

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

WALDO FÁVIO CARDOSO MALFRISON

TRATAMENTO DE FRATURA DISTAL COMINUTIVA DE RÁDIO E ULNA EM CÃO
COM FIXADOR EXTERNO HÍBRIDO: RELATO DE CASO

Uberlândia - MG

2024

WALDO FÁVIO CARDOSO MALFRISON

TRATAMENTO DE FRATURA DISTAL COMINUTIVA DE RÁDIO E ULNA EM CÃO
COM FIXADOR EXTERNO HÍBRIDO: RELATO DE CASO

Trabalho de Conclusão de curso apresentado a coordenação do curso graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção do título bacharel em medicina veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Cláudio Dantas Mota.

Uberlândia - MG

2024

RESUMO

Relato de caso de um cão sem raça definida (SRD) com fratura cominutiva distal de rádio e ulna, tratado com fixador externo híbrido. O paciente foi submetido à osteossíntese minimamente invasiva (MIO), com redução indireta da fratura e estabilização com fixador externo híbrido. As radiografias pós-operatórias imediatas confirmaram o posicionamento adequado do fixador e o alinhamento dos fragmentos ósseos. O paciente apresentou boa evolução no pós-operatório imediato, deambulando com o membro operado. O fixador externo híbrido mostrou-se uma opção viável para o tratamento de fraturas cominutivas em cães, proporcionando estabilidade e permitindo o manejo adequado dos tecidos moles.

Palavras chaves: Cão, fratura cominutiva, rádio, ulna, fixador externo híbrido, osteossíntese minimamente invasiva.

SUMMARY

Case report of a mixed-breed dog with a distal comminuted fracture of the radius and ulna, treated with a hybrid circular external fixator. The patient underwent minimally invasive osteosynthesis (MIO), with indirect fracture reduction and stabilization with a hybrid external fixator. Immediate postoperative radiographs confirmed adequate fixator placement and bone fragment alignment. The patient showed good progress in the immediate postoperative period, walking with the operated limb. The hybrid external fixator proved to be a viable option for the treatment of comminuted fractures in dogs, providing stability and allowing adequate management of soft tissues.

Key words: Dog, comminuted fracture, radius, ulna, hybrid external fixator, minimally invasive osteosynthesis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. JUSTIFICATIVA	9
4. REVISÃO DE LITERATURA	10
4.1 Anatomia óssea de Rádio e Ulna	10
4.2 Consolidação Óssea	11
4.3 Fraturas distais de Rádio e ulna	12
4.4 Formas de tratamento.....	14
5. RELATO DE CASO	18
5.1 Triagem.....	18
5.2 Exames complementares / Diagnóstico	19
5.2.1 Hemograma e Bioquímicos	19
5.2.2 Raio X	20
5.3 Procedimento Cirúrgico	20
6. DISCUSSÃO	23
7. CONCLUSÃO	26
ANEXOS	27
Anexo I	28
Anexo II -	29
Anexo III	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

As fraturas distais de rádio e ulna em cães são uma das principais casuísticas nos atendimentos em hospitais veterinários (Ferrigno *et al.*, 2018), as causas mais comuns dessas fraturas incluem acidentes automobilísticos (atropelamentos), traumas causados por brigas, dentre outras situações. A prevalência desse tipo de fratura pode estar relacionada à raça, idade e porte do animal, sendo mais frequente em animais de pequeno porte devido à menor densidade óssea. Estudos demonstram maior prevalência de fraturas distais de rádio e ulna em cães jovens e de pequeno porte (Beever *et al.*, 2018).

O tratamento de desse tipo de fratura envolve coaptação externa ou estabilização cirúrgica (Ferrigno *et al.*, 2018), e representa desafios clínicos devido à complexidade anatômica e funcional desses ossos, bem como à necessidade de uma intervenção eficaz para preservar a mobilidade e qualidade de vida do animal, buscando reestabelecer a função do membro acometido e ao mesmo tempo proporcionar conforto ao animal.

Diante da complexidade dessas fraturas e da alta taxa de insucesso do tratamento conservador, especialmente em cães de pequeno porte (Harasen, 2003; McCartney *et al.*, 2010), a osteossíntese minimamente invasiva (MIO) e a fixação externa (FE) surgem como alternativas promissoras, particularmente em fraturas abertas ou cominutivas, devido à sua capacidade de estabilizar a fratura e permitir a preservação dos tecidos moles profundos (Fossum *et al.*, 2021; Palmer, 2012). A MIO oferece a vantagem de preservar a vascularização óssea e promover uma rápida consolidação óssea, e quando executado junto com o FE, incluindo o fixador externo híbrido, permite o acesso ao local da fratura para limpeza e acompanhamento, o que é essencial para prevenir complicações como infecções (Clarke *et al.*, 2006).

A escolha da técnica é fundamental para o sucesso do tratamento, e a decisão do método deve levar em consideração vários fatores como localização da fratura e tipo de lesão, assim como condição geral do paciente e os recursos disponíveis (Pozzi *et al.*, 2021), dentre outros. Por isso, o fixador externo híbrido, uma variação da fixação externa que combina elementos de fixação interna e externa, tem se mostrado uma opção viável para o tratamento de fraturas cominutivas, oferecendo estabilidade e versatilidade na sua aplicação (Clarke *et al.*, 2006; Joyner *et al.*, 2004; Radasch *et al.*, 2008).

Em alguns casos, técnicas alternativas como o uso de pinos intramedulares e fios de cerclagem podem ser consideradas, especialmente em situações em que o custo e a complexidade do procedimento são fatores limitantes (Souza *et al.*, 2001). No entanto, o fixador externo híbrido se apresenta como uma alternativa promissora no manejo dessas fraturas, embora a taxa de sucesso possa variar e complicações como a não união óssea possam surgir. A pesquisa Marshall *et al.*, 2022 apontou cerca de 4,6% dos casos de não união em uma população heterogênea de cães com fraturas ósseas.

Este trabalho visa relatar um caso clínico de fratura distal de rádio e ulna em um cão sem raça definida (SRD), tratado com fixador externo híbrido pela abordagem de osteossíntese minimamente invasiva.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Relatar um caso de fratura distal de rádio e ulna em um cão sem raça definida (SRD), tratado com fixador ósseo externo híbrido no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia.

2.2 Objetivos específicos

Descrever os achados clínicos e radiográficos do paciente, bem como a técnica de osteossíntese com o fixador externo híbrido aplicada, apresentando o resultado do pós-operatório imediato. Descrever os cuidados pós-operatório indicados ao paciente.

3. JUSTIFICATIVA

A osteossíntese com fixador externo híbrido é uma técnica promissora no tratamento de fraturas cominutivas em cães, oferecendo estabilidade e versatilidade. No entanto, há poucos relatos de caso na literatura veterinária sobre o uso dessa técnica em fraturas distais de rádio e ulna.

Este relato de caso, visa contribuir para o conhecimento sobre o uso do fixador externo híbrido em fraturas distais de rádio e ulna em cães, fornecendo informações relevantes para a prática clínica veterinária, discutindo os fatores que podem influenciar o resultado do tratamento.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Anatomia óssea de Rádio e Ulna

Localizando-se distais ao úmero, os ossos rádio e ulna pertencem ao antebraço (Honorato; Simões, 2019). Com o animal em estação o osso Ulna está posicionado caudalmente ao rádio na parte proximal do antebraço, lateralmente na parte distal. Estes ossos se articulam por meio da articulação radioulnar proximal e distal, sendo ligados em seu comprimento por um forte ligamento interósseo que permite um mínimo movimento de translação entre o rádio e a ulna (Hudson *et al.*, 2020), enquanto algum movimento rotacional, com isso há redução (perda) do movimento de supinação e pronação (Singh, 2019).

O rádio é o osso mais volumoso e mais cranial (Honorato; Simões, 2019), sendo um osso simples em forma de bastão (Evans, 2013; Singh, 2019) que se articula proximal com o úmero, distal ao carpo e caudal a ulna. Este osso é constituído por cabeça, colo, corpo e tróclea. Toda a margem medial do rádio é subcutânea e a face cranial é palpável em sua região distal, onde é pouco revestida pelo extensor oblíquo do carpo e pelos tendões dos outros extensores (Singh, 2019). O rádio não apresenta uma conformação uniforme, sendo a diáfise e metáfise achatadas no sentido crânio caudal e diminuído nas curvas. O seu canal medular é uniforme em tamanho sendo mais largo no sentido médio-lateral que no sentido craniocaudal (Souza *et al.*, 2001). Em gatos, o rádio tem leve torção distalmente, que é pronunciada (Hudson *et al.*, 2020). A parte distal apresenta sulcos, no qual passam tendões extensores, já a parte caudal é rugosa, e nesta ocorre fixação muscular. Devido à sua curvatura anterior, a inserção de pinos intramedulares no rádio pode ser desafiadora (Milovancev; Ralphs, 2004).

O osso ulna se localiza caudolateral em relação ao rádio em sua parte proximal, ou seja, é mais profunda, exceto em sua extremidade distal, que no processo estilóide se conecta com ossos cárpicos (Singh, 2019). Apresenta a extremidade proximal mais desenvolvida que a distal, e seu canal medular mais largo na parte proximal, cujo vai se estreitando distalmente ao longo do seu trajeto. Em algumas raças de cães, a ulna pode se apresentar muito pequena, ou sequer existir (Souza *et al.*, 2001).

A ulna e o rádio são irrigados por ramos das artérias braquial, interóssea comum e mediana, sendo importante preservar essa vascularização durante o tratamento de fraturas para garantir a consolidação óssea (Hudson *et al.*, 2012).

Um dos fatores que aumenta a chance deste segmento adquirir fratura aberta é causado pelo seu pouco revestimento de tecidos moles, contribuindo também para a redução do suprimento sanguíneo extraósseo e retardo na cicatrização.

4.2 Consolidação Óssea

A consolidação óssea é um processo biológico complexo que envolve diversas fases, cada uma com características e necessidades específicas (Fossum *et al.*, 2021). Segundo Palmer (2012), o processo de consolidação óssea pode ser dividido em três fases principais: inflamatória, reparativa e de remodelação.

Na fase inflamatória, que ocorre logo após a fratura, há formação de um hematoma no local da lesão, seguido pela liberação de mediadores inflamatórios que atraem células osteoprogenitoras para a área. Essas células se diferenciam em osteoblastos, que iniciam a produção de tecido ósseo imaturo, chamado de calo ósseo (Fossum *et al.*, 2021).

A fase reparativa é caracterizada pela formação e mineralização do calo ósseo. Inicialmente, o calo é composto principalmente por tecido fibroso e cartilaginoso, que gradualmente é substituído por tecido ósseo lamelar. A estabilidade da fratura é crucial nesta fase, pois permite a formação de um calo ósseo organizado e resistente (Roe, 2020; Fossum *et al.*, 2021). É importante que a estabilidade não seja excessiva, pois a micromovção controlada no foco da fratura pode estimular a formação do calo ósseo e acelerar a consolidação (Palmer, 2012).

Na fase de remodelação, o calo ósseo é gradualmente reabsorvido e substituído por osso cortical maduro, restaurando a forma e a função do osso original. Esse processo pode levar meses ou anos, dependendo da gravidade da fratura e da idade do animal e de fatores como o suprimento sanguíneo e a estabilidade da fratura (Fossum *et al.*, 2021).

No caso de fraturas cominutivas, como a relatada neste trabalho, a consolidação óssea pode ser lenta e complexa devido à maior lesão tecidual e à dificuldade de redução anatômica dos fragmentos (Adams; Fessler, 1996), pode

também não ocorrer, principalmente em animais senescentes ou na presença de infecção ou falha do implante (Marshall *et al.*, 2022). Em cães jovens a consolidação óssea costuma ser mais rápida e eficaz.

A escolha do método de fixação da fratura influencia diretamente o processo de consolidação óssea. No entanto, a utilização de um fixador externo híbrido, que combina elementos de fixação interna e externa pode proporcionar a estabilidade necessária para a formação do calo ósseo e a consolidação da fratura, como observado em estudos prévios (Adams; Fessler, 1996; Pozzi *et al.*, 2011; Rovesti *et al.*, 2007).

O processo de consolidação óssea é gradual, dessa forma é extremamente importante que se realize a avaliação da consolidação óssea de forma contínua. Esta avaliação pode ser feita por palpação, identificando a formação de um calo ósseo mole e por radiografia, observando a proliferação de osso novo e a formação de um calo ósseo mineralizado (Palmer, 2012). Porém, a avaliação radiográfica pode ser dificultada pela sobreposição dos componentes do fixador, sendo necessárias, em alguns casos, radiografias oblíquas para uma avaliação completa (Radasch *et al.*, 2008).

4.3 Fraturas distais de Rádio e ulna

As fraturas distais de rádio e ulna são comuns em cães, especialmente após traumas como acidentes automobilísticos ou quedas, sendo que os animais jovens são os mais susceptíveis (Muir, 1997; Fossum *et al.*, 2021). Devido aos muitos insucessos, o tratamento desse tipo de fratura deve ter uma atenção especial (Ferrigno *et al.*, 2008). Em raças pequenas ou miniaturas, esse tipo de fratura por ocorrer por mínimo trauma (pulo ou quedas). Nestas raças a predisposição a fraturas pode ser maior devido à menor densidade óssea (Beever *et al.*, 2018).

As complicações mais comuns associadas a essas fraturas incluem: não união, união retardada, má união angular, instabilidade biomecânica, desvios angulares, incongruências, pseudoartrose e refratura após a remoção do implante (Deangelis, 1973; Lappin *et al.*, 1983; Marshall *et al.*, 2022). As fraturas de não-união são caracterizadas pela formação de tecido fibroso ou cartilaginoso entre os fragmentos (Vezzoni *et al.*, 2021).

Os principais fatores que contribuem para as complicações se dão pelo pobre suprimento vascular do segmento acometido, pelo diâmetro ósseo reduzido, pela pouca musculatura de suporte e pela forte tensão exercida pelos músculos carpal e flexor digital que deslocam os fragmentos lateralmente e caudalmente (Herron, 1974; Souza *et al.*, 2001). Em raças pequenas, a escassez de vascularização na diáfise também pode ser um fator de risco para complicações (Witte *et al.*, 2014; Beever *et al.*, 2018). Outros fatores associados às complicações são o tratamento impreciso (Ferrigno *et al.*, 2008), e ao tutor não seguir as recomendações médicas do pós-cirúrgico. Com a aplicação da placa craniolateralmente, minimiza-se o efeito da forma do rádio distal, diminuindo o risco de mau alinhamento intraoperatório (Hudson *et al.*, 2020). Aronson (2012) notou que o tipo de fixador externo empregado também influencia diretamente nas complicações, assim como podem ser influenciadas por variáveis como habilidade do cirurgião, metodologia adotada e aspectos individuais do paciente (Deveci *et al.*, 2022; Ferrigno *et al.*, 2008).

O sinal clínico mais evidente é a claudicação, com o local da lesão apresentando edema, dor (que pode ser severa) e crepitação. Para confirmar o diagnóstico e avaliar a extensão da lesão, o exame radiográfico é essencial (Fossum *et al.*, 2021; Milovancev, 2004). Além disso, exames complementares, como hemograma e bioquímico sérico, podem ser necessários para avaliar o estado geral do animal e identificar possíveis comorbidades que possam influenciar o tratamento e o prognóstico.

Devido à dor intensa, o animal pode necessitar de sedação ou anestesia geral para o manejo da fratura, realização de exames complementares e estabilização inicial (Adams; Fessler, 1996). Principalmente em animais agitados ou agressivos, facilitando o manejo e garantindo a segurança da equipe e do paciente.

4.4 Formas de tratamento

O tratamento de fraturas em ossos longos, como rádio e ulna, pode ser fechado ou aberto (cirúrgico), a depender da gravidade e configuração da fratura (Fossum *et al.*, 2021). No tratamento fechado ou conservativo, geralmente é usado muletas, moldes, gesso, talas e bandagens. Em alguns casos a coaptação externa pode ser indicada, especialmente em animais jovens e em fraturas distais da diáfise (Harasen, 2003). No tratamento aberto, ou seja, cirúrgico, pode ser abordado via uso de placas, parafusos ortopédicos, fios de cerclagem, pinos percutâneos, fixadores externos ou enxertos ósseos (Fossum *et al.*, 2021).

A osteossíntese pode ser realizada pela abordagem minimamente invasiva (MIO), ou minimamente invasiva por placas (MIPO). A MIO, permite reduzir o tempo cirúrgico e não é invasiva comparado as técnicas padrão (Fossum *et al.* 2021).

Para a decisão cirúrgica sobre o tratamento a ser abordado para fraturas de rádio e ulna, deve-se medir as vantagens e desvantagens (Fossum *et al.*, 1997), e para isso ainda deve-se levar em consideração o tipo de fratura (fechada ou aberta), peso do animal, raça, idade, estado do paciente, sistema de implante escolhido, condição financeira e se o tutor poderá realizar o acompanhamento do animal durante a recuperação (Matthiensen, 1983; Fossum *et al.*, 2021). É importante destacar que de acordo com Ferrigno *et al.* 2008, animais que operaram com um menor intervalo de tempo entre o trauma e a cirurgia obtiveram melhores resultados, então este também pode ser um fator somatório para diminuir o risco de complicações. Atrasos na intervenção pode dificultar alinhamento anatômico, fazendo que talvez seja necessária uma intervenção cirúrgica mais invasiva (Barnhart, 2020).

A intervenção cirúrgica visa uma completa cicatrização, e para isso realiza-se a redução anatômica ou aproximação dos maiores fragmentos (Souza *et al.* 2001). Para que esta intervenção seja bem-sucedida ocorrendo a cicatrização óssea, se faz necessário que cirurgião escolha implantes que anulem todas as forças que estão atuantes no foco da fratura, que são denominadas como: força de flexão, compressão, cisalhamento, rotação, deslocamento longitudinal, deslocamento lateral e distração dos fragmentos (Boudrieau; Sinibaldi 1992; Fossum *et al.*, 2021).

Por causa das suas características anatômicas e por sustentar a maior parte do peso, na intervenção cirúrgica do osso rádio é indicado o uso de placas e fixadores

externos em fraturas de diáfise, justificada pela facilidade na abordagem dos planos cranial, lateral e medial (Deangelis *et al.*, 1973; Lappin *et al.*, 1983).

Fraturas simples ou moderadamente cominutivas, com fragmentos grandes e passíveis de reconstrução anatômica, podem indicar a redução aberta e estabilização com fixação interna. Por outro lado, fraturas severamente cominutivas, que não podem ser totalmente reconstruídas, podem ser candidatas à redução fechada e Fixador Esquelético Externo (FEE) ou redução aberta com placa em ponte e autoenxerto ósseo. A estabilização da ulna geralmente é indireta, através da estabilização do rádio, mas pode ser indicada em casos específicos (Fossum *et al.*, 2021).

O fixador externo híbrido é composto por um anel e duas barras conectoras uniplanares posicionadas aproximadamente a 90 graus entre si (Fossum *et al.*, 2021). combina as vantagens da fixação externa circular com a da fixação interna, oferecendo estabilidade e permitindo o manejo de tecidos moles, minimizando o trauma cirúrgico (Clarke *et al.*, 2006). Essa técnica é especialmente útil em fraturas cominutivas com fragmentos pequenos, com segmentos ósseos distais curtos (Fossum *et al.*, 2021), onde a fixação com placas pode ser desafiadora (Joyner *et al.*, 2004).

A fixação com placas e parafusos é um método versátil e estável, permitindo apoio imediato do membro (Milovancev; Ralphs, 2004; Hudson *et al.*, 2012). Porém, requer uma abordagem cirúrgica mais invasiva, com potencial prejuízo à vascularização local e risco de osteopenia (Muroi *et al.*, 2021). Além disso, a rigidez excessiva da placa pode levar à diminuição da formação de calo ósseo e atraso na consolidação óssea (Palmer, 2012). Adicionalmente, em cães de pequeno porte, a utilização de placas pode levar à reabsorção ulnar e diminuição da flexão do carpo (Watrous; Moens, 2017). É relatado por Vezzoni *et al.* (2020), que no plaqueamento podem ocorrer complicações em até 54% dos cães com peso inferior a 6kg.

A aplicação de pinos intramedulares no rádio não é recomendada devido à configuração estreita do canal medular e ao risco de invadir a articulação do carpo e por sua baixa capacidade de bloqueio das forças atuantes no foco da fratura (Ferrigno *et al.*, 2008). No entanto, pinos IM podem ser utilizados na ulna para fornecer suporte adicional à fixação primária em fraturas radiais cominutivas em alguns casos (Fossum, *et al.*, 2021).

Os FEE são particularmente úteis no tratamento de fraturas diafisárias de rádio, especialmente em fraturas cominutivas, por permitirem a estabilização da fratura sem invadir o local da lesão com implantes metálicos (Adams; Fessler, 1996). Conforme Fossum *et al.*, (2021), a remoção do implante em fraturas abertas é desejável após a cicatrização e é facilmente realizada com fixação externa. No entanto, o uso FEEs não é isento de complicações. Um estudo retrospectivo conduzido por Beever *et al.* (2018) em 97 cães submetidos à colocação de FEE revelou uma alta taxa de complicações (69%), sendo as mais comuns a infecção superficial do trato do pino e a falha do implante. A região anatômica da fratura e a configuração transarticular do FEE foram identificados como fatores de risco para o desenvolvimento de complicações. No estudo realizado por Knudsen *et al.* (2012), também foi observado complicações como as acima mencionadas, associadas ao uso de fixador externo em cães e gatos.

A MIPO, é uma alternativa para o tratamento de fraturas de rádio e ulna em cães, especialmente em fraturas cominutivas (Pozzi *et al.*, 2021). A MIPO pode ser utilizada em diferentes tipos de fraturas, incluindo as transversas, oblíquas curtas e espirais, embora estas possam exigir uma abordagem minimamente aberta para garantir a redução anatômica. Diversas técnicas de redução indireta, como o uso de mesa de tração ou membro pendurado, podem ser empregadas para facilitar a estabilização da fratura, tração ou pinagem intramedular, e a fixação interna com placa e parafusos (Hudson *et al.*, 2012; Pozzi *et al.*, 2021; Fossum *et al.* 2021).

Pozzi *et al.* (2013) relataram alinhamento aceitável da fratura em todas as fraturas de rádio e ulna estabilizadas com MIPO, facilitado pela aplicação de um fixador circular transitório durante a cirurgia. Embora a translação mediolateral tenha sido significativamente maior nas fraturas estabilizadas via MIPO em comparação com a aplicação de placa aberta, a angulação do plano frontal não diferiu entre os grupos e o grau de translação não foi considerado clinicamente prejudicial em nenhum cão. A função do membro foi considerada normal em todos os casos com base no exame clínico no último seguimento. O autor ainda destaca que a MIPO exige experiência do cirurgião e seleção cuidadosa dos casos. No entanto, a utilização da MIPO tem se mostrado uma alternativa promissora para o tratamento de fraturas em cães de pequeno porte, com bons resultados funcionais (Hudson *et al.*, 2020).

O fixador externo circular (FEC) na abordagem padrão também opção para o tratamento de fraturas distais de rádio e ulna, especialmente em casos de fraturas

cominutivas ou em pacientes que requerem ajustes no pós-operatório (Rovesti *et al.*, 2007). O FEC permite a estabilização da fratura e a promoção da cicatrização óssea por meio de micromovimento axial, mas pode ser mais complexo e necessitar de maior cuidado pós-operatório em comparação com outras técnicas. Esta técnica pode apresentar desafios como a alta incidência de inflamação nos pontos de fixação dos pinos, risco de osteomielite em fraturas expostas e a possibilidade de não união em alguns casos, o que exige atenção e experiência do cirurgião para o sucesso do tratamento (Anderson *et al.*, 2003).

No presente relato de caso, foi utilizada a técnica de redução indireta com fixador externo híbrido, que se mostrou eficaz na obtenção de um alinhamento adequado dos fragmentos ósseos.

O acompanhamento pós-operatório rigoroso e individualizado para cada paciente, como descrito por Hudson *et al.* (2020) é essencial. A avaliação clínica e radiográfica frequente permite o monitoramento da consolidação óssea e a identificação precoce de possíveis complicações, garantindo o sucesso do tratamento. Portanto, o tutor do animal deve ser conscientizado sobre essa necessidade. A comunicação entre o médico veterinário e tutor, especialmente em casos de animais resgatados, onde o histórico clínico pode ser desconhecido é crucial, pois a participação ativa do tutor no tratamento e acompanhamento do paciente, contribui para o sucesso do caso. Isso ressalta a importância da colaboração entre a equipe veterinária e os tutores no cuidado com os animais.

É importante ressaltar que a escolha do método de tratamento para fraturas de rádio e ulna em cães deve ser individual e considerar as características da fratura, a experiência do cirurgião, configuração do fixador, o estado do paciente e os recursos disponíveis (Pozzi *et al.*, 2021).

A descrição do procedimento cirúrgico, incluindo a técnica de redução indireta com fixador externo circular e a aplicação do fixador híbrido, pode auxiliar outros cirurgiões na realização desse procedimento. Adicionalmente, a discussão das possíveis complicações e das medidas preventivas adotadas pode contribuir para a prevenção de intercorrências em futuros casos.

5. RELATO DE CASO

5.1 Triagem

Um cão macho sem raça definida (SRD), de pelagem preta e peso 6.9Kg, foi admitido na triagem de emergência do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Vítima de atropelamento, no dia 16/01/2024. A tutora, que resgatou o cão, relatou ao médico veterinário que o acidente ocorreu na noite anterior em frente a um supermercado, local onde o cão residia.

No atendimento da triagem, foi realizado o protocolo de Ultrassonografia Global fast, no qual não apresentou líquido na cavidade peritoneal. Após este exame, o animal foi encaminhado para consulta cirúrgica realizada na mesma data.

5.2 Consulta Cirúrgica – Anamnese e Exame Físico

Durante a anamnese, a tutora informou que o cão estava prostrado e claudicando em membro torácico direito (MTD), não conhecia o seu histórico clínico, por exemplo se já havia passado por procedimentos cirúrgicos. Ela apenas sabia que o cão se alimentava de ração (fornecida por ela e outras pessoas) no local em que residia com outros cães. No entanto, a tutora relatou que havia vermifugado o animal, aplicado a vacina déctupla e não forneceu nenhum tipo de medicação ao animal após o ocorrido.

No exame físico o cão estava alerta, com postura normal, apoiado nos membros exceto membro torácico direito, o qual estava elevado. Na avaliação do exame físico, apresentou frequência cardíaca de 120 bpm, frequência respiratória de 38 mrpm, temperatura 38°C, pulso forte e rítmico e normohidratado. O escore corporal era 5/9. As mucosas estavam hipocoradas e úmidas, com tempo de preenchimento capilar (TPC) de 2 segundos. Os linfonodos não estavam reativos. Na avaliação cardiorrespiratória (ausculta), apresentou batimentos cardíacos normorrítmicos e normofonéticos (BCNRNF) e campos pulmonares limpos (CPL). Na avaliação abdominal não foram notadas alterações. Durante a ectoscopia, foi observada

tumefação (edemaciação) em MTD na região do rádio e ulna, estando ausentes assimetria e desvios, atrofia muscular, escoriações e fissuras.

Na palpação do local aparente da lesão, percebeu-se dor ao toque, angulação da articulação radiocárpica e descontinuidade óssea em seu terço final. Com base nesses resultados, a principal suspeita clínica era de fratura do osso rádio no MTD.

5.2 Exames complementares / Diagnóstico

Na data do atendimento foram realizados: hemograma, bioquímicos (Ureia, ALT, Gama GT, Fosfatase Alcalina, Creatinina e Albumina), exame radiográfico e teste rápido Snap 4DX. Em PCR o animal apresentou positividade para *Hepatozoon* spp. e *Ehrlichia canis* e/ou *Ehrlichia ewingii*.

5.2.1 Hemograma e Bioquímicos

O eritrograma revelou uma anemia leve normocítica normocrômica, sugerindo perda sanguínea ou supressão da produção de hemácias devido à inflamação crônica e infecção. O leucograma apresenta leucocitose por neutrofilia, indicando uma resposta inflamatória aguda, provavelmente relacionada à fratura e à infecção por *Hepatozoon* spp. e *Ehrlichia canis* e/ou *Ehrlichia ewingii*. A eosinofilia sugere uma resposta a parasitas (*Ehrlichia canis* e/ou *Ehrlichia ewingii*). Linfócitos e monócitos estavam dentro da referência, sem alterações significativas. O plaquetograma também dentro da referência, indicando que a coagulação sanguínea não está alterada. O aumento da proteína plasmática sugere desidratação e/ou produção de proteínas de fase aguda em resposta à infecção e inflamação.

Como o animal em questão apresentou uma fratura distal em rádio e ulna, e positividade para *Ehrlichia canis* (*Ehrlichia ewingii*) e *Hepatozoon* spp. em PCR, esses achados corroboram para o diagnóstico de infecção aguda por esses agentes, acompanhada de inflamação local e sistêmica. A anemia leve pode ser decorrente da infecção e da inflamação crônica, enquanto a leucocitose e a neutrofilia refletem a resposta do organismo ao processo infeccioso e à lesão tecidual. A eosinofilia, embora menos comum em infecções por *Hepatozoon*, pode estar presente em casos de

erlichiose. O aumento da proteína plasmática reforça a hipótese de desidratação e/ou resposta de fase aguda à infecção.

Os bioquímicos, ALT, Gama GT, Fosfatase Alcalina e Creatinina apresentaram valores dentro da normalidade para a espécie. Apenas a Albumina e Ureia estavam alterados. A albumina estava discretamente elevada, o que pode indicar uma leve desidratação. No entanto, a ureia estava abaixo do valor de referência, o que pode ser um indicativo de ingestão insuficiente de proteínas ou má nutrição.

5.2.2 Raio X

A radiografia foi realizada em MTD e tórax, nas projeções Ventrodorsal e laterolaterais esquerda/direita; craniocaudal e mediolateral. O exame de imagem mostrou em MTD descontinuidades ósseas fechadas, completas e cominutivas (fragmentos ósseos quebrados em mais de dois pedaços) que se estendem da diáfise média a metáfise distal do rádio e ulna direitos, com desalinhamento dos fragmentos e presença de múltiplas esquirolas ósseas adjacentes, além de aumento de volume em tecidos moles adjacentes. Na radiografia de tórax, notou-se discreto conteúdo gasoso em esôfago cervical, em projeção laterolateral direita, sendo esta alteração sugestiva para aerofagia, confirmada pela alteração visualizada em estômago, que apresentou discreto conteúdo gasoso.

A partir das alterações, conclui-se que o diagnóstico é de fratura cominutiva em rádio e ulna direitos, com desalinhamento dos fragmentos e esquirolas ósseas adjacentes, além de edema de tecidos moles associados. Este diagnóstico implica em um tratamento específico que será discutido na seção 7.

5.3 Procedimento Cirúrgico

O paciente foi submetido à uma MIO de rádio e ulna utilizando um fixador externo híbrido, seguindo os princípios descritos por Fossum (2021). O procedimento foi realizado sob anestesia geral, com o animal em decúbito lateral e o membro afetado elevado, manipulado por um auxiliar e com o membro contralateral tracionado caudalmente, para facilitar a redução da fratura e a aplicação do fixador.

Para o procedimento cirúrgico, foi utilizado um aro circular, duas barras estabilizadoras, dois fios de Kirschner e quatro pinos de steiman 1,5, cujos foram transfixados medial e lateralmente em MTD em projeção transcortical sendo, dois proximais e dois distais à fratura, sendo dois pinos no rádio e dois na ulna (Anexo 2 e 3).

Primeiramente, o aro foi posicionado ao redor do membro, proximal à articulação cárpica, bem centralizado para evitar a força de cisalhamento. Logo após, realizou-se pequenas incisões no local de implantação dos pinos. Então, um fio de Kirschner foi transpassado ao osso bem paralelo a superfície articular para evitar a ocorrência de deformidades angulares, sendo tensionado e fixado com o auxílio de um tensionador de fio (Fossum *et al.*, 2021). A utilização de fios de Kirschner em fixadores circulares é uma prática comum para estabilizar fragmentos ósseos menores e promover a consolidação óssea (Rovesti *et al.*, 2007).

Após este procedimento, a barra de fixação foi presa ao aro em ângulo de 90°, este ângulo reduz a força de torção atuante no foco da fratura. Em seguida os primeiro pino de Steiman foi colocado proximalmente. Com este procedimento realizado, foi realizado o alinhamento do segmento ósseo e a braçadeira foi apertada para ter a estabilidade da fratura. Os pinos devem ser colocados em ângulo de 45 ou 90°. Concluída esta etapa, o outro fio de Kirschner foi colocado paralelo ao aro, e foi tensionado. Como a fratura já foi estabilizada os demais pinos foram colocados na braçadeira e foram apertados.

A segunda barra foi colocada assim como os demais pinos em ângulo de 90° com a primeira barra (Fossum *et al.*, 2021). Encerrando, a colocação dos pinos na segunda barra as pequenas, as pequenas incisões foram fechadas em camadas, utilizando fio de náilon em padrão simples interrompido. Os pinos foram inseridos, com auxílio de um guia de broca, como descrito por Peirone *et al.* (2020). Os pinos foram fixados às barras conectoras do fixador externo híbrido com clamps e logo em seguida foram aparados que o animal não machuque a si mesmo com o ambiente (Fossum *et al.*, 2021).

A redução da fratura foi realizada por meio de manipulação indireta dos fragmentos ósseos, utilizando o fixador externo híbrido para auxiliar no alinhamento e estabilização, como descrito por Peirone *et al.* (2020). Essa técnica, conhecida como

ligamentotaxia, baseia-se na utilização das forças exercidas pelos tecidos moles adjacentes para auxiliar na redução da fratura.

No dia 20/01/2024, foram realizadas as medicações e a limpeza no local dos implantes e o animal recebeu alta médica. A tutora foi orientada sobre como realizar a limpeza no local dos implantes, e sobre as medicações que deveria administrar ao animal, incluindo:

- Amoxicilina + Clavulanato 400mg/5ml, VO, 1,7 ml do medicamento, BID (a cada 12h), por 7 dias;
- Cloridrato de Tramadol 100mg/ml, VO, 11 gotas, TID (a cada 8h), durante 7 dias;
- Dipirona 500mg/ml gotas, VO, 7 gotas, TID (a cada 8h), durante 7 dias;
- Meloxicam 0,5 mg, VO, 1 comprimido, SID (a cada 24 h), durante 3 dias;
- Limpeza (gaze, solução fisiológica e vetaglós®) - retirar a faixa, limpar todos os pinos (um por um) e os pontos com gaze e solução fisiológica, secar e passar pomada vetaglós®, após este procedimento, colocar nova faixa e fixar com esparadrapo. Repetir a cada 12 horas, durante 30 dias.

6. DISCUSSÃO

A equipe cirúrgica, após análise do caso, decidiu realizar a colocação de fixador híbrido por MIO, abordagem usada para tratar fraturas complexas como as observadas neste caso, que envolviam fraturas cominutivas em rádio e ulna. A decisão pela utilização do fixador externo híbrido, em detrimento de outras técnicas como a osteossíntese com placa e parafusos, foi motivada por diversos fatores.

Em primeiro lugar, a fratura apresentava múltiplos fragmentos ósseos e comprometimento dos tecidos moles, o que dificultaria a redução e a fixação com placa. Adicionalmente, o uso de fixador externo híbrido minimiza o trauma cirúrgico e preserva a vascularização óssea, favorecendo a consolidação da fratura em comparação com técnicas mais invasivas (Pozzi *et al.*, 2021). Outro fator determinante foi a possibilidade de realizar a MIO, que reduz o risco de complicações como infecções e deiscências, além de promover uma recuperação mais rápida (Hudson *et al.*, 2020). A técnica MIO, combinada com o fixador externo híbrido, permite uma fixação estável da fratura, preservando a irrigação sanguínea e o ambiente biológico favorável à cicatrização óssea.

A versatilidade do fixador externo híbrido também foi considerada, pois permite o acesso ao local da fratura para limpeza e acompanhamento, o que é essencial para prevenir complicações como infecções (Beever *et al.*, 2018; Aronson, 2012). Além disso, o fixador híbrido oferece a vantagem de estabilizar múltiplos pequenos fragmentos ósseos (Clarke *et al.*, 2006) e permitir o micromovimento axial, que pode favorecer a consolidação óssea (Witte *et al.*, 2014). No presente caso, a utilização do fixador híbrido também se justifica pela sua capacidade de promover a consolidação óssea indireta, com formação de calo ósseo, como descrito por Roe (2020). Essa característica é especialmente importante em fraturas cominutivas, onde a redução anatômica dos fragmentos pode ser desafiadora.

A estabilidade da redução foi confirmada por meio de radiografias (Anexo 2) realizadas logo após encerramento do procedimento cirúrgico. A radiografia foi realizada nas projeções craniocaudal e médio lateral de rádio e ulna, e mostrou osteossíntese em rádio e ulna direitos com um fixador externo híbrido, composto por dois fios, quatro pinos transcorticais, duas hastes e um fixador circular. Foi possível visualizar as linhas de fratura na diáfise média e distal do rádio, com discreto

desalinhamento dos fragmentos e múltiplas esquirolas ósseas adjacentes. O desalinhamento dos fragmentos e a presença de esquirolas são característicos de fraturas cominutivas. Adicionalmente, observou-se uma descontinuidade óssea fechada, completa, simples e oblíqua na diáfise distal da ulna direita, também com discreto desalinhamento dos fragmentos. O aumento de volume dos tecidos moles adjacentes, evidenciado pelo aumento de radiopacidade, é indicativo de edema, uma resposta inflamatória esperada no pós-operatório imediato de cirurgias ortopédicas, como discutido por Beever *et al.* (2018). A ausência de alterações radiográficas significativas em outras estruturas musculoesqueléticas sugere que o procedimento cirúrgico não causou danos adicionais aos tecidos adjacentes. Em suma, os achados radiográficos são consistentes com o pós-operatório imediato de osteossíntese de rádio e ulna direitos, utilizando um fixador externo híbrido, e com a presença de fratura diafisária na ulna direita.

Estas alterações estão de acordo com o esperado, visto o procedimento cirúrgico realizado. O paciente deambulou logo após o retorno do efeito anestésico, o que é um indicativo positivo para a recuperação. O acompanhamento radiográfico do pós-operatório e posteriores, são fundamentais para monitorar o progresso da consolidação óssea e identificar precocemente possíveis complicações, como infecção, afrouxamento ou quebra dos implantes, e desvios angulares (Fossum *et al.*, 2021).

O rádio e a ulna foram estabilizados com pinos de Steiman 1,5 transfixados no osso e acoplados ao fixador circular do rádio, visando auxiliar na estabilização e promover a consolidação óssea. No entanto, a fratura na ulna pode ter implicações na funcionalidade do membro, como a restrição da pronação e supinação, e potencialmente contribuir para a formação de osteoartrite na articulação radioulnar distal (Milovancev; Ralphs, 2004). Adicionalmente, a presença de uma fratura em ambos os ossos do antebraço pode aumentar o risco de complicações, como a não união óssea e a instabilidade do fixador externo (Ferrigno *et al.*, 2008).

A utilização do fixador externo híbrido (Anexo 3), se mostra vantajosa em relação a outras técnicas de fixação, como a osteossíntese com placa e parafusos, que pode ser mais invasiva e apresentar maior risco de complicações em cães de pequeno porte, como a reabsorção ulnar e a diminuição da flexão do carpo (Watrous; Moens, 2017). Na colocação de placas, há maior possibilidade de ocorrer irritação dos

tecidos, hipersensibilidade ao frio. Em contrapartida, essa característica possibilita facilidade na utilização de fixador externo (Palmer, 2012). Ao utilizar fixadores externos, é crucial escolher locais de inserção dos pinos que minimizem o risco de lesões a estruturas neurovasculares, como as "safe zones" descritas por Fossum *et al.*, (2021). Além disso, a rigidez excessiva da placa pode levar à diminuição da formação de calo ósseo e atraso na consolidação óssea (Palmer, 2012). No entanto, a osteossíntese com placa oferece uma estabilidade superior em relação aos fixadores externos, sendo uma opção viável em fraturas menos complexas (Ferrigno *et al.*, 2008).

No caso relatado, a escolha pelo fixador externo híbrido foi motivada pela presença de uma fratura cominutiva, ou seja, irreduzível com múltiplos fragmentos e comprometimento dos tecidos moles, o que dificultaria a redução e a fixação com placa, corroborando com as indicações de MIO para este tipo de fratura. Além disso, o fixador híbrido permitiu o acesso ao local da fratura para limpeza e acompanhamento, minimizando o risco de infecção, como recomendado por Fossum *et al.*, (2021).

Embora o fixador externo híbrido apresente vantagens, como a estabilidade e a versatilidade, é fundamental estar atento às possíveis complicações, como infecção superficial do trato do pino, falha do implante (Beever *et al.*, 2018; Aronson, 2012) e fratura no local de inserção dos pinos (Knudsen *et al.*, 2012), fato este que não ocorreu no presente relato de caso.

A prescrição do antibiótico Amoxicilina + Clavulanato, somado as orientações fornecidas à tutora sobre a importância da limpeza meticulosa da ferida e do aparato cirúrgico, podem ter contribuído para a ausência de complicações como as descritas acima (Beever *et al.*, 2018; Aronson, 2012). O acompanhamento radiográfico contínuo é essencial, pois ele permite visualizar o desenvolvimento do calo ósseo até a sua consolidação, e possibilita a intervenção no caso de complicações, antes que estas se agravem.

7. CONCLUSÃO

Em conclusão, o fixador externo híbrido, quando aplicado corretamente, se mostra uma opção eficaz no tratamento de fraturas cominutivas distais de rádio e ulna em cães. Este método proporciona estabilidade à fratura, permite o manejo adequado dos tecidos moles e minimiza o trauma cirúrgico, principalmente quando a osteossíntese é realizada de maneira minimamente invasiva.

ANEXOS

Anexo I - Imagem Radiográfica do Antebraço de um Cão SRD atendido no Hospital Veterinário da Faculdade Federal de Uberlândia.



Imagem A: Em projeção craniocaudal, nota-se fratura distal o osso rádio e ulna, sendo uma fratura cominutiva em rádio e ulna direitos, com desalinhamento dos fragmentos e esquírolas ósseas adjacentes; **Imagem B:** Percebe-se a mesma fratura, porém em projeção médio lateral. Nota-se em ambas as imagens, aumento dos tecidos moles adjacentes.

Anexo II - Radiografia pós-operatória imediata do membro torácico direito do paciente, evidenciando a osteossíntese em rádio e ulna com fixador híbrido e a fratura diafisária na ulna.

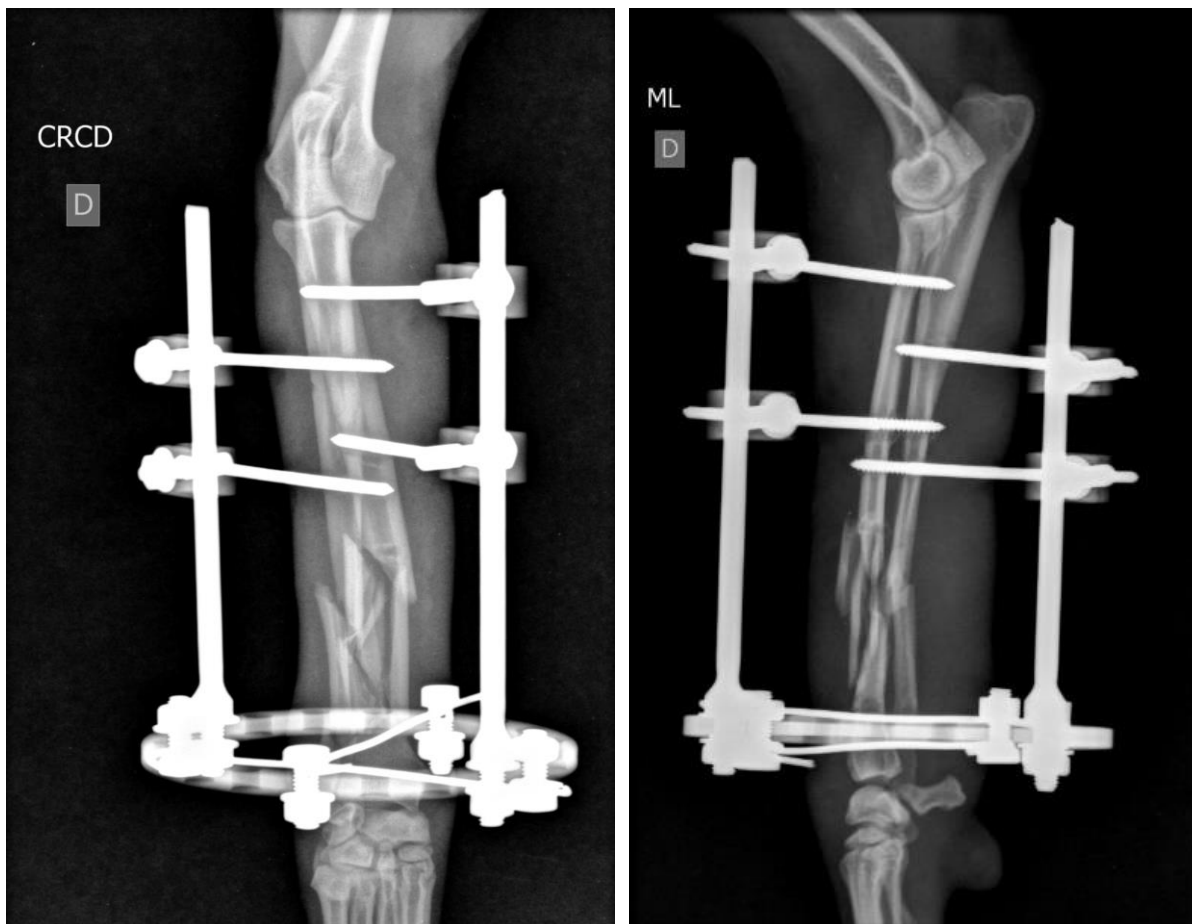


Imagem A: projeção craniocaudal; **Imagem B:** médio lateral; Ambas Imagens apresentam a osteossíntese em rádio e ulna direitos, com fixador híbrido (dois fios, quatro pinos transcorticais, duas hastes e um fixador circular), onde é possível visualizar as linhas de fraturas em diáfises média e distal de rádio, com discreto desalinhamento dos fragmentos e múltiplas esquirolas ósseas adjacentes. Se caracteriza por uma descontinuidade óssea fechada, completa, múltipla, cominutiva e oblíqua em diáfise distal de rádio e ulna direita com discreto desalinhamento dos fragmentos, com aumento de volume e radiopacidade de tecidos moles adjacentes. As demais estruturas musculoesqueléticas sem alterações radiográficas.

Anexo III – Antebraço direito de um cão SRD, em pós-cirúrgico Imediato.



Imagem – Antebraço direito de um cão, após osteossíntese com Fixador Externo Híbrido, com dois fios e quatro pinos transcorticais, duas hastes e um fixador circular.

REFERÊNCIAS

Adams, S. B.; Fessler, J. S. The role of external fixation and emergency fracture management in bovine orthopedics. **Vet Clin North Am Food Anim Pract**, v. 1, p. 181-198, 1996

Anderson, G. M. *et al.* Circular external skeletal fixation stabilization of antebrachial and crural fractures in 25 dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 39, p. 479-498, 2003.

Aronson, L. R. Problems associated with the use of external skeletal fixation in small animal orthopedics. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 42, n. 6, p. 1235-1251, 2012.

Barnhart, M. Pitfalls of Minimally Invasive Fracture Repair. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**, v. 50, n. 1, p. 17-21, 2020.

Beever, K. E. *et al.* Complications associated with the use of external skeletal fixation in dogs: 97 cases (2010-2015). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 252, n. 1, p. 87-93, 2018.

Boudrieau R. J., Sinibaldi K. R. Principles of long bone fracture management. **Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)**. v.7, p.44-62, 1992.

Clarke, S. P.; Carmichael, S. Treatment of distal diaphyseal fractures using hybrid external skeletal fixation in three dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 47, p. 98-103, 2006.

Deangelis M.P., Olds R.B. & Stoll S.G. Repair of fractures of the radius and ulna in small dogs. **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.** 19:436- 441.1973

Deveci, M. Z. Y. *et al.* Treatment of Radius and Ulna Fractures in Toy and Miniature Breed Dogs (22 Cases). **International Journal of Veterinary and Animal Research**, v. 5, n. 2, p. 66-72, 2022.

Evans HE, DeLahunta A. Arthrology. In: Evans HE, DeLahunta A, eds. Miller's anatomy of the dog. 4th ed. St Louis: **Elsevier Saunders**, 158–184, 2013.

Ferrigno, C. R. A. *et al.* Estudo crítico do tratamento de 196 casos de fratura diafisária de rádio e ulna em cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 8, p. 371-374, 2008.

Fossum, Theresa Welch *et al.* **Cirurgia de pequenos animais**. 5. ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 1487 p., 2021.

Harasen, G. External coaptation of distal radius and ulna fractures. **Canadian Veterinary Journal**, v. 44, n. 12, p. 1010-1011, 2003.

Herron M.R. Repair of distal radio-ulnar fractures in toys breeds. **Can. Pract.** 1:12-17, 1974.

Honorato, Angelita *et al.* Anatomia Veterinária I, **Grupo A**, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/99788595028760>. Acesso Em: 05 abr. 2024.

Hudson, C. C. *et al.* Minimally invasive plate osteosynthesis in small animals: Radius and ulna fractures. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 42, n. 4, p. 983-996, 2012.

Joyner, P. H. *et al.* Use of a hybrid external skeletal fixator for repair of a periarticular tibial fracture in a Patagonian cavy. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 224, n. 8, p. 1298-1301, 2004.

Knudsen, C.S. *et al.* Long bone fracture as a complication following external skeletal fixation: 11 cases. **Journal of Small Animal Practice**, 53(12), 687-692, 2012.

Lappin M.R. *et al.* Fractures of the radius and ulna in the dog. **J. Am. Anim. Hosp. Assoc.** 19:643- 650, 1983.

Marshall WG, Filliquist B, Tzimtzimis E, *et al.* Delayed union, non-union and mal-union in 442 dogs. **Veterinary Surgery**. 51(7):1087-1095, 2021. doi:10.1111/vsu.13880

Matthiensen, D.T. Multiple intramedullary wire fixation of a radial fracture in a dog. **Veterinary Surgery**, v.13, n.3, p.197-200, 1984.

McCartney, W. *et al.* Treatment of distal radial/ulnar fractures in 17 toy breed dogs. **Veterinary Record**, v. 166, n. 14, p. 430-432, 2010.

Milovancev, M.; Ralphs, S. C. Radius/ulna fracture repair. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 128-133, 2004.

Muir, P. Distal antebrachial fractures in toy-breed dogs. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.19, p.137-145, 1997.

Muroi N. *et al.* Effects of long-term plate fixation with different fixation modes on the radial cortical bone in dogs. **PLoS ONE** 16(2): e0247410, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247410>. Acesso: 17. jun. 2024.

Palmer, R. H. External fixators and minimally invasive osteosynthesis in small animal veterinary medicine. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 42, n. 4, p. 913-934, 2012.

Peirone, B. *et al.* Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Fracture Reduction Techniques in Small Animals. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**, v. 50, n. 1, p. 23-47, 2020.

Pozzi, A. *et al.* A review of minimally invasive fracture stabilization in dogs and cats. **Veterinary Surgery**, v. 50, p. O5-O16, 2021.

Pozzi, A. *et al.* Evaluation of a minimally invasive plate osteosynthesis technique for radius and ulna fractures stabilized with a temporary external fixator in dogs. **Veterinary Surgery**, 42(5), 575-581, 2013.

Radasch, R. M. *et al.* Pes varus correction in Dachshunds using a hybrid external fixator. **Veterinary Surgery**, 37(1), 71-81, 2008.

Rovesti, G. L. *et al.* Management of 49 antebrachial and crural fractures in dogs using circular external fixators. **Journal of Small Animal Practice**, v. 48, n. 4, p. 194-200, 2007.

Roe, S. Biomechanics of Fracture Fixation. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**, v. 50, n. 1, p. 1-15, 2020.

Singh, Baljit. Tratado De Anatomia Veterinária. **Grupo Gen**, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#!/books/9788595157439/>. Acesso em: 05 abr. 2024.

Souza, A. F. *et al.* Métodos Alternativos Para Estabilização De Fraturas De Rádio E Ulna Em Cães E Gatos. **Ciência Rural**, V. 31, N. 1, P. 81–87, jan. 2001.

Vezzoni, L. *et al.* Internal Radioulnar Fixation for Treatment of Nonunion of Proximal Radius and Ulna Fractures in a Toy Breed Dog. **VCOT Open**, v. 4, p. e24-e31, 2021.

Watrous G. K., Moens N. M. Cuttable plate fixation for small breed dogs with radius and ulna fractures: retrospective study of 31 dogs. **The Canadian Veterinary Journal**, 58(4):377–382, 2017

Witte, P. G., Bush, M. A., & Scott, H. W. Management of feline distal tibial fractures using a hybrid external skeletal fixator. **Journal of Small Animal Practice**, 55(11), 571-578, 2014.

Witsberger, T. H. *et al.* Minimally Invasive Application of a Radial Plate Following Placement Of An Ulnar Rod In Treating Antebrachial Fractures. **Technique And Case Series. Veterinary And Comparative Orthopedics and Traumatology**, V. 23, N. 6, P. 459-467, 2009.