Fracture transverse de radius ulna droit stabilisée par plaque osseuse (Kraus <i>et al.</i> , 2017).	22
Figure 20. Fixation d'une fracture radiale par des broches de Kirschner (Johnson., 2012).....	25
Figure 21. Fixation d'une fracture articulaire oblique par plaque (Kraus <i>et al.</i> , 2017).	26
Figure 22. Fixation par plaque d'une fracture comminutive intra-articulaire (Probst., 2014).	27
Figure 23. Fixation par plaque d'une fracture diaphysaire du radius ulna (Probst., 2014).	29
Figure 24. Réduction d'une fracture diaphysaire par un fixateur externe (Probst., 2014).	30
Figure 25. Traitement d'une fracture très distale par une plaque en T (Probst., 2014).	32
Figure 26. Fixation d'une fracture du processus styloïde par haubanage (Johnson., 2012).....	33

Introduction

Le radius est un os long qui forme avec l'ulna (cubitus) le squelette de l'avant-bras.

Dans l'éventail des fractures rencontrées chez les carnivores domestiques, les fractures de ces deux os sont les plus communes. Elles constituent 17 à 18 % de l'ensemble des fractures (Lunjgreen., 1971 ; Pozzi *et al.*, 2013; Girling., 2016). Un simple saut mal réceptionné d'une chaise ou une chute peut ainsi entraîner une fracture de ces 2 os. Les accidents de la voie publique représentent 21% des causes de fractures de l'avant-bras (Girling., 2016).

Suite à un accident, le membre antérieur atteint est douloureux et l'animal n'appuie pas ou peu sur le membre fracturé. Une mauvaise angulation de son avant-bras, un gonflement des tissus mous et parfois un hématome peuvent être observés (Pozzi *et al.*, 2013).

Le tiers distal de la diaphyse est le plus couramment touché en raison d'une faible couverture en tissus mous et d'une moindre protection par les corps charnus des muscles, cela explique également la fréquence des fractures ouvertes. Les fractures proximales (les fractures olécraniennes) se produisent chez les animaux immatures par décollement du cartilage de croissance de l'ulna ou chez les adultes par avulsion osseuse (Vedrine & Delabre., 2012).

Chez les chiens et les chats, en particulier chez le chat, présentant des fractures de l'avant bras, tous les efforts doivent être faits pour maintenir le mouvement naturel qui se produit entre le radius et l'ulna; le non-respect de cette consigne peut entraîner l'échec de l'intervention et / ou entraîner une altération de la qualité de vie (Girling., 2016).

Le traitement chirurgical est habituellement recommandé pour ce type de fracture. Toutefois, dans de rares occasions, un traitement conservateur avec la mise en place d'un plâtre peut être envisagé, mais le risque de complications demeure élevé (Girling., 2016).

L'intervention chirurgicale réalisée doit permettre de réduire la fracture en garantissant le meilleur alignement possible des deux bouts (Pozzi *et al.*, 2013; Girling., 2016) en mettant en place un montage qui permettra de contrarier toutes les forces.

La récupération de la fonction initiale du membre sera alors permise, et ceci avec la meilleure santé articulaire possible sur le long terme.

L'objectif de notre travail est de réaliser une revue bibliographique sur les fractures du radius et de l'ulna chez les carnivores domestiques et les différentes techniques de traitement réalisées.

I. ÉTUDE SPÉCIFIQUE DE L'OS DU RADIUS ET DE L'ULNA CHEZ LE CHAT ET LE CHIEN

1. ANATOMIE DE L'AVANT BRAS

1.1. Définition

L'avant-bras (Figure 1) est la partie du membre antérieur située entre le coude et le carpe (poignet) (Larousse médical., 2000 ; Mc cracken *et al.*, 2008).

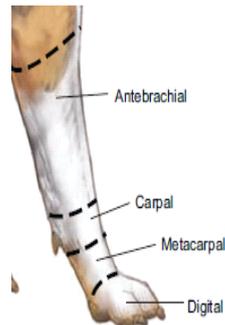


Figure 1. Région antébrachiale chez le chien (Larousse médical., 2000 ; Mc cracken *et al.*, 2008).

Le radius et l'ulna constituent le squelette de l'avant-bras (Bourdelle & Bressou., 1953; Bressou., 1961; Barone., 1966; Barone., 1976). Le radius en dehors, l'ulna (cubitus) en dedans sont réunis par le ligament interosseux et délimitent deux régions de l'avant-bras: la région antébrachiale antérieure et la région antébrachiale postérieure (Barone., 1966; Barone., 1976).

1.2. Ostéologie

1.2.1. Le radius est l'os dorsal de l'avant-bras, situé entre l'humérus et la première rangée des os du carpe, et uni de façon variable à l'ulna (Barone., 1966; Pierard., 1972; Barone., 1976; Evans de Lahunta., 2013). C'est un os long, pair et asymétrique (Bourdelle & Bressou., 1953; Bressou., 1961; Barone., 1966; Barone., 1976). Sa direction est à peu près verticale chez les mammifères domestiques (Barone., 1966; Barone., 1976).

Il comprend 3 parties:

Une partie moyenne (corps), deux extrémités l'une proximale et l'autre distale (Bourdelle & Bressou., 1953; Bressou., 1961; Barone., 1966; Barone., 1976).

Le radius s'articule: · En haut avec le capitulum de l'humérus par la fossette articulaire radiale.

- En haut et en dedans avec l'ulna par la circonférence articulaire radiale.
- En bas et en dedans avec l'ulna par incisure ulnaire.
- En dedans avec l'ulna par la membrane interosseuse.

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

· En bas avec le scaphoïde.

Chez le **chien**, le radius est plus développé que l'ulna. La tête radiale arrive normalement à la même hauteur que le bord caudal de l'olécrane. Elle comporte ainsi deux surfaces articulaires:

- l'une convexe en face caudale du radius, permet à celui-ci de se placer dans l'axe sagittal de l'incisure radiale et des processus coronoïdes de l'ulna.
- l'autre dorsale et creuse, accueille le capitulum, la lèvre médiale ainsi que la gorge de la trochlée humérale.

Ainsi, la partie latérale de l'articulation supporte 80% du poids du membre supérieur. L'apophyse coronoïde est triangulaire, à base large et à sommet émoussé, l'extrémité inférieure est mince et ses reliefs sont peu accusés (Bourdelle & Bressou., 1952; Pierard., 1972; Evans de Lahunta., 2013).

Chez le **chat** (Figure 2) le radius est épais, plutôt rond qu'aplati, le col supportant l'extrémité supérieure est très net; la cupule articulaire est arrondie, la surface cubitale développée et l'apophyse coronoïde obtuse. Inférieurement, l'extrémité forme une sorte de pointe saillante représentant l'apophyse styloïde de l'homme; les coulisses tendineuses antérieures sont très accusées (Bourdelle & Bressou; 1952., Pierard; 1972).



Figure 2. Schéma du radius-ulna gauche d'un chat (Barone., 1999)

1.2.2. L'ulna est l'os palmaire de l'avant-bras. C'est un os long pair et asymétrique, situé caudalement et latéralement au radius, il s'articule avec l'humérus proximale et le carpe distalement (Bourdelle & Bressou., 1953; Barone., 1966; Pierard., 1972; Barone., 1976; Evans & de Lahunta., 2013).

L'ulna possède une partie moyenne (corps de l'ulna) et deux extrémités, l'une proximale et l'autre distale. Cet os triangulaire dans sa partie supérieure est cylindroïde dans sa partie inférieure (Bourdelle & Bressou., 1952; Barone., 1966; Barone., 1976). Chez le **chien** (Figure 3), le corps est

épais et sa partie supérieure est atténuée à la partie inférieure. Chez le chat, l'ulna est plus comprimé en haut mais plus épais en bas (BRESSOU., 1953; Evans de Lahunta., 2013).

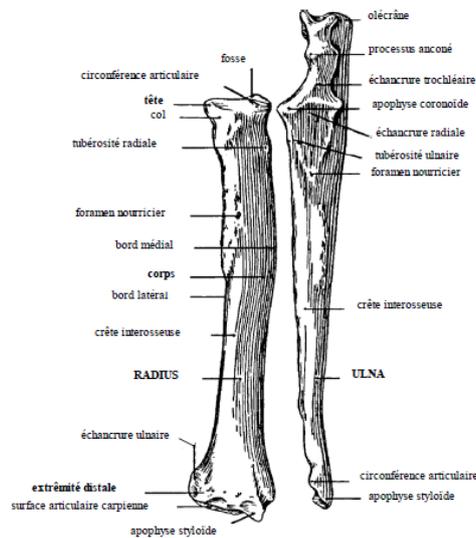


Figure 3. Membre antérieur gauche de chien, radius face caudale et ulna face crâniale (Evans., 1993).

1.3. Les muscles de l'avant-bras

Chez le chien et le chat, les muscles brachiaux (Figure 4) sont plus nombreux et plus divisés que dans les autres espèces, en raison de la mobilité relative de la main et du nombre plus important de doigts (Bourdelle & Bressou., 1952; Hudson & Hamilton., 2010).

1.3.1. Le muscle rond pronateur

C'est un muscle pronateur comme son nom l'indique mais aussi légèrement fléchisseur de l'avant-bras (Barone., 1999). Il s'insère médialement au coude, à la base de l'épicondyle médial de l'humérus, pour finir sur le tiers proximal du bord médial du radius (Barone., 1999; Hudson & Hamilton., 2010; De Nazelle., 2019).

1.3.2. Le muscle court supinateur

Il est situé sous le muscle extenseur radial du carpe, s'insère sur l'épicondyle latéral de l'humérus, pour finir dorsalement sur la partie proximale du radius (Barone., 1999; Hudson & Hamilton., 2010; De Nazelle., 2019).

1.3.3. Le muscle extenseur oblique du carpe

Ce muscle s'insère sur l'interligne radio-ulnaire pour finir sur la partie médiale de l'os métacarpien le plus médial (Barone., 1999; Hudson & Hamilton., 2010; De Nazelle., 2019).

1.3.4. Le muscle brachio-radial (muscle long supinateur)

Ce muscle se situe sous le fascia ante-brachial. Il s'insère sur la crête épicondylaire de l'humérus, pour finir sur le bord médial distal de radius, il est supinateur et fléchisseur du coude (Barone., 1999; De Nazelle., 2019).

1.3.5. Le muscle extenseur radial du carpe

Il s'insère sur la crête épicondylaire de l'humérus, pour se terminer chez le chien sur la face dorsale des os métacarpiens. Il a donc un tendon d'insertion double (Barone., 1999; Hudson & Hamilton., 2010; De Nazelle., 2019).

1.3.6 Le muscle extenseur ulnaire latéral

Ce muscle extenseur chez le chat et fléchisseur chez le chien, s'insère sur l'épicondyle latéral de l'humérus, pour se terminer sur l'os piriforme et l'os métacarpien le plus latéral (l'os métacarpien V) (Barone., 1999; Hudson & Hamilton., 2010; De Nazelle., 2019).

1.3.7. Le muscle fléchisseur radial du carpe

Il a un long tendon qui s'étend sur la face médiale du membre. Il s'insère sur l'épicondyle médial de l'humérus et se termine sur le métacarpien II ou III (Barone., 1999).

1.3.8. Le muscle extenseur latéral des doigts

Il s'insère sur le ligament collatéral latéral du coude et se termine sur les doigts.

1.3.9. Le muscle fléchisseur ulnaire du carpe (ulnaire médial)

Il comporte deux chefs qui fusionnent: un chef huméral (qui s'insère sur l'épicondyle médial) et un chef ulnaire qui s'insère sur la partie caudale de l'olécrane) et se termine sur le pisiforme (Barone., 1966; Barone., 1976; Hudson & Hamilton., 2010; De Nazelle., 2019).

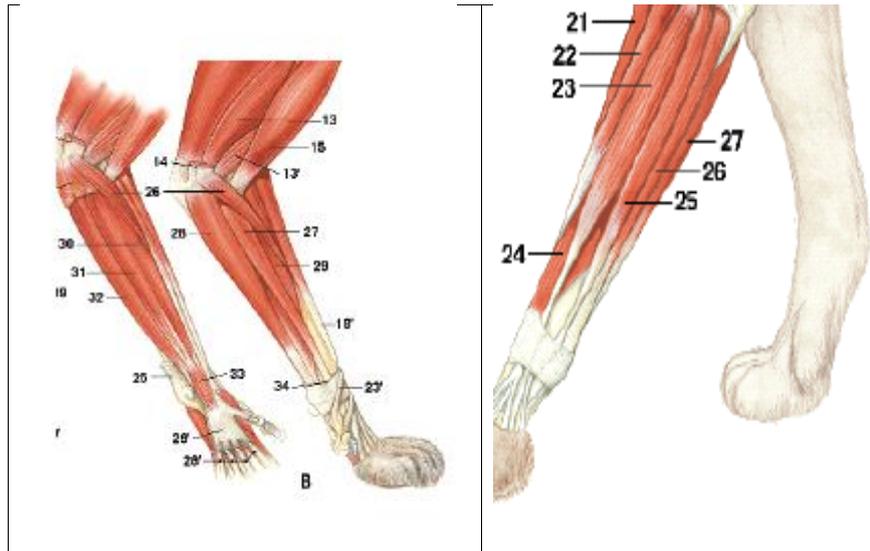


Figure 4. Muscles de l'avant-bras du chat (Hudson & Hamilton., 2010).

21. M. Extenseur oblique du carpe; **22.** M. Supinateur; **23.** M. long supinateur;
24. M. Extenseur latéral des doigts; **25.** M. Fléchisseur ulnaire du carpe; **26.** M. Rond pronateur;
27. M. Fléchisseur radial du carpe; **28.** M. Fléchisseur superficiel des doigts;
29. M. Fléchisseur profond des doigts; **30.** Tête du radius; **31.** Tête de l'humérus; **32.** Tête de l'ulna.

1.4. Vaisseaux et nerfs de l'avant-bras

Chez les carnivores domestiques, les vaisseaux et les nerfs (Figure 5) de l'avant-bras se distribuent suivant un plan superposable à celui des autres mammifères domestiques. Ils constituent deux réseaux, un superficiel et un profond (Bourdelle & Bressou., 1952; Barone., 1966; Pierard., 1972; Barone., 1976).

1.4.1. Artères

1.4.1.1. L'artère radiale antérieure encore appelée artère dorsale de l'avant-bras.

Elle naît à la partie inféro-interne du bras, contourne l'extrémité radiale du biceps et se porte sur l'extenseur antérieur du métacarpe (Barone., 1976).

1.4.1.2. L'artère radiale

Elle s'engage dès sa naissance au-dessous du muscle rond pronateur, du côté interne de l'avant-bras, elle se place ensuite accompagnée de sa veine satellite et du nerf médian, d'abord entre le grand palmaire et le perforant, puis entre ce dernier et le perforé. Elle traverse ensuite la gaine carpienne du côté interne du tendon perforant et se termine vers le tiers supérieur du métacarpe par quatre artères palmaires métacarpiennes (Bourdelle & Bressou., 1952; Barone., 1966; Pierard., 1972; Barone., 1976).

1.4.1.3. L'artère cubitale

Cette artère est la seconde des branches terminales de l'artère humérale. D'abord volumineuse, elle réduit rapidement son volume après avoir fourni l'artère interosseuse de l'avant-bras.

L'artère interosseuse de l'avant-bras s'échappe de l'artère cubitale presque à l'origine de ce vaisseau. L'artère interosseuse dorsale se dégage de dessous l'extenseur propre du pouce et de l'index, se porte sur la région dorsale du carpe et s'anastomose avec la branche antérieure de la cubitale en dehors. L'artère interosseuse palmaire franchit la gaine carpienne accolée au côté interne du pisiforme (Barone., 1976).

1.4.2. Veines

On distingue des veines superficielles et des veines profondes.

Les veines superficielles sont parfaitement visibles sous la peau: la veine sous cutanée antérieure et la veine sous cutanée médiane (Bourdelle & Bressou., 1952; Pierard., 1972).

Les veines profondes sont satellites des artères, on peut donc reconnaître une veine radiale postérieure, une veine cubitale et une veine interosseuse qui naissent de l'arcade sous-carpienne en même temps que la veine sous cutanée médiane (Barone., 1976).

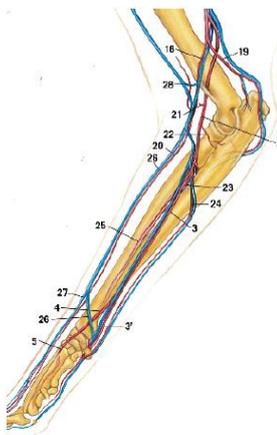


Figure 5. Vascularisation antébrachiale chez le chat (Hudson & Hamilton., 2010).

5. Branche perforante proximale; **18.** Artère brachiale superficielle; **19.** Artère collatérale ulnaire ; **20.** Artère ante-brachiale superficielle; **21.** Artère ulnaire transverse; **22.** Artère ante-brachiale profonde; **23.** Artère interosseuse crâniale; **24.** Artère ulnaire; **25.** Artère interosseuse caudale; **26.** Veine céphalique; **27.** Veine accessoire céphalique; **28.** Veine cubitale médiane.

1.4.3. Vaisseaux lymphatiques

Les vaisseaux lymphatiques de l'avant-bras sont aussi satellites des veines et des artères.

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Les vaisseaux superficiels suivent le trajet de la veine céphalique pour atteindre les ganglions prèscapulaires. Les vaisseaux profonds aboutissent directement au ganglion brachial (Bourdelle & Bressou., 1952; Pierard., 1972).

1.4.4. Nerfs

La connaissance de la topographie nerveuse (Figure 6) est nécessaire afin d'éviter toute lésion iatrogène lors de l'abord chirurgical. La maîtrise des territoires cutanés sensitifs permet en outre d'objectiver les lésions existant tant en préopératoire qu'en postopératoire (Bourdelle & Bressou., 1952; Barone., 1966; Pierard., 1972; Barone., 1976).

1.4.4.1. Le nerf radial

Ce nerf venant du bras, donne à la région anté-brachial ses deux branches terminales. L'une de ces branches est musculaire et l'autre sous-cutanée (Bourdelle & Bressou., 1952; Barone., 1966; Pierard., 1972; Barone., 1976).

1.4.4.2. Le nerf cubital

Il s'engage entre les deux portions du muscle cubital interne et descend entre ce muscle et le fléchisseur profond des phalanges pour se diviser en deux branches, l'une antérieure superficielle et l'autre postérieure profonde (Bourdelle & Bressou., 1952; Barone., 1966; Pierard., 1972; Barone., 1976).

1.4.4.3. Le nerf médian

Il atteint l'avant-bras en suivant le bord postérieur de l'artère humérale et s'acole de même à l'artère radiale (Barone., 1976).

Il se termine par trois branches métacarpiennes palmaires qui descendent en arrière des trois espaces inter carpiens internes pour former, en s'unissant aux branches palmaire de nerf cubital les nerfs collatéraux palmaires des doigts correspondants (Bourdelle & Bressou., 1952; Barone., 1966; Pierard., 1972; Barone., 1976).

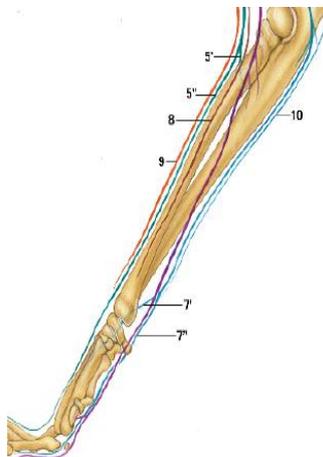


Figure 6. L'innervation de l'avant-bras chez le chat (Hudson & Hamilton.,2010).

5. Nerf radial; 5'. Branche profonde; 5''. Branche superficielle; 7. Nerf ulnaire; 7'. Branche dorsale; 7''. Branche palmaire; 8. Nerf cutané ante-brachial médial; 9. Nerf cutané anté-brachial caudal.

II. ÉTUDE DES FRACTURES DU RADIUS ET DE L'ULNA

1. Définition d'une fracture

Une fracture (Figure 7) est une solution de continuité complète ou incomplète de l'os ou du cartilage. Elle s'accompagne de lésions plus ou moins graves des tissus mous environnants, notamment des vaisseaux sanguins, et de troubles fonctionnels du système locomoteur (Brinker *et al.*, 1994; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).



Figure 7. Fracture transverse radius ulna gauche (Kraus *et al.*, 2017).

Les fractures du radius et de l'ulna sont très fréquemment rencontrées chez les chats et les chiens elles représentent 17 à 18% de l'ensemble des fractures chez le chien et 6 à 8% de l'ensemble des fractures chez les chats (Lunjgreen., 1971; Ray & Jon., 1992; Probst., 2014). Elles sont généralement le résultat d'un simple saut mal réceptionné ou d'une chute, ou peuvent également survenir lors d'accident de la voie publique, ou suite à un autre traumatisme (Probst., 2014).

2. Classification des fractures du radius et de l'ulna

Les fractures du radius et de l'ulna peuvent être classées comme simples ou complexes, complètes ou incomplètes, par tassement ou par arrachement, transverses, oblique ou spiroïdes (Leonard., 1974; Brinker *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 2000; Piermattei *et al.*, 2009). Tous les types de fractures peuvent être rencontrés sur le radius ou l'ulna ou sur les deux os à la fois (Decamp *et al.*, 2016).

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

La classification des fractures est importante car elle permet au chirurgien de choisir judicieusement le traitement approprié.

Les classifications utilisables aujourd'hui sont strictement préopératoires et permettent d'orienter le traitement dans le cadre de l'urgence (Johnson., 2012; Girling., 2016).

En 1990, La classification proposée par UNGER, MONTAVON et HEIM a été adoptée par un groupe d'étude international: l'A.O. Vet. international. Elle est fondée sur un code alphanumérique à 4 éléments. Les deux premiers concernent la localisation de la fracture: os concerné et localisation sur l'os, les deux derniers informent sur la morphologie et la complexité des foyers de fracture (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1. Fractures de l'extrémité proximale

2.1.1. Type A1, fracture de l'ulna

Ce type de fracture est relativement rare car cette région de l'ulna n'est pas portante et n'est pas soumise à des forces indirectes. Les fractures de ce type ne peuvent donc être que le résultat d'un traumatisme direct (Brinker *et al.*, 1994; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.1.1. Les Fractures de Monteggia

Une fracture de Monteggia (Figure 8) se définit comme la coexistence d'une fracture du tiers proximal de l'ulna, d'une luxation de la tête radiale, et d'une disjonction radio-ulnaire (Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016).



Figure 8. Fracture de Monteggia avec rupture du ligament annulaire (Decamp *et al.*, 2016).

On distingue les fractures de Monteggia de:

Type I: C'est le type le plus fréquent, la tête du radius luxée se trouve crânialement à l'articulation et les os présentent une angulation crâniale. L'articulation radio-ulnaire proximale peut être intacte ou les deux os peuvent se séparer par rupture du ligament annulaire du radius et du faisceau caudal du ligament collatéral latéral.

Le type II: présente une luxation caudale de la tête du radius avec une angulation caudale.

Le type III: présente une luxation latérale ou crânio latérale de la tête du radius.

type IV: rarement rencontré, ce type présente une luxation crâniale de la tête du radius associée à une fracture des diaphyses proximales du radius et de l'ulna (Brinker *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 2000; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.2. Fractures radiales de type A2

C'est une fracture extra-articulaire de la tête du radius. Elle est rare et peut s'accompagner ou non, d'une luxation du coude (Brinker *et al.*, 1994; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.3. Fractures radiales et ulnaires de type A3

C'est une fracture extra-articulaire des deux os (Brinker *et al.*, 1994; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.4. Fractures de type 2-1-B; fractures articulaires simples proximales

Après la fracture, le muscle triceps brachial tire la tubérosité olécraniennne proximale et plie le bras dans la direction de la diaphyse humérale (Brinker *et al.*, 1994; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.5. Fractures de l'ulna de type B1

C'est une fracture intra-articulaire partielle dans laquelle l'ulna est fracturée mais le radius est intact (Brinker *et al.*, 1994; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.6. Fractures du radius de type B2

La fracture est articulaire (intra-articulaire partielle), le radius est fracturé mais l'ulna est intacte (Brinker *et al.*, 1994; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.7. Fractures de type B3

La fracture est articulaire (intra-articulaire partielle) pour l'un des deux os (radius ou ulna) et extra-articulaire pour l'autre (Brinker *et al.*, 1994; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.8. Fracture de type 2-1-C articulaire comminutive

C'est une fracture articulaire (Figure 9) complexe résultant d'un choc violent au cours duquel l'os a été fragmenté, éclaté ou écrasé en plusieurs fragments.



Figure 9. Fracture articulaire oblique de l'olécrane (Kraus *et al.*, 2017).

2.2. Fractures diaphysaires

Un pourcentage élevé de fractures diaphysaires (Figure 10) se produit au niveau des tiers moyen et distal et atteint à la fois le radius et l'ulna, ces fractures se produisent à tous les niveaux et comprennent tous les types (Brinker *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 2000; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

On distingue 9 types de fractures diaphysaires:

- fracture type 2-2-A; diaphysaire radiale simple ou incomplète.
- type A1 incomplète ou n'intéressant qu'un seul os.
- type A2, simple; partie distale.
- type A3, simple; partie proximale.
- Fracture de type 2-2-B diaphysaire du radius, comminutive en aile de papillon.
- Fracture de type 2-2-C, fracture complexe diaphysaire du radius.
- Type C1, complexe; partie diaphysaire.
- Fracture de type C3 diaphysaire, complexe.
- Fracture de type C2 diaphysaire, complexe.

(Brinker *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 2000; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

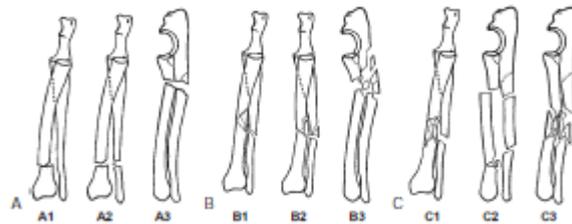


Figure 10. Fractures diaphysaires du radius et de l'ulna (Decamp *et al.*, 2016).

A. A1, incomplète; A2, simple, partie distale; A3, simple, partie proximale.

B. B1, Simple avec fracture de l'ulna; B2, Partie distale, comminutive de l'ulna; B3, Partie proximale, comminutive, de l'ulna.

C. C1, avec fracture ulnaire simple ou en aile de papillon; C2, multiple radiale, complexe ulnaire C3, complexe ulnaire.

2.3. Fractures de la partie distale du radius et de l'ulna

Les fractures de cette région chez le chien (Figure 11) touchent principalement les chiens de petites taille et les races miniatures (Lunjgreen., 1971., Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

Le tiers distal du radius et de l'ulna est une zone particulièrement fragile chez le chien. Il est le lieu le plus fréquent des fractures de l'avant-bras et ce type de fracture est la troisième fracture la plus souvent rencontrée chez le chien. La structure de l'os peut éventuellement expliquer la localisation distale des fractures (Girling., 2016).

On distingue :

- Fracture de type 2-3-A; distale extra-articulaire.
- Fracture type A1, fracture de l'ulna.
- type A2 fracture simple de radius et type A3 fracture comminutive de radius:

Chez les chiens de races naines et miniatures, un traumatisme mineur suffit à rompre la région distale du radius et se produisent souvent après un saut ou une chute (Girling., 2016).

- Fracture de type 2-3-B, distale, articulaire, partielle.

Les fractures du processus styloïde radial provoquent une instabilité de l'articulation ante-brachio-carpienne (Girling., 2016; Brinker *et al.*, 2016).

- Fracture de type 2-3-C; distale, articulaire, complète. Ces fractures rares sont des fractures articulaires qui peuvent atteindre la partie centrale de la surface articulaire (Leonard., 1974; Brinker *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 2000; Piermattei *et al.*, 2009).

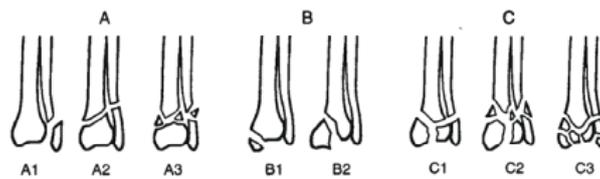


Figure 11. Classification des fractures distales du radius et de l'ulna (Decamp *et al.*, 2016).

A. A1, ulna; A2, simple, du radius; A3, comminutive du radius.

B. B1, sagittale du radius; B2, frontale du radius.

C. C1, simple, métaphysaire simple; C2, simple, métaphysaire comminutive; C3, comminutive.

3. Examens complémentaires

Les commémoratifs et les signes cliniques suffisent le plus souvent à diagnostiquer une fracture du radius et de l'ulna. Des radiographies sont essentielles pour caractériser précisément la nature de la fracture (Leonard., 1974; Lewis *et al.*, 2000; Piermattei *et al.*, 2009; Johnson., 2012).

3.1. Diagnostic radiographique

Pour la réalisation d'un bon diagnostic radiologique, il est essentiel de réaliser des radiographies selon au moins deux incidences perpendiculaires entre elles (Probst., 2014).

Les radiographies obtenues permettent de connaître le type de fracture, la localisation précise du trait de fracture, le déplacement des bouts osseux, la présence ou non d'esquilles (Leonard., 1974; Brinker *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 2000; Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014).

3.2. Le score des fractures du radius-ulna

Le score d'évaluation d'une fracture est une méthode objective qui prend en compte toutes les caractéristiques pertinentes d'une fracture pour faciliter la prise en charge des patients fracturés (Johnson., 2012). Cette méthode implique l'attribution d'un score de 1 à 10 pour un certain nombre de différents facteurs mécaniques, biologiques et cliniques (patient / propriétaire). Les scores dans chacune des trois catégories devraient être combinés pour donner un score global qui façonnerait le type de méthode de fixation utilisé (Piermattei *et al.*, 2009).

Des scores plus élevés sont donnés pour les facteurs qui prédisent une guérison plus rapide, des charges minimales sur les implants et un risque réduit d'échec de ce dernier (Johnson., 2012).

III. Traitement des fractures du radius et de l'ulna

Certaines fractures du radius et de l'ulna sont réduites par un traitement chirurgical d'autres par un traitement conservateur (Johnson., 2012; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016). Le membre fracturé

doit être protégé par un bandage Robert-Jones (Figure 12) jusqu'à ce qu'un traitement définitif puisse être effectué (Probst., 2014).



Figure 12. Application d'un bandage Robert-Jones (Johnson., 2012).

1. Traitement conservateur (non chirurgical)

1.1. Méthodes de fixation

1.1.1. Contention externe

Quelques cas de fractures stables de type A1 et A2 de la diaphyse ou de la partie distale de l'ensemble radius/ulna répondent à la contention externe (Decamp *et al.*, 2016).

Les fractures intéressant uniquement le radius ou uniquement l'ulna, sont souvent traitées correctement par contention externe (Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016).

Lors de la mise en place d'une contention externe, la réduction peut s'effectuer à foyer fermé en associant une traction, une contre-traction et des manipulations manuelles (Figure 13) (Johnson., 2012; Decamp *et al.*, 2016).



Figure 13. Réduction à foyer fermé par traction contre-traction et manipulation (Decamp *et al.*, 2016).

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans certains cas, la réduction à foyer ouvert est préférable aux manipulations à foyer fermé qui peuvent occasionner des traumatismes excessifs sur les tissus au niveau du foyer de fracture. Après l'intervention, il existe une tendance du carpe à l'hyper extension, à une déviation en valgus et à une rotation externe (par suite d'une perte de tonus des muscles fléchisseurs) (Decamp *et al.*, 2016).

La position de ménagement de la main en appui quadripodal ou pendant la marche joue également un rôle. Pour prévenir cette évolution défavorable en cas d'utilisation d'une contention externe, il faut positionner la main légèrement en varus, flexion et rotation interne. Pour cela, le meilleur moyen consiste à utiliser une résine modelée sur le membre (Piermattei *et al.*, 2009; Johnson., 2012; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016; Canapp *et al.*, 2012).

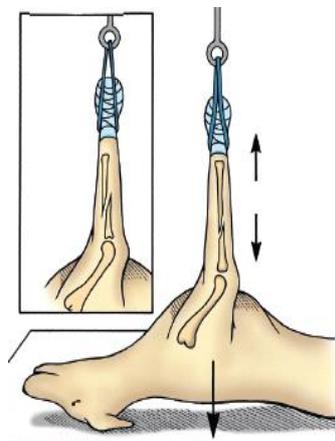


Figure 14. Utilisation du poids de l'animal pour appliquer une traction et une contre-traction afin de fatiguer le muscle et lever les contractions (Johnson., 2012).

1.1.1.1. Attelle

En tant que seul moyen d'immobilisation, l'attelle de Mason ou un dispositif de contention similaire se limite aux fractures les plus stables et les plus distales (fracture en bois vert et certaines fractures sous-périostées) parce qu'il est impossible d'immobiliser l'articulation du coude correctement. Beaucoup d'attelles ont tendance à se relâcher et doivent être contrôlées constamment pour s'assurer qu'elles accomplissent bien le but recherché (Decamp *et al.*, 2016).

Dans les fractures complètes, la position légèrement en varus est difficile ou impossible à obtenir et à maintenir avec ces attelles. Les attelles de Thomas peuvent donner de bons résultats sur les fractures diaphysaires si le praticien est habitué à leur mise en place; cependant, les résines modelables en fibre de verre sont généralement plus efficaces (Johnson., 2012; Canapp *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016).

1.1.1.2. Plâtres

Dans les fractures stables, un plâtre long, en plâtre de Paris ou en fibre de verre modelable, peut être utilisé comme seule immobilisation (Johnson., 2012; Decamp *et al.*, 2016). Si l'on plâtre une fracture instable, il se produit souvent un chevauchement des bouts, Un rembourrage excessif (compresses) à l'intérieur du plâtre permet des mouvements de torsion au niveau du foyer de fracture et peut entraîner des retards de consolidation, des pseudarthroses ou des cals vicieux (Decamp., 2016).

La période d'application du plâtre est courte généralement pas plus de 6 semaines (Johnson., 2012).

Le coussinet accessoire du carpe et la pointe de l'olécrane représentent deux sites prédisposés aux escarres sous un plâtre mis en place sur le membre thoracique. La mise en place sous le plâtre d'un coussinet en forme de «doughnut» (Figure 15), au niveau de ces points de pression, réduit la nécessité d'un rembourrage global épais et diminue les escarres au niveau de ces sites (Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016). Si on utilise une résine en fibre de verre, on peut remplacer ce coussinet par une fenêtre rectangulaire, découpée dans la fibre de verre au niveau des points de pression, à la scie à plâtre, pour réduire la pression locale (Canapp *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016).

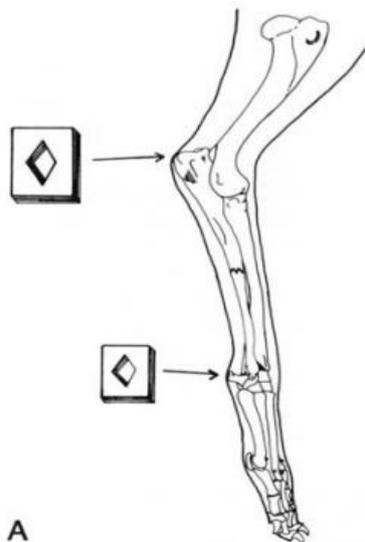


Figure 15. Application des coussinets en forme de «doughnut» (Probst., 2014).

2. Traitement chirurgical

2.1. Matériel de fixation

2.1.1. Enclouage centromédullaire

Comme le radius est relativement rectiligne, que ses deux extrémités sont complètement recouvertes de cartilage articulaire et que son diamètre médullaire crânio-caudal se rétrécit, sa diaphyse ne se prête pas aussi bien que celle des autres os longs à une fixation par clou centromédullaire (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016; Johnston *et al.*, 2012).

Lors d'enclouage centromédullaire, le clou doit être inséré médialement à la surface articulaire distale et doit être de faible diamètre pour se courber et suivre la cavité médullaire à la manière d'une broche de Rush. S'il est inséré crânialement, il doit être inséré au-dessus de l'articulation pour éviter les traumatismes cartilagineux et la contracture du carpe en flexion de plus, il doit être courbé pour suivre le canal médullaire (Decamp *et al.*, 2016). Une contention complémentaire doit être appliquée après l'enclouage (Johnston *et al.*, 2012).

Chez les petits chiens, un clou peut être utilisé pour maintenir l'alignement des fragments des fractures stables. Généralement, le clou mis en place est trop petit par rapport à la taille de la cavité médullaire. Les tentatives de fixation par enclouage centromédullaire, en particulier chez les chiens de races très petites ou naines, sont une cause fréquente de retard de consolidation ou de pseudarthroses. L'enclouage n'est pas possible que chez les chiens de grande taille et, même dans ce cas, il a l'inconvénient de nécessiter une contention externe complémentaire (Decamp *et al.*, 2016; Johnston *et al.*, 2012).

L'enclouage centromédullaire de l'ulna s'effectue facilement à partir de l'olécrane, en direction distale. Le diamètre étroit du tiers distal de cet os limite l'emploi de clous de taille adaptée aux deux tiers proximaux de l'ulna. L'enclouage de l'ulna avec un clou de Steinmam est généralement indiqué comme soutien complémentaire d'une fixation d'une fracture radiale. Les fractures extra-articulaires proximales de type 1A sont les seules fractures diaphysaires adaptées à l'enclouage centromédullaire en tant que fixation primaire (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.2. Fixateur externe

Le fixateur externe (Figure 16) est un traitement abordable pour les fractures des os longs, il est bien adapté pour la stabilisation après réduction fermée des fractures comminutives (Ray & Jon., 1992; Johnson., 2012; Probst., 2014).

Cette technique minimise les perturbations de la vascularisation des fragments de la fracture (Probst., 2014). Ce mode de fixation s'adapte à la plupart des fractures diaphysaires du radius et de

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

l'ulna. Il est principalement indiqué dans les fractures ouvertes, les retards de consolidation, les pseudarthroses et les ostéotomies correctrices. Il est particulièrement efficace chez les petits chiens (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

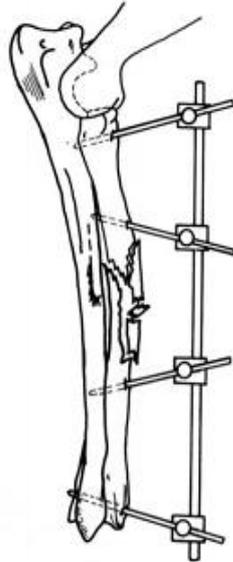


Figure 16. Une fracture radiale comminutive stabilisé par un fixateur externe de type I (Probst., 2014).

Dans la plupart des cas, les broches sont insérées sur le bord médial ou craniomédial du radius, car l'os est plus superficiel à ce niveau et le fixateur se trouve dans une position de moindre interférence avec les cages, clôtures ou autres objets (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

Différents montages (hémicadre, montage biplan de type I, montage en cadre de type II, montage trilatéral de type III) (Figure 17) peuvent être utilisés (Ray & Jon., 1992; Johnson., 2012; Decamp *et al.*, 2016). Toutefois, selon l'expérience du chirurgien, l'hémicadre de type I à une seule barre de liaison convient dans presque tous les cas; il est simple à mettre en place et entraîne le moins de complications. Cette méthode exige que toutes les broches soient mises en place dans un même plan. Selon la taille de l'animal et la stabilité de la fracture, 2, 3 ou 4 broches par fragment sont mises en place. Sur certaines fractures très comminutives, un montage biplan (un hémicadre sur la face médiale et un autre sur la face crâniale) peut être indiqué (Decamp *et al.*, 2016).

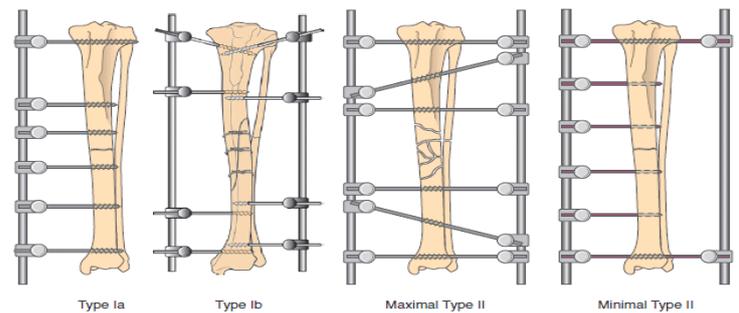


Figure 17. Position des barres externes et nomenclature des différents montages (Johnson., 2012).

Cette configuration est également utile lors de fracture distale de type A2 parce qu'elle permet la mise en place de trois broches dans le fragment de très petite taille. Le fixateur hybride II/ III est utile dans les fragments distaux extrêmement courts. Si l'on s'attend à une augmentation des contraintes au niveau du foyer de fracture du fait de la taille importante du chien, de son tempérament ou de la configuration de la fracture, on peut également choisir un système de fixateurs avec des barres de liaison de gros diamètre. L'emploi de ce système peut permettre au chirurgien d'opter pour un montage plus simple lors de fractures plus complexes et instables (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

Un des avantages importants du fixateur externe lors de fracture du radius est de permettre la mise en place du montage à foyer fermé ou après réduction chirurgicale par abord très limité. Du fait de la musculature limitée de l'avant-bras, la réduction à foyer fermé est plus facile à réaliser que sur l'humérus et le fémur (Johnson., 2012). Bien que l'on puisse utiliser tous les types de fixateurs, le type II est particulièrement indiqué lors réduction à foyer fermé. Si les broches des extrémités proximale et distale sont insérées en premier à 90 degrés par rapport à l'os, elles deviennent un indicateur visuel de la justesse de la réduction, car elles deviendront parallèles l'une à l'autre après réduction de la déformation angulaire dans ce plan (Johnson., 2012; Decamp *et al.*, 2016). De plus, elles peuvent être utilisées pour fixer, si on le souhaite, un distracteur de fracture de manière à faciliter la réduction. Si on rencontre des difficultés à réduire la fracture à foyer fermé, il est souvent possible d'opter pour un abord limité sur la diaphyse de l'ulna pour réduire la fracture. Si la fracture de l'ulna est simple, sa réduction assure également la réduction adéquate du radius. Une autre méthode consiste à choisir un abord à foyer ouvert limité du radius pour permettre la réduction sous vision directe, avec une perturbation minimale du foyer de fracture ce qui conserve une vascularisation maximale des fragments de la fracture (Johnson., 2012). L'abord à foyer ouvert permet également l'emploi d'une fixation complémentaire comme des broches de Kirschner ou des

vis de traction qui peuvent être insérées en perturbant au minimum les tissus mous (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

2.1.3. Plaques

Les plaques osseuses (Figure 18) sont le traitement de choix des fractures radio-ulnaires chez les races naines (Girling., 2016) ainsi que chez les grandes races. Lorsqu'elles sont correctement mise en place (Figure 18), elles reconstruisent une stabilité stricte (Probst., 2014). Elles peuvent être adaptées à la plupart des fractures diaphysaires du radius et de l'ulna (Decamp *et al.*, 2016; Girling., 2016).

Généralement, lors de fracture diaphysaire, la plaque n'est fixée que sur le radius. Si le radius est bien stabilisé, la fixation de l'ulna n'est généralement pas nécessaire. Chez les grands chiens, on recommande généralement de mettre en place une petite plaque à la fois sur le radius et sur l'ulna plutôt qu'une seule grande plaque sur le radius (Johnson., 2012).

On peut utiliser des plaques ordinaires (à trous ronds), des plaques de compression dynamique (DCP), des plaques de compression dynamique à contact limité (LC-DCP) ou des plaques semi-tubulaires. On emploie le plus souvent des plaques de compression dynamique du fait de leur potentiel de compression du foyer de fracture (Decamp *et al.*, 2016).

Les plaques semi-tubulaires doivent avoir une taille suffisante et être courbées le moins possible pour les adapter à la surface de l'os. Pour les fractures distales, la plaque en T permet de mettre en place deux ou trois vis dans un segment de petite taille et la plaque sécable vétérinaire est également intéressante chez les chiens de petite taille (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).



Figure 18. Traitement par plaque d'une fracture diaphysaire du radius et de l'ulna (Probst., 2014).

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

La mise en place crâniale de la plaque est la méthode la plus utilisée sur l'ensemble des fractures diaphysaires parce que cette face est facile d'accès et fournit une surface large très légèrement courbée (Probst., 2014). Cette surface est bien adaptée aux fractures des régions proximales et médio-diaphysaire du radius.

La dissection et l'élévation des tendons des muscles extenseurs de leur gaine synoviale de la partie moyenne de la trochlée du radius et le glissement consécutif de ces tendons sur la surface de la plaque produit divers degrés de troubles fonctionnels (Johnson., 2012). De plus, des problèmes sont parfois rencontrés lors de la fermeture des tissus mous peu abondants sur une plaque distale. La plupart de ces problèmes peuvent être éliminés par la mise en place médiale de la plaque lors de fracture distale (Girling., 2016). La face médiale du radius étant plus étroite que la face crâniale, il faut utiliser de plus petites plaques (2,7 au lieu de 3,5 mm) qui permettent de mettre en place plus de vis par unité de longueur de plaque et augmentent la possibilité de placer une vis de traction au travers de la plaque lors de fracture oblique. Elles peuvent aussi être légèrement contournées avec une faible courbure qui leur permet de s'adapter à l'incurvation crâniale normale du radius (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

La fixation combinée sur le radius et l'ulna est plus souvent envisagée lors de fracture complexe chez les chiens de grande taille ou géante (Probst., 2014). On peut mettre en place deux plaques, sur le radius et sur l'ulna, pour obtenir une fixation très rigide ou une plaque sur la fracture du radius et un enclouage sur la composante ulnaire. Le clou de l'ulna fournit une excellente protection contre les forces de flexion qui affectent la plaque du radius (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

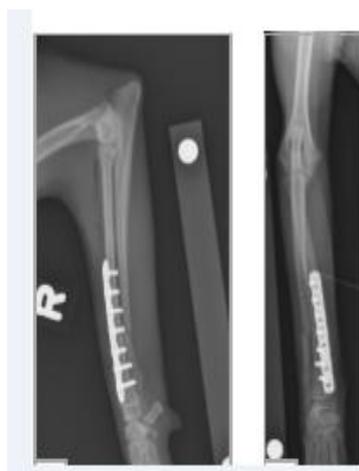


Figure 19. Fracture transverse de radius ulna droit stabilisée par plaque osseuse (Kraus *et al.*, 2017).

2.1.4. Vis de traction

En tant que moyen de fixation primaire, les vis de traction sont principalement utilisées lors de fracture articulaire distale (Decamp *et al.*, 2016). Les fractures obliques longues ou spiroïdes du radius et de l'ulna peuvent être stabilisées au moyen de vis de traction maintenant l'alignement et exerçant une compression inter-fragmentaire au niveau du trait de fracture.

Cette fixation doit être complétée par une contention externe ou une fixation interne. Cette dernière peut être une plaque, un enclouage centromédullaire de l'ulna qui peut encore nécessiter un soutien par attelle ou un fixateur externe (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

3. Méthodes de traitement

3.1. Traitement des fractures de l'extrémité proximale

Une réduction à foyer ouvert et une fixation interne sont envisagées lors des fractures de l'olécrane (Probst., 2014). Dans les fractures articulaires de type B ou C, le muscle triceps brachial exerce une traction sur l'olécrane faisant pivoter ce dernier sur l'incisure trochléaire (Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016). Une certaine forme de fixation par haubanage est essentielle sur ces fractures pour neutraliser ces forces musculaires (Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016; Girling., 2016; Johnston *et al.*, 2012).

3.1.1. Type A1, Fracture de l'ulna

Un traitement conservateur de ce type de fracture consiste en une contention externe de la fracture, une fois réduite, par plâtre long, ou une attelle de Thomas (Decamp *et al.*, 2016). Le traitement chirurgical adéquat pour ce type de fracture lorsqu'elle est instable est l'enclouage centromédullaire (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016; Johnston *et al.*, 2012).

3.1.2. Fractures de Monteggia

Dans le cas des fractures de Monteggia, une réduction à foyer ouvert s'impose afin d'obtenir une réduction articulaire parfaitement anatomique dont la stabilité est maximale. Ces conditions sont en effet indispensables à une bonne récupération fonctionnelle (Brinker *et al.*, 1994).

Un traitement précoce des fractures de Monteggia est utile pour faciliter la réduction de la luxation et de la fracture ainsi qu'éviter les complications liées au caractère articulaire de cette fracture (Probst., 2014). Si la fracture est relativement récente, une réduction à foyer fermé est souvent possible par l'association d'une traction, d'une contre-traction et d'une pression caudale du radius de manière à manipuler la tête du radius pour la remettre en position réduite (Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016; Canapp *et al.*, 2012).

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Concernant les types I, II et III; dans lesquels l'articulation radio-ulnaire proximale est intacte, la fixation interne peut être obtenue par insertion d'un clou dans la diaphyse ulnaire, à partir de l'extrémité proximale de l'olécrane (Decamp *et al.*, 2016).

Dans certains cas, la réduction précise nécessite un abord à foyer ouvert de la partie proximale de l'ulna et de l'incisure trochléaire. Le clou de l'ulna peut être introduit soit par voie normograde à partir de l'extrémité proximale, soit par voie rétrograde (Johnston *et al.*, 2012). Si nécessaire, on peut mettre en place une suture osseuse interfragmentaire dans l'ulna pour augmenter la stabilité et la compression. Si une immobilisation complémentaire est nécessaire, elle peut prendre la forme d'un pansement de Robert-Jones modifié (Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014). On limite l'exercice pendant la période de cicatrisation (Decamp *et al.*, 2016).

Pour les types I, II et III: luxation de l'articulation radio-ulnaire proximale. Souvent, des tissus mous sont interposés entre les deux os (en général un ou plusieurs muscles extenseurs). Un abord à foyer ouvert peut être nécessaire pour permettre la réduction. La technique habituelle consiste à réparer la fracture ulnaire (par une plaque ou un enclouage) puis à suturer le ligament annulaire et les ligaments collatéraux de manière à restaurer et maintenir l'apposition du radius et de l'ulna.

Si la suture du ligament annulaire n'est pas possible, l'apposition entre le radius et l'ulna peut s'accomplir par l'utilisation de plusieurs vis osseuses (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016). Ordinairement cette technique n'est pas utilisée chez le jeune animal en croissance parce qu'elle interfère avec le mouvement normal de l'ulna sur le radius au cours du processus de croissance et peut conduire à une incongruence de l'articulation du coude et à un radius curvus (Joby & Dylan., 2016). Il faut également utiliser cette technique avec prudence chez le chat parce qu'une supination et une pronation marquées font partie du fonctionnement normal de l'avant bras.

Si on utilise cette technique sans nécessité impérieuse chez le chien ou le chat, les vis doivent être retirées 3 à 4 semaines après l'intervention pour permettre le retour d'un mouvement normal entre le radius et l'ulna (Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016; Johnston *et al.*, 2012).

Pour les fractures de Type IV: l'articulation radio-ulnaire est typiquement intacte lors de cette fracture de Monteggia. La réduction de la luxation de la tête du radius est suivie de la fixation de la fracture radiale. La fixation complémentaire de l'ulna peut être obtenue par enclouage centromédullaire si nécessaire (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

3.1.3. Fracture de type A2, fracture du radius

La réduction anatomique et la fixation sont nécessaires. On utilise un abord à foyer ouvert et une fixation par des broches de Kirschner (Johnson., 2012) (Figure 20). La consolidation est rapide et

les broches sont retirées au bout de deux ou trois semaines. Un pansement de Robert-Jones peut être indiqué à titre de soutien complémentaire temporaire (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

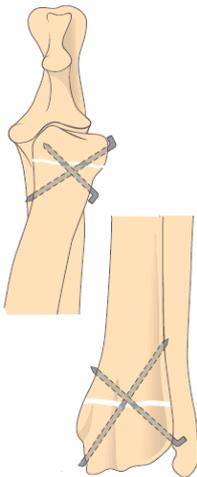


Figure 20. Fixation d'une fracture radiale par des broches de Kirschner (Johnson., 2012).

3.1.4. Fracture de type A3, fracture du radius et de l'ulna

La réduction de ce type de fracture consiste à une stabilisation de l'ulna par un enclouage centromédullaire, un enclouage associé à une suture osseuse inter-fragmentaire ou une plaque caudale ou latérale qui peut fournir un soutien suffisant au radius (Johnston *et al.*, 2012).

La fixation complémentaire du radius peut s'obtenir par des broches de Kirschner ou la mise en place crâniale ou latérale d'une petite plaque en T ou d'une plaque sécable vétérinaire. Un pansement de Robert-Jones peut être indiqué comme soutien complémentaire temporaire (Decamp *et al.*, 2016; Johnston *et al.*, 2012).

3.1.5. Fracture de type 2-1-B ; Fracture articulaire simple proximale

Pour un résultat optimal, il faut que la traction exercée par le muscle triceps brachial soit neutralisée par utilisation du principe de haubanage. En général, on emploie la méthode du clou associé à un haubanage de fracture stable et une plaque lors de fracture instable. Lors de réparation des fractures intra-articulaires proximales de l'ulna par un clou et un haubanage, on observe une plus forte fréquence de rupture de l'implant, et de retard de consolidation que lors de fixation par plaque (Figure 21). Cela se vérifie en particulier chez des chiens de grandes races (Decamp *et al.*, 2016). Bien qu'elle semble raisonnable, la fixation par enclouage simple de l'ulna n'est jamais efficace, quelle que soit la taille de l'animal. Le canal médullaire de l'ulna n'est simplement pas assez large pour accepter un clou de diamètre suffisant pour résister aux forces de flexion produites par le muscle triceps brachial (Johnston *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016).



Figure 21. Fixation d'une fracture articulaire oblique par plaque (Kraus *et al.*, 2017).

3.1.6. Fracture de l'ulna de type B1

Deux broches de Kirschner sont insérées dans l'extrémité proximale proche du bord caudal de l'olécrane et enfoncées distalement dans la diaphyse ulnaire, Chez les chiens de petite taille, il est intéressant de mettre en place les broches dans le plan sagittal et non pas frontal (Decamp *et al.*, 2016). Les broches sont dirigées de manière à s'engager dans la corticale crâniale de l'ulna, distalement à l'incisure trochléaire (Joby & Dylan., 2016).

Un orifice transverse est foré dans l'ulna, distalement au trait de fracture. On réunit par un fil métallique disposé selon une figure en huit les broches faisant saillie sur le fragment proximal et l'orifice percé transversalement dans le fragment distal. Si les broches de Kirschner sont insérées dans le plan sagittal, le fil métallique ne s'engage que dans la broche la plus caudale. Le fil est torsadé au niveau des deux bronches de la figure en huit pour s'assurer que la totalité du fil est suffisamment serrée pour résister aux forces musculaires de flexion (Decamp *et al.*, 2016).

Lors de fracture oblique longue, le fil métallique du hauban doit être long. Pour raccourcir la figure en huit, un second orifice peut être foré dans l'olécrane et les fils sont passés dans les deux trous au lieu d'une seule extrémité du hauban passant autour des broches. Les broches neutralisent les forces de rotation et de cisaillement qui s'exercent sur le trait de fracture, et la figure en huit transforme la traction en force de compression (Johanson., 2012; Decamp *et al.*, 2016), dans la plupart des cas, aucun soutien externe n'est nécessaire. L'activité doit être limitée pendant la période de cicatrisation (Decamp *et al.*, 2016).

3.1.7. Fracture du radius de type B2

Comme il s'agit d'une fracture articulaire, une fixation par vis de traction ou plaque en T est indiquée. La plaque est mise en place sur la face crâniale ou latérale, selon le plan du trait de fracture (Johnston *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016).

3.1.8. Fracture de type B3, articulaire sur un os et non articulaire sur l'autre

Lorsque la fracture de l'ulna est articulaire, celle-ci est stabilisée par les méthodes de traitement des fractures de type B1. Le meilleur traitement de la fracture du radius consiste à mettre en place une

plaque courte crâniale, les vis du fragment proximal s'engageant au moins dans quatre corticales. Si les fractures étaient inversées, la fracture du radius serait traitée comme une fracture de type B2 et la fracture de l'ulna comme une fracture de type A1 (Decamp *et al.*, 2016).

3.1.9. Fracture de type 2-1-C; articulaire comminutive

Si les fragments peuvent être anatomiquement réduits, la fixation est simple (Figure 22). Si la partie de la fracture comportant l'incisure trochléaire peut être reconstruite, des petites plaques peuvent agir comme des plaques en hauban chez les chiens de grande taille (Probst., 2014). Si la partie articulaire de l'ulna ne peut être reconstruite, la plaque n'agira pas comme une plaque en hauban et sera soumise à des forces de flexion, dans ce cas une plaque latérale (Figure 21) sera plus résistante qu'une plaque caudale (Decamp *et al.*, 2016).

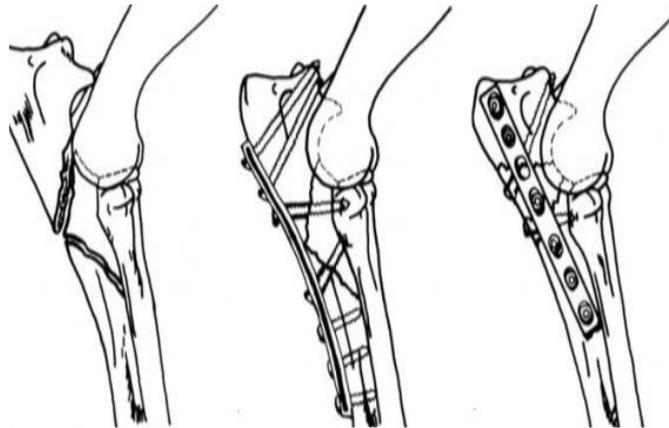


Figure 22. Fixation par plaque d'une fracture comminutive intra-articulaire (Probst., 2014).

On peut également employer un fixateur externe hybride. L'utilisation d'un clou centromédullaire servant de broche apporte une certaine stabilité axiale supplémentaire. Ce montage peut être associé à la mise en place d'une plaque sur le radius dans les fractures de type C2 et C3 (Johnson., 2012). Si la fixation n'est pas absolument stable, un bandage du carpe en flexion est mis en place après l'intervention pendant deux à trois semaines, pour éviter l'appui tout en permettant des mouvements passifs de l'articulation du coude (Canapp *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016).

3.2. Traitement des fractures diaphysaires

Ce type de fracture est très fréquent (Girling., 2016). Les recommandations concernant le traitement sont liées à l'établissement du score de la fracture (Canapp *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016).

Les principales indications de l'abord à foyer ouvert sont:

- Un maintien difficile de la réduction pendant la mise en place de la fixation (la visualisation du foyer de fracture pendant la fixation est très utile) (Joby & Dylan., 2016).

- La mise en place d'une fixation interne.

Le choix de l'abord peut varier selon la localisation de la fracture et le but à atteindre.

La diaphyse du radius peut être abordée latéralement ou médialement; dans la plupart des cas, l'abord médial est préférable parce que, dans cette zone le radius est sous-cutané et peut être découvert avec une hémorragie minime (Girling., 2016).

L'abord latéral peut être choisi en présence de plaies médiales ou lorsque le positionnement de l'animal pour accéder à d'autres membres le rend plus pratique (Joby & Dylan., 2016). L'ulna est découvert par incision simple sur son bord caudal pour découvrir sa partie proximale ou sur sa partie latérale pour découvrir la diaphyse (Decamp *et al.*, 2016).

3.2.1. Type A1, incomplète ou n'intéressant qu'un seul os

Si la fracture n'intéresse que la diaphyse de l'ulna, elle peut être traitée par un pansement compressif pour réduire la douleur et par le repos. Plus rarement, une attelle caudale courte peut être mise en place (Decamp *et al.*, 2016).

Il est recommandé de traiter de manière plus agressive les fractures intéressant le radius. Les fractures en bois vert (incomplètes) du radius répondent bien à une attelle caudale (Girling., 2016).

Les fractures complètes peuvent être traitées par un plâtre long (Johnson., 2012), un plâtre en résine bivalve ou une attelle de Thomas. Chez les jeunes animaux de moins de 6 mois, une attelle caudale suffit généralement (Decamp *et al.*, 2016).

3.2.2. Type A2, simple, partie distale; et type A3, simple, partie proximale

Légèrement plus complexes que les fractures de type A1, le score de ces fractures A2 et A3 peut atteindre 7, mais se situe le plus souvent entre 8 et 9. La stabilisation par un plâtre long, ou un plâtre en résine bivalve est adaptée aux fractures relativement transverses de la partie distale (stables par rapport au raccourcissement, score de 9 à 10) chez les chiens de taille moyenne ou grande, en particulier de moins de 1 an (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

Les fractures qui ne sont pas stables par rapport au raccourcissement (score de 7 à 8) celles affectant les chiens de plus d'1 an, les chiens de petite taille ou de race naine et les fractures de la partie proximale doivent plutôt être traitées par fixation interne (Girling., 2016). Diverses méthodes sont applicables, le choix étant fonction des préférences personnelles ou du matériel disponible.

La réduction de ce type de fracture est alors possible par:

1. Des fixateurs externes de type I: ils sont faciles à mettre en place dans ce cas, souvent après réduction à foyer fermé ou à foyer ouvert limité (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

On peut mettre en place une fixation complémentaire sous la forme de broches de Kirschner inter-fragmentaires ou de vis de traction, lors de fractures obliques. Les fractures

proximales avec un segment proximal très petit peuvent nécessiter un hémicadre biplan de type IB avec trois broches dans le fragment proximal (Johnston *et al.*, 2012).

2. Des plaques de compression ou de neutralisation

3. Des broches de Rush centromédullaires chez les chiens de grande taille pour les fractures situées dans la partie distale (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

3.2.3. Fracture de type 2-2-B, diaphysaire, du radius, comminutive en aile de papillon

Du fait de leur instabilité, aucune de ces fractures ne peut être traitée par contention externe. Le score de ces fractures est généralement compris entre 4 et 7 et peut parfois atteindre 3 (Brinker *et al.*, 2006; Brinker *et al.*, 2016). Le choix de la fixation est limité à une plaque ou un fixateur externe. L'importance de la fragmentation a peu d'effet sur le choix de la fixation, car le radius est l'os portant (Girling., 2016).

Fixation interne par plaque

Si l'esquille est réductible, on peut envisager une reconstruction avec des vis de traction et une plaque de neutralisation (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

Dans quelque cas, un cerclage peut remplacer les vis de traction. Il est conseillé de mettre en place la plaque (Figure 23) en face crâniale (Probst., 2014). Si les esquilles ne sont pas réductibles, la plaque est mise en place avec un effet de soutien en ajoutant un greffon d'os spongieux autologue aux fragments. Il est très intéressant de mettre en place une longue plaque de pontage sur l'ulna lors de fracture radiale de la partie proximale où seule la mise en place de deux vis (mordant dans quatre corticales) est possible dans le fragment proximal. Une autre association de fixations adaptée est la mise d'une plaque de soutien sur la fracture du radius et d'un enclouage centromédullaire sur la fracture de l'ulna pour réduire les contraintes de flexion sur la plaque du radius (Girling., 2016).

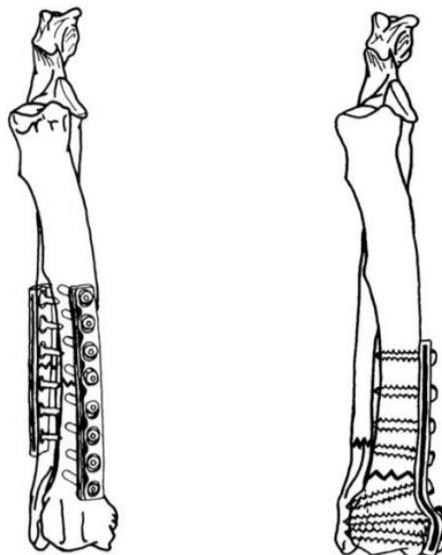


Figure 23. Fixation par plaque d'une fracture diaphysaire du radius ulna (Probst., 2014).

Fixation externe (Figure 24)

Les hémicadres de type I sont suffisants pour les fractures ayant un score élevé alors que les fixateurs de type II sont plus sûrs pour les scores inférieurs (Johnson., 2012). La réduction à foyer fermé ou à foyer ouvert limité (ostéosynthèse biologique) constitue le meilleur choix de méthode de mise en place car elle entraîne une perturbation minimale de l'irrigation des fragments. Il est parfois nécessaire de mettre en place un fixateur externe biplan de type IB, lors de fractures proximales ayant un très petit fragment proximal, avec trois broches dans le fragment proximal (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

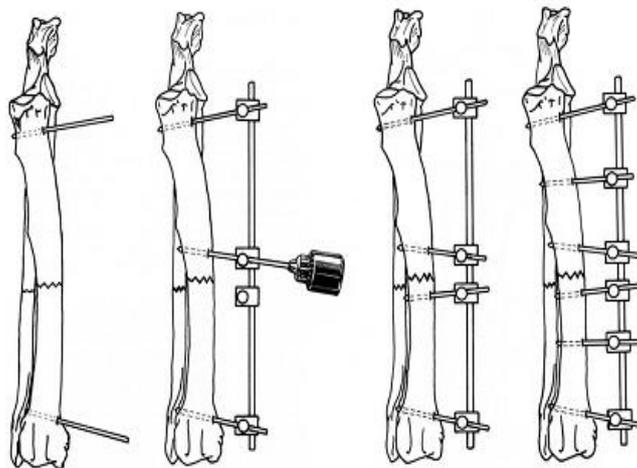


Figure 24. Réduction d'une fracture diaphysaire par un fixateur externe (Probst., 2014).

3.2.3. Fracture de type 2-2-C ; fracture complexe diaphysaire du radius

Aucune fracture comminutive ne peut être traitée par contention externe (Girling., 2016). Les scores de ces fractures peuvent être compris entre 1 et 3, voire 4 (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

3.2.4. Types C1 et C3

La fixation par plaque de soutien ou de pontage peut s'appliquer à ces fractures. Elle est complétée par un greffon d'os spongieux autologue dans la zone de la comminution (Canapp *et al.*, 2012) et dans certains cas, chez les chiens de grande taille, par une plaque ou un enclouage également mis en place sur l'ulna (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

Bien que la fixation par plaque soit réalisable, la cicatrisation de ces fractures est plus sûre et rapide si l'on choisit une approche plus biologique avec une réduction à foyer fermé ou à foyer ouvert limité et un fixateur externe. Les hémicadres de type IA suffisent pour les patients présentant le

score de fracture le plus élevé. Un score plus faible représente une indication pour l'emploi d'un fixateur de type II ou peut-être d'un hémicadre biplan de type IB (Johnson., 2012).

3.2.5. Type C2

Les fractures multiples peuvent également être traitées par des plaques ou des fixateurs externes (Girling., 2016). Les plaques de compression dynamique permettent de comprimer les deux traits de fracture. L'inconvénient lors de fixation par plaque est qu'il faut une plaque très longue si le fragment osseux central est de grande taille. Les fixateurs externes de type IB ou II peut-être utilisés sur ce type de fracture, avec un minimum de deux broches par fragment (Johnston *et al.*, 2012; Joby & Dylan., 2016).

3.3. Traitement des fractures distales

Ce type de fracture étant très fréquent chez les chiens de races naines et miniatures, la petite taille des os rend le traitement des fractures souvent plus délicat, d'autant plus si la fracture est très distale. Les manipulations doivent être minutieuses étant donné la fragilité des structures anatomiques (Canapp *et al.*, 2012; Joby & Dylan., 2016).

La réduction de la fracture se fait généralement par manipulation externe. La réduction est facilitée si elle est réalisée précocement (dans 24 à 48 heures) et si l'anesthésie générale permet une myorelaxation adéquate (Canapp *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016).

Les manipulations même minutieuses peuvent entraîner une fracture ouverte au niveau du tiers distal de l'avant-bras (Girling., 2016). La réduction est réalisée par la technique d'angulation de Boehler. Cela consiste à accentuer l'angle fracturaire, à mettre bout à bout les extrémités fracturées, puis à refermer l'angle afin de réduire (Canapp *et al.*, 2012). Une légère angulation crâniale ou caudale est acceptable; par contre, un valgus ou un varus (latéral ou médial) peuvent entraîner secondairement des lésions arthrosiques (Decamp *et al.*, 2016).

Le traitement conservateur des fractures antébrachiales distales des chiens de races naines et miniatures est associé à un fort pourcentage de pseudarthroses et de cals vicieux. La réduction à foyer fermé de tels os est difficile à obtenir et à maintenir. Par conséquent, cette technique semble non adaptée chez ces chiens (Girling., 2016).

3.3.1. Fracture de type 2-3-A ; distale, extra-articulaire

3.3.1.1. Type A1, fracture de l'ulna

Comme le ligament collatéral de l'ulna a son origine sur le processus styloïde, il est essentiel de fixer ces fractures pour faciliter la stabilisation de l'articulation, en particulier chez les animaux de

grande taille et actifs. Une fixation externe complémentaire sous la forme d'une attelle caudale courte est nécessaire (Canapp *et al.*, 2012; Joby & Dylan., 2016).

3.3.1.2. Type A2, fracture simple du radius et type A3, fracture comminutive du radius

Chez les chiens de races naines et miniatures, la petite taille des os rend le traitement des fractures souvent plus délicat, d'autant plus si la fracture est très distale (Girling., 2016). Les manipulations doivent être minutieuses étant donné la fragilité des structures anatomiques.

Une contention externe et un enclouage centromédullaire sont fréquemment responsables d'une pseudarthrose chez ces races de chiens (Decamp *et al.*, 2016). Un traitement conservateur par un plâtre long est adapté aux fractures relativement transverses (stables par rapport aux raccourcissement, score compris entre 9 et 10) des chiens de moyenne ou grande taille en particulier s'ils sont âgés de moins d'un an (Canapp *et al.*, 2012).

Un traitement chirurgical qui consiste en la pose d'une plaque vissée sur le radius est généralement suffisante pour assurer aussi une certaine stabilité des fragments de la fracture de l'ulna, surtout chez les chiens de races naines et miniatures (Decamp *et al.*, 2016; Girling., 2016). Un nombre de deux vis au minimum devant être mis et la plaque posée sous les tendons des extenseurs. Les vis de 1,5 et 2 mm et les mini plaques en T ou les plaques sécables vétérinaires sont les meilleurs implants. La plaque en T doit être mise en place crânialement, mais la plaque sécable vétérinaire peut être mise en place médialement. Chez les chiens de taille moyenne une plaque en T (Figure 25) de 2,7 mm est adaptée, tout comme la plaque standard de 2,7 mm mise en place médialement. Chez les chiens de grande taille, une plaque médiale de 2,7 à 3,5 mm est indiquée (Decamp *et al.*, 2016).

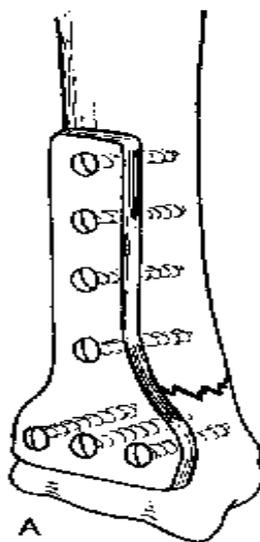


Figure 25. Traitement d'une fracture très distale par une plaque en T (Probst., 2014).

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Le traitement de la quasi-totalité des fractures distales peut utiliser la technique du fixateur externe. Cette dernière est très modulable et facile à réaliser (Decamp *et al.*, 2016; Girling., 2016).

Deux broches par fragment sont nécessaires et, dans l'idéal, trois broches. Si le fragment est suffisamment long, un hemicadre de type IA peut suffire. Les hémicadres biplans de type IB permettent de mettre en place trois broches dans le fragment distal. Les barres de liaison en acrylique sont très intéressantes chez les chiens de race naine et réduisent le coût de l'appareillage.

La greffe d'os spongieux peut être utilisée en première intention lors du traitement de ces fractures, vu leur difficulté à cicatriser. Le prélèvement se réalise généralement à hauteur de l'humérus proximal (Johnson., 2012).

3.3.2. Fractures de type 2-3-B; distale, articulaire partielle

La réduction à foyer ouvert suivie de la fixation interne est indiquée. Dans ces fractures obliques du processus styloïde radial, la fixation peut être réalisée au moyen de deux broches de Kirschner, d'un haubanage (Figure 26) ou d'une vis de traction. Les deux dernières méthodes sont plus sûres que la fixation simple avec une broche de Kirschner. si le trait de fracture se trouve plus sur la surface portante du radius, une fixation par vis de traction est obligatoire (Johnson., 2012; Decamp *et al.*, 2016).

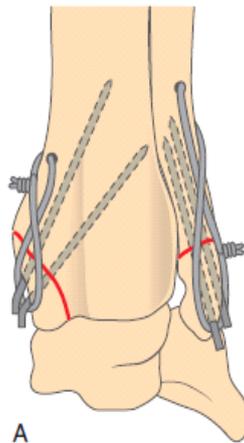


Figure 26. Fixation d'une fracture du processus styloïde par haubanage (Johnson., 2012).

3.3.3. Fracture de type 2-3-C; distale, articulaire, complète

Ces fractures sont rares, leur fixation appropriée représente un défi considérable en particulier chez les races naines ou miniatures (Girling., 2016). les fractures de type C1 et C2 peuvent être fixées par une plaque mise en place en face médiale (Piermattei *et al.*, 2009), en mettant en place une ou plusieurs des vis distales comme des vis de traction de manière à stabiliser la fracture articulaire (Johnson., 2012). Il est très improbable que les fractures de type C3 puissent être correctement réduites et fixées de façon à fournir une surface articulaire fonctionnelle. Dans ce cas l'arthrodèse

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

pancarpienne représente le traitement le plus rationnel (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016).

Discussion

Suite à notre recherche bibliographique il ressort que les fractures de l'avant-bras sont rencontrées fréquemment chez les petits animaux de compagnie (Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016), elles peuvent concerner l'un des deux os, le radius ou l'ulna (Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016) ou plus généralement les deux os ensemble (Brinker *et al.*, 2006; Johnson., 2012; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016).

Les fractures du radius et de l'ulna représentent 17 à 18% de l'ensemble des fractures chez le chien (Lappin *et al.*, 1988; Pozzi *et al.*, 2013; Girling., 2016).

Le tiers moyen et distal de la diaphyse sont la partie de l'os la plus fréquemment fracturé (Johnson., 2012; Canapp *et al.*, 2012; Girling., 2016). Chez les races naines, le tiers distal de la diaphyse est le plus couramment touché, cela explique également la fréquence élevée (40%) des fractures distales du radius-ulna chez ces races (Lunjgreen., 1971; Muir., 1997; Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016; Girling., 2016).

Chez les chats, les fractures de l'avant-bras sont moins fréquentes que chez les chiens, elles représentent 6 à 8% de l'ensemble des fractures chez les félins avec un pourcentage élevé (57%) des fractures mediodiaphysaires (Wallace *et al.*, 2009; Girling., 2016).

Les fractures de l'avant-bras chez les carnivores domestiques sont généralement le résultat d'un simple saut mal réceptionné, d'un divan ou d'une chaise ou d'une chute d'une hauteur (Lunjgreen., 1971; Muir., 1997; Piermattei *et al.*, 2009; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016; Girling., 2016), elles peuvent également survenir lors d'accident de la voie publique (30%) (Girling., 2016), ou suite à autre traumatisme (Piermattei *et al.*, 2009; Johnson., 2012; Probst., 2014; Girling., 2016). Quarante trois pour cent des animaux fracturés percutés par une voiture présentent des dommages de leur système respiratoire (Probst., 2014).

Les fractures du radius ulna peuvent être classées comme simples ou complexes, complètes ou incomplètes, par tassement ou par arrachement, transverse, oblique ou spiroïde (Leonard., 1974; Brinker *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 2000; Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016). Tous les types de fractures peuvent être rencontrés sur le radius ou l'ulna ou sur les deux os à la fois (Johnson., 2012; Probst., 2014; Girling., 2016; Decamp *et al.*, 2016).

Certaines fractures du radius et de l'ulna sont réduites par un traitement chirurgical d'autres par un traitement conservateur (Johnson., 2012; Canapp *et al.*, 2012; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016; Girling., 2016).

Le traitement de choix des fractures du radius et de l'ulna chez le chien et le chat reste le traitement chirurgical, par mise en place d'une plaque et de vis pour maintenir les deux abouts osseux en

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

contact et alignés permettant une bonne cicatrisation, de plus il donne une entière satisfaction car la récupération fonctionnelle est précoce, et les chiens utilisent leur membre très rapidement (Johnson., 2012; Canapp *et al.*, 2012; Probst., 2014; Decamp *et al.*, 2016; Girling., 2016).

Chez les races naines, les fractures distales du radius-ulna nécessitent un matériel très particulier (plaques et vis verrouillées) donc une réduction à foyer ouvert pour s'assurer d'un résultat optimal et d'une cicatrisation parfaite (Canapp *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016).

Ces races de chien ont un réseau de vaisseaux sanguins plus faible au niveau des extrémités des os, cette diminution de la vascularisation semble être un facteur contribuant à un risque important de complication chez les petits chiens si la contention externe est réalisée ou si un plâtre ou une attelle est posé (Gibret *et al.*, 2015; Canapp *et al.*, 2012). Contrairement à la réduction par plaque qui chez 95% des chiens traités par cette dernière ne présentaient aucun signe de boiterie; une boiterie mineure peut être identifiée chez 5% des animaux. Les Complications peuvent être rencontrés chez 25% de ces chiens fracturés (22% sont des complications mineures et 3% sont majeures) (De Arburn *et al.*, 2017) .

Quatre vingt seize pour cent des propriétaires évaluent le résultat global du traitement et à long terme comme excellent, 96% des chiens ne présentant aucun signe de boiterie résiduelle et 4% comme bon (De Arburn *et al.*, 2017).

La réduction ouverte et la fixation par plaque osseuse pour le traitement des fractures distales du radius-ulna chez les chiens de race miniature fournit un excellent résultat avec un faible taux de complications (De Arburn *et al.*, 2017).

Le traitement conservateur tel que la pose d'un plâtre et l'attelle donne des résultats satisfaisants dans quelques types de fractures comme le type A1 et A2 de la diaphyse ou de la partie distale de l'ensemble radius/ulna (Decamp *et al.*, 2016), alors que le traitement par plaque est efficace sur la plupart des types de fractures de l'avant-bras.

Lorsqu'un plâtre est utilisé, ou lorsque la chirurgie n'utilise pas de vis et de plaques, alors les complications se rencontrent dans plus d'un cas sur deux (Canapp *et al.*, 2012) pouvant aller d'un problème mineur (irritation de peau) à des problèmes plus importants (mouvement du matériel implanté, cicatrisation retardée, fracture par non-union, récurrence de la fracture non-guérison, guérison avec mauvaise angulation), le risque de complications demeure alors élevé. Selon ces complications, il est préférable de réparer chirurgicalement la fracture par la pose de plaque ou vis. Le pronostic est excellent avec le traitement chirurgical et le taux de succès est aussi élevé, par contre il est plus réservé avec un plâtre.

Les fractures ouvertes de l'avant-bras sont préférentiellement traitées par la mise en place de fixateurs externes car ils requièrent une exposition minimale (Johnson., 2012; Canapp *et al.*, 2012),

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

voire pas d'exposition du site de fracture ce qui minimise les détériorations vasculaires au niveau de cette dernière (Johnson., 2012), de plus le matériel d'ostéosynthèse est fixé à distance de la plaie cela permet d'éviter le risque d'infection. Une réduction par plaque est réalisable sur ce type de fracture car elles assurent des montages stables et rigides et facilitent la cicatrisation osseuse et un retour à la marche précoce avec disparition de la douleur mais le taux de complications reste relativement élevé tel que le risque d'infection. Le traitement par fixateur externe reste alors le traitement approprié pour les fractures ouvertes. Les fractures extra-articulaires proximales de type 1A sont les seuls types de fractures adaptées à l'enclouage centromédullaire en tant que fixation primaire (Piermattei *et al.*, 2009; Decamp *et al.*, 2016), il est souvent utilisé en association avec un autre montage comme les plaques vissées, étant donné que le radius est relativement rectiligne, que ses deux extrémités sont complètement recouvertes de cartilage articulaire et que son diamètre médullaire crânio-caudal se rétrécit, sa diaphyse ne se prête pas aussi bien que celle des autres os longs à une fixation par enclouage centromédullaire (Piermattei *et al.*, 2009; Johnston *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016). Si le clou n'est pas posé par voie rétrograde une attention particulière doit être donnée, la cavité médullaire, très étroite peut nécessiter plusieurs tentatives de mise en place et ces essais peuvent fragiliser voir fissurer le radius (Waters *et al.*, 1993; Johnson., 2012). Les migrations de broches sont possibles et les irritations du tendon du triceps sont fréquentes. Cette technique reste cependant délabrante et donc à éviter lorsque les autres techniques sont possibles.

La fracture de Monteggia reste une fracture rare, peu d'études ont été réalisées sur ce type de fracture.

Elle se caractérise par une fracture de l'ulna associée à une luxation de la tête radiale.

Les traitements classiquement proposés sont:

- Une réduction à foyer fermé de la luxation et fixation de l'ulna (enclouage ou plaque) sur des races naines quand le ligament radio ulnaire est préservé. Par défaut de réduction fermée si la fracture est relativement récente (Canapp *et al.*, 2012; Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016) mais l'inconvénient c'est que cette réduction n'est pas réalisable si la fracture est ancienne.
- Une réduction ouverte et fixation de l'ulna, avec adjonction d'une vis radio ulnaire caudo-craniale quand le ligament radio ulnaire est rompu (un cerclage interosseux est également mentionné) (Decamp *et al.*, 2016; Joby & Dylan., 2016). La réduction à foyer ouvert semble la meilleure solution en assurant une bonne stabilisation de la disjonction radio-ulnaire (le vissage radio-ulnaire serait la technique de choix) car l'abord et la technique sont simples, et les mouvements radio ulnaires restent relativement possibles.

Conclusion

Les fractures du radius et de l'ulna sont couramment rencontrées dans la population de petits animaux. Les fractures diaphysaires sont l'emplacement le plus courantes et sont souvent réparées à l'aide de fixateurs externes ou d'une plaque osseuse. Certains patients, tels que les jeunes chiens de grande race, peuvent être traités avec une contention externe.

Les fractures extrêmement proximales et distales nécessitent une attention particulière, surtout en cas d'atteinte articulaire.

Chez les petits chiens, le traitement chirurgical est conseillé pour ce type de fracture. Dans de rares occasions, un traitement conservateur avec la mise en place d'une résine peut être envisagé mais le risque de complications demeure élevé (absence de formation de cal osseux).

La chirurgie consiste à réduire la fracture et mettre en place un de tuteur, le plus souvent une plaque avec des vis sur le radius qui supporte la majorité du poids de l'animal. La mise en place de ce soutien mécanique permet à l'animal d'être soulagé et d'appuyer sur son membre. Une fois les abuts osseux ainsi stabilisés, la fracture peut guérir avec le développement d'un cal osseux. Dans la majorité des cas, aucun implant n'est posé sur l'ulna.

On peut noter que la chirurgie par plaque ou par fixateur externe semblent donner les meilleurs résultats, et respectent au maximum les critères de base du traitement chirurgical.

Référence Bibliographiques

B

- Barone R. Anatomie comparée des mammifères domestiques.1ere Edition;1966. PP 533-560
- Barone R. Anatomie comparée des mammifères domestiques.4eme Edition:Vigot frères ;1999, Tome 1. PP 495-523
- Barone R. Anatomie comparée des mammifères domestiques.5eme Edition:Vigot;2010, Tome 1. PP 497-515
- BERTRAND V, CAROLINE D. la semaine vétérinaire-n°1521-21/12/2012 ;
- Bourdelle E, Bressou C.Anatomie régionale des animaux domestiques Iv carnivore chien et chat.libraire J.-B. Bailliére et fils.1953.PP 256-269
- Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL. Manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des petits animaux. Maisons-Alfort: 2eme Éditions du Point vétérinaire; 1994.PP 196-210.

D

- De Nazelle A,CEAV de medecine interne, ostéopathie et management.,2019.Muscles de l'avant-bras du chien.*VET4CARE*.
- DeCampDeCamp CE, Johnston SA, Déjardin LM, Schaefer SL. Brinker, Piermattei, and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair. Fifth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016. 868 pp 366-388.

E

- Evans HE, De Lahunta AD.Miller's anatomy of the dog.forth edition: Elsevier;2013.PP 132-136.

G

- Gemmil JT;Clements ND.Basava manual of canine and feline Fracture repair and management.2016.Second edition:Basava.PP 227-236.
- Gibert. S, Ragetly GR, Boudrieau R.J, Locking compression plate stabilization of 20 distal radial and ulnar fractures in toy and miniature breed dogs, Vet Comp Orthop Traumatol 2015 ; 6. PP 441-447.

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

H

- Hudson LC, Hamilton WP. Atlas of feline anatomy for veterinarians. second edition: Teton NewMedia; 2010. PP 36-52.

J

- Journal of the American Veterinary Medical Association , 15 juin 2017, Vol. 250, n ° 12 , pages 1419-1426.

k

- Kraus KH; Fox S.M; Pike F.S; and Salzer E.C. Small Animal Fracture Repair. A case-Based Approach. 2017. Edition: Taylor et Francis Group, USA.

L

- Leonard EP. chirurgie orthopédique du chien et du chat. 3eme Edition: vigot freres. 1974. PP 196-207.
- Lewis DD, Parker RB, Bloomberg MS. Manuel d'auto-évaluation en orthopédie du chien et du chat. Maisons-Alfort: Les Éd. du Point vétérinaire; 2000. pp 27-59.
- Ljunggren G. Fractures in the dog: A study of breed, sex, and age distribution. Clinical Orthopaedics and Related Research 1971; 81: 158–164.

M

- McCracken TO, Kainer RA. Atlas d'anatomie du chien, du chat et des NAC les fondamentaux. Paris: Éd. Méd'com; 2010. PP.

P

- Pierard J. anatomie appliquée des carnivores domestiques chien et chat. 1972 ; Edition: maloine S.A. Editeur, Paris somabec Ltee st hyacinthe, Que. PP 88-110.
- Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE. Manuel d'orthopédie et traitement des fractures des animaux de compagnie. Éd. Med'com; 2009. pp 359-381.
- Pozzi A, Hudson C.C, Gauthier C.M, Lewis D.D : Retrospective Comparison of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis and Open Reduction and Internal Fixation of Radius-Ulna Fractures in Dogs. Veterinary Surgery 42 (2013). PP 19–27.

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

•Probst CW. Repair of Fractures of the Radius and Ulna. In: Bojrab MJ, Waldron DR, Toombs JP (editors). Current Techniques Small animal Surgery. 5th ed. WY, USA:Teton NewMedia; 2014. pp 933- 943.

R

•Ray G, Jon G., Fractures of the Radius and Ulna ; Veterinary Clinics of North America:

•Rebecca De Arburn Parent, Jérôme Benamou, Matthieu Gatineau, Pierre Clerfond et Jérôme Planté.

S

•Small Animal practice . Edition:ELSEVIER , Volume 22, Issue 1, January 1992, Pages 135-148.

T

•Tobias KM, Johnston SA, éditeurs. Veterinary surgery: small animal. St. Louis, Mo: Elsevier; 2012.PP 576 -628.

W

•Waters DJ, Breur GJ, Toombs JP, treatment of common forelimb fracture in miniatures and toy breed dogs. J AM Anim Hosp Assoc 1993, 29. PP 442-448.

Résumé:

Les fractures du radius et de l'ulna sont très fréquentes chez les carnivores domestiques (chats, chiens), elles peuvent être proximales, diaphysaires ou distales, simples, transverses ou obliques, le tiers distal est un lieu courant de fracture chez le chien et surtout chez les races naines.

Les fractures de l'avant-bras peuvent se manifester à tout âge, mais les jeunes sont beaucoup plus prédisposés.

Généralement ces fractures sont causées par des traumatismes directs et violents, le plus souvent dus à des accidents de voiture. Néanmoins, quelques cas sont décrits suite à des chutes et des morsures.

Les commémoratifs et les signes cliniques suffisent le plus souvent à diagnostiquer une fracture du radius et de l'ulna. Cependant, un examen clinique général est indispensable en première intention pour exclure ou non toute autre lésion; la survie de l'animal étant prioritaire à la réparation osseuse. L'examen de l'appareil locomoteur se fait dans un deuxième temps. Par la suite, des radiographies sont essentielles pour caractériser précisément la nature de la fracture.

De nombreux traitements existent pour les fractures antébrachiales, le traitement chirurgical par plaque ou par fixateur externe semble être le traitement de choix mais il faut respecter parfaitement les principes de base du traitement chirurgical des fractures à savoir : chirurgie atraumatique, réduction anatomique et fixation stable autorisant une mise en charge immédiate.

Mots clés: chien, chat, fracture radius-ulna, traitement

Abstract:

Radius and ulna fractures are very common in domestic carnivores (cats, dogs)'s fractures, they can be proximal, diaphyseal or distal, simple, transverse or oblic, the distal third is dogs' common site of fracture and especially in toys breeds. Radius ulna's fractures can occur at any age, but are much more susceptible for young. Usually these fractures are caused by direct and violent trauma, most often due to car accidents. However, a few cases are described following falls and bites. Memorials and clinical signs are often sufficient to diagnose a fracture of the radius and ulna. However, a general clinical examination is essential in first intention to exclude or not any other lesion; the survival of the animal is being a priority than bone repair. After that, the musculoskeletal system is examined. Subsequently, x-rays are essential to characterize precisely the nature of the fracture. Many treatments exist for antebrachial fractures, surgical treatment by plate or by external fixator seems the treatment of choice but the basic principles of the surgical treatment of fractures must be fully respected, namely: atraumatic surgery, anatomical reduction and stable fixation allow an immediate setting in onus.

Keywords: dog, cat, radius-ulna fracture, treatment

ملخص

تعتبر كسور الكعبرة والزند شائعة جدًا عند الحيوانات آكلة اللحوم (القطط والكلاب)، ويمكن أن تكون على طرفي العظم العلوي أو السفلي أو جسده، بسيطة، على العرض أو مائلة، والثالث السفلي هو موقع شائع للكسر عند الكلاب و عادة ما تكون. يمكن أن تحدث كسور الساعد في أي عمر، ولكن الشباب أكثر عرضة للإصابة بها. خاصة في سلالة الأقزام ومع ذلك، تم وصف بعض هذه الكسور ناتجة عن الصدمات المباشرة والعنيفة، وغالبًا ما تكون بسبب حوادث السيارات غالبًا ما تكون المستدللات والعلامات السريرية كافية لتشخيص كسر في الكعبرة. الحالات عل أنها ما بعد السقوط والعض ومع ذلك، فإن الفحص السريري العام ضروري في الوهلة الأولى لاستبعاد أو عدم استبعاد أي كسر أخرى؛ لبقاء. والزند بعد ذلك، تعتبر الأشعة. الحيوان على قيد الحياة أولوية عن إصلاح العظام. بعدها، يتم فحص الجهاز العضلي الهيكلي. توجد على الفور. السينية ضرورية لوصيف طبيعة الكسر بدقة.

الكلمات المفتاحية: كلب، قط، كسر عظم الزند، عظم الكعبرة، علاج