



Centro Universitário de Brasília – CEUB

Faculdade de Ciências da Educação e Saúde

CAIO SOUSA DE PAULA

**Não União Óssea em Cães de Raças Toys - Revisão
de Literatura**

BRASÍLIA

2021

CAIO SOUSA DE PAULA

**Não União Óssea em Cães de Raças Toys - Revisão
de Literatura**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Ciências da
Educação e Saúde para obtenção do
grau bacharel em Medicina Veterinária.
Orientação: Prof. Me. Bruno Alvarenga
dos Santos.

**BRASÍLIA
2021**

CAIO SOUSA DE PAULA

**Não União Óssea em Cães de Raças Toys - Revisão
de Literatura**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Ciências da
Educação e Saúde para obtenção do
grau bacharel em Medicina Veterinária.

Brasília, 21 de junho de 2021.

Banca examinadora

Prof. Me. Bruno Alvarenga dos Santos
Orientador

Prof. Dra. Francislete Rodrigues Melo

Me. Rodrigo Tesser da Rocha

Não União Óssea em Cães de Raças Toys - Revisão de Literatura

RESUMO

A não união óssea é uma complicação que envolve mais cães de raças pequenas, sendo os ossos rádio e ulna de cães de raças “toys” os mais acometidos. Essa afecção consiste em um defeito na cicatrização óssea de uma fratura, ocorrendo principalmente por uma falha de estabilização e uma vascularização sanguínea inadequada. Seu diagnóstico é obtido a partir de exames radiológicos e clínicos do paciente, sendo de difícil determinação em função do tempo necessário para ser concluído. Este período é estimado entre 3 a 9 meses após a redução da lesão, podendo variar de acordo com o paciente e com o trauma ósseo. A não união óssea pode ser classificada em hipertrófica ou atrófica. E para seu adequado tratamento é necessário conhecer os diversos fatores que podem influenciar o processo de cicatrização e reorganização óssea, realizar procedimentos buscando um adequado alinhamento e estabilização da fratura, e empregar técnicas coadjuvantes para acelerar o processo de cicatrização e o retorno funcional do membro acometido, como as fisiátricas, o uso de células tronco e o plasma rico em plaquetas.

Palavras-Chave: fratura, fisioterapia, ortopedia

1. INTRODUÇÃO

A ortopedia é uma especialidade que permite diagnosticar alterações relacionadas ao sistema musculoesquelético como displasias, fraturas, traumas, malformações, luxações e tumores (CARVALHO, 2019). Na clínica de cães e gatos o tipo de afecção mais frequente são as fraturas de ossos longos em decorrência de eventos traumáticos externos (AMORIM, 2018).

O médico veterinário é fundamental para tratar esse tipo de trauma, e instruir os tutores sobre os possíveis cuidados que devem ter com seus animais (LIBARDONI, 2015). O tratamento deste tipo de lesão visa a reparação total óssea e a recuperação da função do membro. É preciso que o veterinário saiba a composição do tecido ósseo e as complicações que envolvem o tratamento, e reconheça as limitações fisiológicas do paciente (CARVALHO, 2019).

Dentre as complicações comuns no tratamento de fraturas em animais de pequeno porte está a não união óssea (RAUSCH, 2017). Esta afecção consiste na falha de cicatrização tecidual, sendo necessária alguma intervenção médica para revertê-la. Seu diagnóstico é de difícil confirmação por necessitar de longo tempo de monitoramento, e é realizado principalmente pelo exame clínico e radiológico da lesão. Sua origem pode estar relacionada com um tratamento cirúrgico inadequado, suprimento insuficiente de sangue, infecção bacteriana, idade do paciente, uso de corticoides, estado nutricional, forma e localização da fratura, presença de doenças metabólicas e fatores físicos. E dependendo das causas que a propiciam, pode ser classificada em não união óssea atrófica ou hipertrófica (MUNAKATA, 2017; SCHMAEDECKE, 2003).

Com o aprimoramento da ortopedia veterinária diversas técnicas e materiais foram desenvolvidos para o tratamento desta afecção (LIBARDONI, 2015). Este engloba a regeneração eficaz do defeito ósseo de forma confortável ao paciente por meio de técnicas cirúrgicas, com uso de fixadores esqueléticos externos, parafusos ósseos e placas ortopédicas, complementadas por técnicas não cirúrgicas, como o uso de células tronco mesenquimais, plasma rico em plaquetas e tratamentos fisioterápicos como a terapia de ondas de choque e magnetoterapia (MANCHI, 2017; ROSA, 2012).

Dada a relevância da não união óssea (CORIS, 2018), este trabalho de revisão de literatura narrativa, desenvolvida a partir da análise de pesquisas realizadas nas bases científicas Google Acadêmico, Pubmed, Pubvet e SciELO e em livros veterinários que versem sobre não união óssea em pequenos animais, visa destacar sua ocorrência em cães de raças toys, seus fatores predisponentes e seus diversos tratamentos, a fim de contribuir para sua melhor compreensão e condução de pacientes por médicos veterinários.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ortopedia veterinária, nos últimos anos, tem elaborado e refinado novos materiais, além de técnicas que podem melhorar seus tratamentos e facilitar a descoberta e análise de diversas enfermidades relacionadas ao sistema musculoesquelético. Dentre suas afecções, na clínica de pequenos animais, a mais frequente é a fratura, cuja origem normalmente decorre de eventos externos (CARVALHO, 2019).

Diante do trauma, cabe ao cirurgião veterinário intervir, visando reparar o dano ósseo e restabelecer sua função. Porém, para tal, é importante que o profissional detenha conhecimento das estruturas ósseas, do sistema imunológico, além das possíveis dificuldades que envolvam o tratamento do paciente. Pois caso seja necessária mais de uma intervenção para sanar a lesão, esta pode se agravar (LIBARDONI, 2015).

Dentre as complicações graves que podem surgir nos pequenos animais está a não união óssea, que acomete principalmente fraturas de rádio e ulna em cães de raças “Toy”. Esta pode ocorrer devido ao reduzido diâmetro de suas medulas ósseas, que pode repercutir em um menor suprimento sanguíneo na região (MUNAKATA, 2017).

Para que o osso exerça suas funções é importante que o suprimento sanguíneo esteja em níveis adequados. O aporte de sangue é baseado em no sistema vascular aferente, que conduz o sangue arterial por meio das artérias nutriente principal e das metafísicas e das arteríolas periosteais, no sistema vascular do osso compacto, cujos vasos funcionam como emaranhado vascular onde ocorre troca entre sangue e tecido vivo e é formado por canais corticais de Havers e Volkmann e por pequenos canalículos que transportam nutrientes aos osteócitos, e pelo o sistema vascular eferente, o qual drena sangue venoso da cavidade medular para o periósteo (COHEN, 2007).

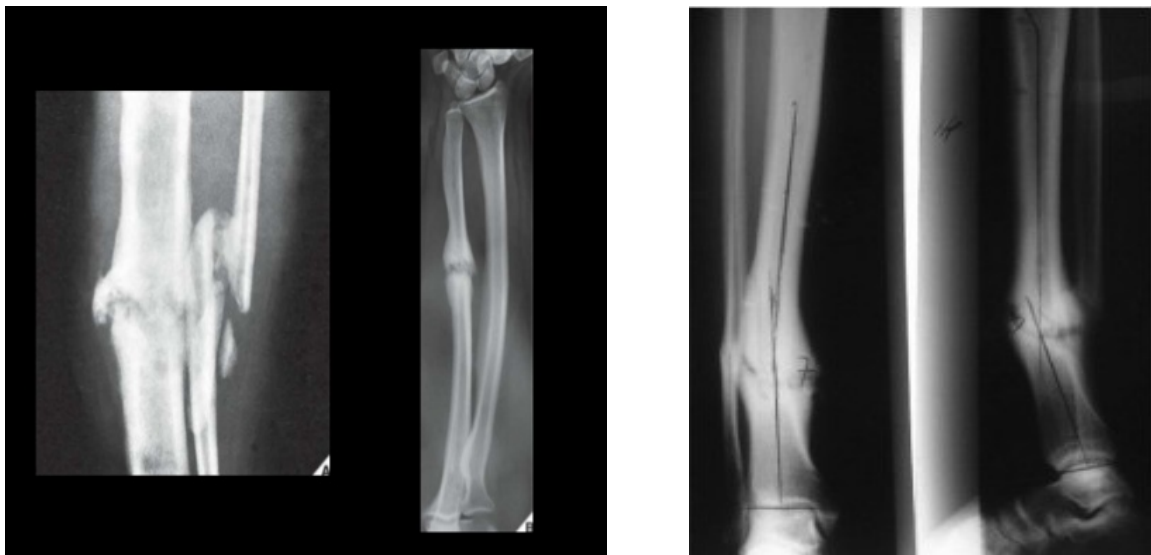
Além disso, essa desordem pode se dar pela combinação de fatores adversos, que se identificados previamente podem ser evitados ou modificados a fim de permitir um resultado favorável (JEON, 2019). Esses eventos incluem: demora para realizar a intervenção cirúrgica, pois implica em uma maior dificuldade de reavivar a lesão; tratamento cirúrgico inadequado, que pode levar a falhas na estabilização óssea; suprimento sanguíneo insuficiente, prejudicando a oxigenação sanguínea que é extremamente importante para a anastomose dos vasos intramedulares e a cicatrização óssea; manipulação exagerada e inapropriada da fratura, sua forma e localização; presença de lesões nos tecidos moles e o tempo da imobilização (BALTZER, 2015; JUNIOR, 2019).

Outros fatores que também podem favorecer a não união óssea são as infecções cirúrgicas bacterianas, como as causadas por *Staphylococcus Aureus* e *Staphylococcus Epidermidis*, além da idade do paciente, seu estado nutricional, a presença de doenças metabólicas e o uso de corticoides em altas doses ou por tempo prolongado (MUNAKATA, 2017).

Em função destes múltiplos predisponentes, a determinação da causa desta enfermidade se torna difícil. Já o diagnóstico deste defeito de calcificação é obtido através do monitoramento clínico e radiológico no decorrer de semanas, sendo confirmado quando não ocorre consolidação óssea após cerca de 3 a 9 meses (SCHMAEDECKE, 2003).

Essa falha de cicatrização pode ser classificada em não união hipertrófica (figura 1 e 2) ou atrófica (figura 3 e 4), de acordo com sua morfologia radiográfica. As hipertróficas são definidas por terem um calo ósseo grande e alargado, também chamado de “pata de elefante”, que se orienta em direção à lacuna da fratura, em vez de uma ponte óssea, para tentar compensar a falta de estabilidade, mas que não é suficiente para o processo de cicatrização. Essa formação calosa permite inferir que o osso possui todas as características fisiológicas do tecido ósseo funcionais, desde uma perfusão sanguínea adequada até os mediadores moleculares indispensáveis, que são as células progenitoras e imunorreguladoras (SCHLICKWEI, 2019). Dentre estes está a matriz osteocondutora que pode ser subdividida em oligotrófica, que tem pouca ou nenhuma formação de calo, hipertrófica, que possuem formação do calo ósseo em grande quantidade porém sem formação de ponte entre os fragmentos da fratura, e ligeiramente hipertrófica, que há formação do calo em menor quantidade e com instabilidade moderada (SANTOS, 2016).

Figura 1 e 2: Não união óssea hipertrófica



Fonte: ANDREIS, 2018.

Por outro lado, a atrófica não apresenta formação de calo ósseo. Está associada ao déficit de suprimento sanguíneo nas extremidades da fratura e à destruição do periósteo, inviabilizando a consolidação óssea mesmo havendo uma estabilização cirúrgica adequada. (SCHLICKWEI, 2019).

Esta é dividida em distrófica, defeituosa, necrótica ou atrófica. As distróficas são ocasionadas pela presença de fragmentos da fratura, que, por conta da falta de

suprimento sanguíneo, não participam da consolidação e acarretam em obstrução dos vasos sanguíneos. As defeituosas são vistas quando ocorre perda óssea severa local e o defeito ultrapassa a capacidade do corpo de realizar a consolidação. As necróticas são originadas pela formação de sequestros ósseos que obstruem a passagem de sangue. As atróficas são evoluções finais das outras, sendo causada em pequenos animais principalmente em decorrência de manejos incorretos que comprometem o suprimento sanguíneo (SANTOS, 2016).

Figura 3 e 4: Não União Óssea Atrófica



Fonte: SOUZA, 2014.



Fonte: SILVA, 2018.

Após o diagnóstico, o ortopedista veterinário deve adaptar as diferentes abordagens cirúrgicas e não cirúrgicas às diferentes apresentações das fraturas, visando a retomada da atividade do membro e a calcificação da lesão (CORIS, 2018; FERNANDES, 2008; SONG, 2017).

Essas fraturas podem se apresentar de diferentes maneiras, podendo ser pelos seus fatores causadores, como a violência direta, que acontece por meio de uma força aplicada ao osso, a violência indireta, em que uma força do próprio osso ou músculo causa fratura em algum ponto distante, e o esforço repetitivo, que ocorre por meio da fadiga óssea em animais de pequeno porte. As lesões ósseas também são caracterizadas por sua extensão, podendo ser completas, quando apresentam uma única ruptura óssea, ou incompletas quando apresentam rompimento apenas do córtex. Também é classificada quanto à presença de ferida externa com exposição óssea, podendo ser em aberta ou fechada (PIERMATTEI, 2006).

Além das classificações anteriores também é possível dividir as fraturas quanto a sua localização em diafisárias, se localizada na região de diáfise do osso,

proximais, se ocasionada na região articular mais proximal da diáfise óssea, ou distais, se a fratura é ocasionada na região articular porém na porção distal do osso. Por fim, tem-se a classificação por sua morfologia, podendo ser transversais, havendo traço de fratura em transversal à diáfise do osso, segmentares, assemelhando-se à anterior porém com fratura em dois pontos, oblíquas, com traço de fratura oblíqua à diáfise do osso, espirais, que ocorrem quando o osso sofre uma torção e gera a formação de várias espículas ósseas, cominutivas, com a formação de múltiplos fragmentos capazes de gerar perda de comprimento ósseo, em avulsão, que ocorrem por arrancamento de um fragmento ósseo, por impactação, que acontecem por sucessivos impactos mas sem separação óssea, e as fraturas por compactação, que por conta do impacto no osso a estrutura se quebra em partes e uma delas entra na outra (MEINBERG, 2018).

Para um planejamento cirúrgico adequado deve-se levar em conta o tipo de procedimento a ser realizado, o melhor material a ser escolhido, o padrão da ruptura e a resposta cicatricial do cão. Esta última pode ser classificada em cicatrização direta, também chamada de primária, que é menos frequente na clínica de pequenos animais e ocorre pelo processo de remodelação cortical direto sem formar o calo ósseo, e que pode ser observada em fraturas reduzidas anatomicamente por meio da fixação rígida e compressão interfragmentária. Ou cicatrização indireta ou secundária, que é um processo estruturado de reparo e organização óssea via ossificação intramembranosa e endocondral do calo, que pode ser vista em fraturas tratadas sem cirurgia e em fraturas tratadas com hastes intramedulares ou fixação externa que não atingem a rigidez (GÓMEZ-BARRENA, 2015; SANTOS, 2016, SIMPSON, 2019).

A cicatrização indireta pode ser dividida em três etapas. A primeira delas é a inflamatória, cujo início se dá após a fratura e formação de um coágulo no osso lesionado, ele ocorre devido ao rompimento de vasos sanguíneos presentes no local. Em seguida, o sítio ósseo entra em hipóxia e os osteócitos ficam sem nutrição e, por consequência disso, sofrem alterações degenerativas e necróticas. Após esse evento, o sistema de coagulação é ativado e libera diversos mediadores inflamatórios, incluindo citocinas e fatores tumorais, que por possuírem efeitos quimiotáticos em outras células inflamatórias, promovem aglomeração de plaquetas e formação de novos vasos sanguíneos, tanto internos quanto externos (PIERMATTEI, 2009).

Os macrófagos participantes da primeira etapa, tem o importante papel de fagocitar as áreas necróticas e facilitar o estágio de regeneração, tudo isso ocorrendo por meio da liberação de alguns fatores de sinalização importantes, como os fatores de crescimento. Esses fatores, por sua vez, são responsáveis pela migração, recrutamento, proliferação e diferenciação de células-tronco mesenquimais, como em angioblastos, osteoblastos, fibroblastos e condroblastos. Por conseguinte, as células endoteliais, fibroblastos e osteoblastos que participam do preenchimento dos espaços da fratura e formam um tecido de granulação (ORYAN, 2015).

Durante o final da primeira etapa, se dá início a fase reparativa, nela ocorre a gênese de uma fibroplasia e uma reabsorção óssea necrótica, realizada por osteoclastos e células precursoras mieloblásticas. Esse período envolve uma resposta periosteal com angiogênese, uma formação de tecido conjuntivo e um calo mole formado pela secreção de matriz óssea produzida pelos osteoblastos e fibras de colágeno. Esse material aos poucos é substituído por tecido ósseo imaturo que é criado pela matriz óssea intramembranosa e endocondral. Em seguida, o calo mole gradualmente assume a aparência de cartilagem pela diferenciação das células-tronco mesenquimais em condrócitos na área de fratura por influência da expressão de fatores de crescimento. Agora esse novo calo consegue realizar estabilização mecânica na zona de fratura (COTTRELL, 2016).

Por fim tem-se a etapa de remodelação que envolve a formação e mineralização do calo e substituição deste por o osso mineralizado, permitindo sua modelagem à sua forma original. Neste caso os osteoclastos reabsorvem o osso recém criado e os osteoblastos substituem essa matriz pelo osso lamelar (HULD, 2001).

O tratamento cirúrgico consiste na remoção de implantes anteriores e da formação calosa, correção das extremidades ósseas e remoção do tecido necrosado, para conseguir um posicionamento apropriado e a compressão da fratura, seguida da estabilização com uso de fixadores esquelético externos, fixadores externos circulares e placas ósseas. E em alguns casos, como na não união óssea atrófica, além de abrir o canal medular, pedaços de osso isquêmicos devem ser retirados e defeitos ósseos podem ser criados após a excisão da consolidação viciosa, em ambos os casos pode ser necessário o uso de enxertos ósseos para a correção do defeito (RAUSCH, 2017).

Estes enxertos servem para promover a consolidação óssea e reduzir complicações, tanto na medicina veterinária quanto na humana. A sua utilização é indicada em casos de fraturas com perda óssea, fraturas cominutivas, artrodeses e falha na estabilização da fratura. Estes podem ser classificados, quanto a sua origem, em autoenxerto, aloenxerto, xenoenxerto e aloplástico, podendo ser utilizados frescos, liofilizado, desmineralizado ou conservados congelados, em óxido de etileno, mel ou glicerina (MACHADO, 2016).

O autoenxerto é considerado o padrão ouro na medicina veterinária, pois tem propriedades osteogênicas, osteocondutoras e osteoindutoras, que são ideais para enxertos ósseos, além de raramente causar infecção ou problemas imunológicos no paciente. Porém, a obtenção desse produto é limitada, implica em um maior tempo cirúrgico e anestésico e no risco de infecções. O aloenxerto, por sua vez, tem suas propriedades osteoindutoras e osteocondutoras variáveis de acordo com o tipo de processamento ao qual foi submetido, enquanto sua capacidade osteogênica é menor que a do autoenxerto. Isso ocorre em virtude da quantidade de células presentes na matriz óssea ser reduzida, resultando em uma menor resposta imune. Este apresenta as vantagens de ser de fácil obtenção em grandes quantidades, e pode ser empregado em várias configurações, como aloenxerto maciço, fragmentos

ósseos, segmentos ósseos e matriz óssea desmineralizada. A sua desvantagem é o risco de transmissão de doenças. E apesar de sua baixa imunogenicidade, é recomendado que seja tratado por ultracongelamento a $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou liofilização para reduzir ainda mais esta resposta (JEON, 2019; SHEIKH, 2017).

Os xenoenxertos são compostos cuja diferença dos aloenxertos é que são ossos originados de espécies diferentes das que os receberão. Em decorrência disto, a possibilidade de uma reação imunogênica é maior, sendo necessário um tratamento mais rigoroso que pode ser realizado por irradiação, congelamento, preservação química ou autoclavagem (CARVALHO, 2019).

Os aloplásticos, por sua vez, são materiais sintéticos e biocompatíveis com capacidade osteocondutora variada, de acordo com sua forma de fabricação, composição, tamanho dos poros, taxa de absorção e estrutura de seu cristal. Além disso, são produtos estáveis e com seu volume estático, o que permite a infiltração celular e o processo de consolidação óssea. Suas matérias-primas, de acordo com suas propriedades físico-químicas, podem ser cerâmicas, polímeras ou ambas, e são respectivamente citadas como hidroxiapatitas, cerâmicas de fosfato de cálcio e vidros bioativos. No entanto, esse insumo não possui capacidade osteoindutora e osteogênica. E sua criação teve o intuito de compensar as desvantagens do autoenxerto, não necessitando de um doador, não apresentando risco de transmissão de doenças infecciosas e fácil obtenção, além de ser de fácil manipulação. Porém tem como desvantagens sua fragilidade e o risco de rejeição após uma infecção, sendo necessária uma nova intervenção cirúrgica (KU, 2019; SHEIKH, 2017; SOARES, 2015).

Com o propósito de auxiliar e acelerar a condução de pacientes com não união óssea é recomendado também a utilização de técnicas não cirúrgicas, que tem apresentado resultados positivos em seu tratamento. Estas consistem em estímulos que podem promover a reconstrução do calo ósseo, melhora do fluxo vascular da lesão e redução da dor, devendo ser empregados de acordo com a necessidade do paciente. Os mais recomendados são as células troncos mesenquimais, o plasma rico em plaquetas e as técnicas fisioterápicas, que tem como alguns de seus componentes as terapias de ondas de choque, magnetoterapia, laserterapia, ozonioterapia, ultrassom e acupuntura (ROSA, 2012).

O tratamento com células tronco consiste no uso de células multipotentes e indiferenciadas com capacidade de se auto renovar e auto regenerar, podendo se diferenciar em diversos tipos celulares, como: osteoblastos, condrócitos, miócitos, hepatócitos, neurônios e células das ilhotas β -pancreáticas. Na medula óssea encontram-se duas linhagens de células-tronco, a hematopoética (CTH) e mesenquimal (CTM), que são de interesse para o processo regenerativo (DIAS, 2019).

As CTMs compõem o estroma medular, e são encontradas em regiões perivasculares dos tecidos adultos como o tecido adiposo, que é o mais utilizado, tecido muscular, periósteo, órgãos parenquimatosos e a medula óssea. Essas

células favorecem a osteogênese entre 4 a 12 semanas após sua implantação em defeitos ósseos. Também são capazes de regular respostas imunológicas e inflamatórias do organismo através da sinalização parácrina, e por terem facilidade de interagir com as células imunológicas e produzirem fatores anti inflamatórios e pró-inflamatórios, que afetam as funções celulares. Essa sinalização promove liberação de moléculas biologicamente ativas capazes de afetar a migração celular, a proliferação, a expressão gênica e a sobrevivência de células adjacentes. Na medicina veterinária tem-se estudado a sua utilização de forma alogênica ou autóloga (DIAS, 2019; ENCISO, 2020).

Na forma autóloga, as células são colhidas, processadas e injetadas no próprio doador, e tem como vantagem não promover uma reação imunológica indesejada, porém possui custo mais elevado, maior tempo de preparação e difícil monitoramento de qualidade, por depender da saúde do doador.

Em contrapartida a alogênica, colhida de um doador e aplicado em outro indivíduo, representa uma geração promissora de medicamentos terapêuticos, que possuem a vantagem da fabricação de células em larga escala, permitindo uma maior disponibilidade do produto, o uso de doadores devidamente monitoras e em menor quantidade (KIM, 2021).

Em paralelo tem-se estudado o uso de células pericíticas que estão presentes no entorno das células endoteliais dos vasos sanguíneos e possuem capacidades semelhantes às CTMs como sua ação nos processos de cicatrização tecidual, através da secreção de moléculas tróficas, imunomodulatórias e pró-angiogênicas (NARCISO, 2014).

O plasma rico em plaquetas (PRP) também é uma opção terapêutica que pode ser utilizada como coadjuvante aos tratamentos cirúrgicos, porém que sozinho não causa nenhum efeito benéfico. Ele consiste em um produto proveniente de sangue autólogo. E é composto por uma alta concentração de plaquetas em baixo volume de plasma, apresenta altos níveis de fator de crescimento transformador beta, epidérmico, de fibroblastos, semelhante à insulina e derivado das plaquetas, que são agentes participantes do processo de cicatrização e consolidação óssea (LENZA, 2013).

Esses fatores de crescimento portam propriedades osteoindutoras que agem na diferenciação das células osteoprogenitoras, na tentativa de simular e aumentar a função biológica do coágulo no local da fratura durante a etapa inflamatória da consolidação óssea. No entanto, alguns estudos afirmam que a aplicação desse tratamento não traz resultados positivos à regeneração óssea (MARONGIU, 2020; STEWART, 2019).

Por fim, tem-se as técnicas fisiátricas, como tratamento coadjuvante, que visam eliminar a fonte da disfunção, reduzir os sinais clínicos e aliviar a dor para

assim promover o bem-estar do animal. Com atuação na redução da inflamação, melhoria da irrigação sanguínea, estimulação do sistema nervoso, prevenção de neuropraxia e do entorpecimento muscular, prevenção ou diminuição da atrofia dos músculos, cartilagem, ossos, tendões e ligamentos, também contribui para impedir ou reduzir a formação de aderências e retração de tecidos, propiciando uma melhor cicatrização, além de auxiliar na redução de peso (ALVES, 2018) e na restauração de membros fraturados. Porém, o tempo que leva para esses processos ocorrerem varia de acordo com a resposta de cada paciente e da frequência das sessões fisioterápicas (BALTZER, 2020).

Dentre suas técnicas está a terapia por ondas de choque, que consiste em pulsos sonoros de alta energia e forma focal em um tecido específico. Inicialmente, ela foi utilizada para fragmentar cálculos urinários, mas com seu avanço demonstrou-se capaz de estimular a cura óssea em cães, cavalos e humanos. Dessa forma, ela passou a ser utilizada no tratamento da não união ou fraturas de união retardada, tendinopatias e artrites. Embora seus mecanismos celulares sejam desconhecidos, estudos evidenciam que ela promove o crescimento celular na medula óssea, estimulação de fatores angiogênicos e pro-osteoclastogênicos, proliferação e diferenciação dos osteoblastos, por meio da estimulação da produção de fatores de crescimento semelhante à insulina tipo 1, endotelial do vaso e crescimento tumoral- β 1, além de substâncias ativas como óxido nítrico e a proteína morfogenética óssea-2 (FARIA, 2015; KIEVES, 2015; ROSÁRIO, 2016).

A magnetoterapia é uma terapia utilizada na preservação da saúde e no tratamento de estruturas ósseas (ZHANG, 2014). Há duas formas de aplicá-la: uma com campo magnético estático e outra com campo magnético pulsátil. Esta última sendo a mais recomendada para casos de não união óssea, por promover de forma mais eficiente a estimulação de células cicatriciais ósseas (KLOS, 2020).

Sua tecnologia envolve a passagem de corrente elétrica alternada para produção de um campo magnético estático, que atuam promovendo a ativação do metabolismo de cálcio, o que maximiza os efeitos da cicatrização óssea, e no relaxamento das fibras musculares estriadas e lisas, diminuindo o tônus muscular e levando a uma vasodilatação (ZHANG, 2014).

Outra terapia utilizada é a ozonioterapia, que consiste na utilização do gás ozônio como elemento principal para a cicatrização de ferimentos por sua reatividade e instabilidade. Este, quando em contato com os fluidos do corpo forma moléculas de oxigênio que influenciam em reações bioquímicas do metabolismo das células, melhorando o reparo tecidual, a circulação sanguínea, a perfusão tecidual e o aumento de enzimas antioxidantes. Atua ainda estimulando a resposta imunológica, gerando uma inativação de microrganismos, e na inibição de mediadores inflamatórios, que bloqueiam a produção de prostaglandina e ácido araquidônico, reduzem a inflamação e promovem a analgesia da lesão (SCIORSI, 2020).

Ainda dentre as terapias fisioterapêuticas de grande utilização encontra-se a fotobiomodulação, que consiste em uma fonte de luz artificial envolvida pela ativação de elétrons gerando uma radiação na forma de fluxo de fótons, esses lasers podem ser de vários tipos e utilizados para diferentes fins. O laser empregado para fins terapêuticos é o de baixa potência, chamado de *Low-Level Laser Therapy* (LLLT) ou laser frio. Esse laser, através da transformação de energia luminosa em energia bioquímica, estimula o mecanismo de modulação celular e reparação tecidual, promovendo liberação de fatores de crescimento e replicação celular. Porém, essa terapia não deve ser utilizada em pacientes com câncer, para evitar o estímulo do crescimento celular e o aumento do aporte sanguíneo na área (GODBOLD, 2019).

O ultrassom também pode ser utilizado na fisioterapia, porém em uma frequência maior à aplicada na ecografia. Ele consiste em um feixe de ondas acústicas de alta frequência vibratória que não são perceptíveis aos ouvidos humanos. Seus efeitos terapêuticos são conduzidos por uma força mecânica, que em contato com a superfície do corpo (OLIVEIRA, 2017) levam a efeitos térmicos que causam o aumento da temperatura tecidual, do metabolismo celular e da circulação sanguínea local. Além da amplificação da capacidade de extensão de colágeno, da atividade de macrófagos e enzimas, do limiar da dor e da velocidade de estímulos nervosos. Na ortopedia, em tratamentos de dificuldades na cicatrização óssea, a utilização do ultrassom é mais recente e tem trazido bons resultados. Seu emprego é de modo pulsátil e com baixa intensidade, o que causa a proliferação de osteoblastos e, assim, acelera o processo de cicatrização (ROSA, 2012).

A acupuntura e a eletroacupuntura podem ser usadas como métodos complementares a outras terapias, sendo indicadas principalmente para o controle da dor. Elas consistem na estimulação de pontos corporais que correspondem a feixes neurovasculares, plexos sanguíneos, ramificação nervosa e zonas das placas motoras, com mediação pelo sistema nervoso nos níveis periféricos, espinhais e supra espinhais. A resposta à estimulação dos pontos de acupuntura inclui a liberação de opióides endógenos e neurotransmissores, a ativação de via inibitória da dor e a inibição de mediadores inflamatórios, além de causar vasodilatação e microtraumas que estimulam a circulação sanguínea local (KOH, 2020).

6.CONCLUSÃO

A não união óssea é uma complicação que acomete mais cães de raças pequenas, e diversas situações podem provocá-la. Apesar de haverem múltiplas técnicas já desenvolvidas para o auxílio de seu tratamento, esta ainda é uma condição cuja resolução possui baixo índice de sucesso em virtude de muitos pacientes ainda desenvolverem um prognóstico reservado. Desta forma entende que ainda são necessários estudos mais

aprofundados sobre esta desordem e o desenvolvimento de técnicas mais eficazes para a sua resolução.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador por tirar o tempo dele para me ajudar a construir esse TCC, além de me amparar em momentos que estava triste mesmo estando passando pela pandemia, também agradeço a banca avaliadora que se propôs a ajudar na realização deste trabalho. Também agradeço a minha família que me apoiou e ajudou ao longo do curso. Aos meus pais que me socorreram nos momentos mais difíceis e torceram muito para que eu conseguisse realizar o trabalho. Também ao meu irmão e minha cunhada que ao longo do percurso demonstraram preocupação com o trabalho e com minha saúde mental e sempre ajudando a me manter animado.

Agradeço também ao meu namorado que mesmo distante me apoiou muito nessa caminhada para que eu não desistisse e não parasse de tentar que no fim eu ia conseguir, além de também me acudir nos momentos de ansiedade e pânico.

Além dos meus amigos da faculdade que muitos me mostraram que eu não era o único nessa situação, mas que não poderíamos desistir na reta final do curso, também aos meus amigos de fora da faculdade que me deram suporte por meio de palavras confortantes que me fizeram sentir melhor. E por fim, agradeço aos veterinários que me acompanharam nesse semestre que deram diversas ideias do que eu deveria colocar no trabalho.

7.REFERÊNCIAS

ALVES; M. V. L. D. *et al.* Aspectos Gerais da Fisioterapia e Reabilitação na Medicina Veterinária. **Ciência Veterinária UniFil**. v. 1, n. 3, 2018.

AMORIM, M. M. A. **Utilização de Equipamento de Tração Esquelética para Redução de Fraturas de Ossos Longos em Gatos**. 2018. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. 92 p. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7510>. Acesso em: 3 de maio de 2021.

BALTZER, W. I. *et al.* Augmentation of Diaphyseal Fractures of The Radius and Ulna in Toy Breed Dogs Using a Free Autogenous Omental Graft and Bone Plating. **Vet Comp Orthop Traumatol**. v. 28, n. 2, p. 131-139, 2015.

BALTZER, W. I. Rehabilitation of Companion Animals Following Orthopaedic Surgery. **New Zealand Veterinary Journal**. v. 68, n. 3, p. 157-167, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00480169.2020.1722271>. Acesso em: 18 de abril de 2021.

BAU, P. R. **Uso de Pino Intramedular Associado à Fixador Externo no Tratamento de Fratura de Tíbia em Quati (Nasua Nasua) - Relato de Caso**. 2016. Relato de Caso (Trabalho de Conclusão de Curso em Medicina Veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. 34 p. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/16304>. Acesso em: 12 de abril de 2021.

CARVALHO, L. L. *et al.* Enxerto Ósseo na Ortopedia Veterinária: Revisão. **PUBVET**. v. 13, n. 6, p. 1-6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n6a359.1-6>. Acesso em: 5 de abril de 2021.

COHEN, M.; MARCONDES, F. B. Embriologia e Histologia. COHEN, M, *In*: JUNIOR, R. M. (co-organizador); FILHO, R. JG.(co-organizador). **Tratado de Ortopedia**. São Paulo: Roca, 2007. p. 6-9.

CORIS, J. G. F. *et al.* Osteossíntese Minimamente Invasiva com Placa: Revisão de Literatura. **Revista Científica De Medicina Veterinária**. Ano XV, n. 31, 2018. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/5ADgBx130xsERrj_2018-10-16-15-7-26.pdf. Acesso em: 5 de abril de 2021.

COTTRELL, J. A.; TURNER, J. C.; ARINZEH, T. L.; O'CONNOR, J. P. The Biology of Bone and Ligament Healing. **Foot Ankle Clin**. v. 21, n. 4, p. 739-761, 2016

DIAS, I. E.; PINTO, P. O.; BARROS, L. C. *et al.* Mesenchymal Stem Cells Therapy in Companion Animals: Useful for Immune-mediated Diseases?. **BMC Vet Research**. v. 15, n. 358, 2019. Disponível em: <https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12917-019-2087-2>. Acesso em: 12 de abril de 2021.

ENCISO, N.; AVEDILLO, L.; FERMÍN, M. L. *et al.* Cutaneous Wound Healing: Canine Allogeneic ASC Therapy. **Stem Cell Res Ther.** v. 11, 261, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13287-020-01778-5>. Acesso em: 23 de maio de 2021.

FARIA, L. D. **Terapia por Ondas de Choque Eletrohidráulicas Aumenta a Atividade da Erk-1/2 e Akt em Tíbias Íntegras de Ratos por 21 Dias Após Estímulo Inicial.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. 83 p. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/313130>. Acesso em: 6 de maio de 2021.

FERNANDES, D. P.; LEITE, D. A. S.; MIYAUCHI, T. M. Tratamento Cirúrgico de União Retardada e Não-união de Fraturas em Cães: Revisão. **PUBVET.** v. 2, n. 26. 2008. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/material/Perez270.pdf>. Acesso em: 5 de abril de 2021.

GAIGA, L. H.; SCHOSSLER, J. E. W. Osteossíntese de Úmero por Xenoenxerto Ósseo Preservado em Mel em Pombos Domésticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 709-715, jul-ago, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000400020>. Acesso em: 21 de março de 2021.

GILBERT S. *et al.* Locking Compression Plate Stabilization of 20 Distal Radial and Ulnar Fractures in Toy and Miniature Breed Dogs. **Vet Comp Orthop Traumatol.** v. 28, n. 6, p. 441-447, 2015.

GÓMEZ-BARRENA, E.; ROSSET, P.; LOZANO, D.; STANOVICI, J.; ERMTHALLER, C.; GERBHARD, F. Bone fracture healing: cell therapy in delayed unions and nonunions. **Bone.** v.70, p. 93-101, 2015.

HULSE, D. A.; JOHNSON, A. L. Parte III Ortopedia: Fundamentos da Cirurgia Ortopédica e Tratamento de Fratura. FOSSUM, T. W. **Cirurgia de Pequenos Animais.** São Paulo: Roca, 2001. p. 792-797.

JEON, K. J. *et al.* Successful Clinical Application of Cancellous Allografts With Structural Support for Failed Bone Fracture Healing in Dogs. **In Vivo.** v. 33, n. 6, p. 1813-1818, 2019.

JUNIOR, S. S. R. **Composto de Poliéster e Fibra de Vidro na Confecção de Hastes Intramedulares Bloqueadas para Osteossíntese de Fraturas Femorais em Bovinos.** 2019. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. 77 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/31540>. Disponível em: 12 de abril de 2021.

KIEVES, N. R. *et al.* High Energy Focused Shock Wave Therapy Accelerates Bone Healing. **Vet Comp Orthop Traumatol.** v. 28, n. 6, p. 425-432, 2015.

KIM, K.; BOU-GHANNAM, S.; KAMEISHI, S.; OKA, M.; GRAINGER, D. W.; OKANO, T. Allogeneic Mesenchymal Stem Cell Sheet Therapy: A New Frontier in Drug Delivery Systems. **J Control Release.** v. 330, p. 696-704, 2021.

KLOS, T. B. *et al.* Fisioterapia e Reabilitação Animal na Medicina Veterinária. **PUBVET**. v. 14. n. 10, a669, p.1-17, Outubro 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n10a669.1-17>. Acesso em: 12 de abril de 2021.

KOH, R. *et al.* Use of Acupuncture for Pain Management. **Issues in Integrative Medicine-Ebook**. p. 2-6, 2020. Disponível em: https://todaysveterinarypractice.com/wp-content/uploads/sites/4/2019/12/TVP-2020_Integrative-Medicine_Ebook.pdf. Acesso em: 17 de março de 2021.

KU, JK.; HONG, I.; LEE, BK.; YUN, PY.; LEE, J. K. Dental Alloplastic Bone Substitutes Currently Available in Korea. **J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg**. v. 45, n. 2, p. 51-67, 2019.

LENZA, M. *et al.* Plasma Rico em Plaquetas para Consolidação de Ossos Longos. **Einstein**. v.11 n. 1, p. 122-127. São Paulo Jan./Mar. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082013000100023>. Acesso em: 22 de março de 2021.

LIBARDONI, R. N. **Doenças Ortopédicas de Etiologia Traumática do Sistema Locomotor de Cães: 1.200 Casos (2004-2013)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. 48 p. Acesso em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10191/LIBARDONI,%20RENATO%20DO%20NASCIMENTO.pdf?isAllowed=y&sequence=1>. Disponível em: 3 de maio de 2021.

MACHADO, H. N. **Enxertos Ósseos: uma Alternativa no Tratamento de Animais de Companhia**. 2016. Revisão de Literatura (Trabalho de Conclusão de Curso em Medicina Veterinária) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. 34 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/156558>. Acesso em: 22 de março de 2021.

MANCHI, G.; BRUNNBERG, M. M.; SHAHID, M. *et al.* Radial and ulnar fracture treatment with paraosseous clamp-cerclage stabilisation technique in 17 toy breed dogs. **Veterinary Record Open**. v. 4, n. 4, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/vetreco-2016-000194>. Acesso em: 5 de abril de 2021.

MATOS, R. M. L. *et al.* Osteossíntese de Fêmur com Fratura em Cão Empregando a Técnica do Grampo Associado ao Pino Intramedular em Posição Normógrada: Relato de Caso. **PUBVET**. v. 12, n. 44, p 1-4, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a66.1-4>. Acesso em: 3 de Maio de 2021.

MARONGIU, G.; DOLCI, A.; VERONA, M.; CAPONE, A. The Biology and Treatment of Acute Long-bones Diaphyseal Fractures: Overview of the Current Options for Bone Healing Enhancement. **Bone Reports**. v. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2020.100249>. Acesso em: 16 de maio de 2021.

MEINBERG, E. G.; AGEL, J.; ROBERTS, C. S.; KARAM, M. D.; KELLAM, J.F. Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018. **Journal of Orthopaedic Trauma**. v. 32, n. 1, p. S1-S10, 2018. Disponível em:

https://journals.lww.com/jorthotrauma/Fulltext/2018/01001/Introduction__Fracture_and_Dislocation.1.aspx. Acesso em: 30 de junho de 2021.

MUNAKATA, S. *et al.* Clinical Efficacy of Bone Reconstruction Surgery with Frozen Cortical Bone Allografts for Nonunion of Radial and Ulnar Fractures in Toy Breed Dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**. v. 31, n. 3, p. 159-169, 2017.

NARCISO, F. A. *et al.* Interações entre Células-tronco Mesenquimais e Células Endoteliais. **Revista de Iniciação Científica da Ulbra**. n. 12, p. 50-56, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/ic/article/view/1064/979>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

OLIVEIRA, C. A. S. **Reabilitação Física de Cães com Doença Ortopédica no Membro Pélvico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017. 120 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/13583>. Acesso em: 18 de abril de 2021.

ORYAN, A.; MONAZZAH, S.; BIGHAM-SADEGH, A. Bone injury and fracture healing biology. **Biomed Environ Sci**. v. 28, n. 1, p. 57-71, 2015.

ORYAN, A. *et al.* Bone Injury and Fracture Healing Biology. **Biomedical and Environmental Sciences**. v. 28, n. 1, p. 57-71, 2015.

PANTELI, M.; POUNTOS, I.; JONES, E.; GIANNOUDIS, P. V. Biological and Molecular Profile of Fracture Non-union Tissue: Current Insights. **J Cell Mol Med**. v. 19, n. 4, p. 685-713, 2015.

PIERMATTEI, D.L. **Ortopedia e Tratamento de Fraturas de Pequenos Animais**. 4 ed. Barueri: Manole, 2009.

RABILLARD, M. *et al.* Effects of Autologous Platelet Rich Plasma Gel and Calcium Phosphate Biomaterials on Bone Healing in an Ulnar Osteotomy Model in Dogs. **Vet Comp Orthop Traumatol**. v. 22, n. 6, p. 460-466, 2009.

RAUSCH, V.; SEYBOLD, D.; KÖNIGSHAUSEN, M.; KÖLLER, M.; SCHILDHAUER, T. A.; Geßmann; J. Grundlagen der Knochenbruchheilung [Basic principles of fracture healing]. **Orthopäde**. v. 46, n. 8, p. 640-647, 2017.

REE, J. J.; BALTZER, W. I.; NEMANIC Sarah. Randomized, Controlled, Prospective Clinical Trial of Autologous Greater Omentum Free Graft Versus Autogenous Cancellous Bone Graft in Radial and Ulnar Fractures in Miniature Breed Dogs. **Veterinary Surgery**. v. 47, n. 3, p. 392- 405, 2018.

ROSA, P. H. R. **Fisioterapia como Adjuvante ao Tratamento da União Óssea Retardada**. 2012. Revisão Bibliográfica (Trabalho de Conclusão de Curso em Medicina Veterinária) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. 42 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/69880>. Acesso em: 16 de março de 2021.

ROSÁRIO, C. P. C. **Utilização da Terapia com Ondas de Choque no Tratamento de Lesões em Cavalos de Desporto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016. 63 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/12624>. Acesso em: 6 de maio de 2021.

SANTOS, F. C.; RAHAL, S. C. Enxerto Ósseo Esponjoso Autólogo em Pequenos Animais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1969-1975, nov, 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/29309>. Acesso em: 21 de março de 2021.

SANTOS, J. F. Nonunion Fractures in Small Animals - A literature Review. **Semina: Ciências Agrárias**. vl. 37, n. 5, p. 3223-3230, 2016.

SCHMAEDECKE, A. *et al.* Tratamento Cirúrgico de União Retardada e Não-união de Fraturas em Cães: Revisão de Literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**. v. 6, n. 1/3, p. 74-82, 2003.

SCHLICKWEI, C. W.; KLEINERTZ, H. *et al.* Current and Future Concepts for the Treatment of Impaired Fracture Healing. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 20, n. 22, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/20/22/5805/htm>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

SCIORSCI, R. L. *et al.* Ozone Therapy in Veterinary Medicine: a Review. **Research in Veterinary Science**. v. 130, p. 240-246, 2020.

SHEIKH, Z.; HAMDAN, N.; IKEDA, Y. *et al.* Natural Graft Tissues and Synthetic Biomaterials for Periodontal and Alveolar Bone Reconstructive Applications: a Review. **Biomater Res**. v. 21, n. 9, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40824-017-0095-5>. Acesso em 10 de junho de 2021.

SIMPSON, A. H. R. W. *et al.* Non-union: Indications for external fixation. **Injury**. v, 50, supplement 1, p. S73-S78, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.03.053>. Acesso em: 20 de maio de 2021.

SOARES, M. V. R. **Biomateriais Utilizados na Prática Odontológica: Uma Revisão de Literatura**. 2015. Revisão de Literatura (Trabalho de Conclusão de Curso em Odontologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015. 49 p. Disponível em: <http://www.uel.br/graduacao/odontologia/portal/pages/arquivos/TCC2015/MURILO%20VILA%20REAL%20SOARES.pdf>. Acesso em: 21 de março de 2021.

SONG, J.; KANG, B.J. *et al.* Use of Stem-cell Sheets Expressing Bone Morphogenetic Protein-7 in the Management of a Nonunion Radial Fracture in a Toy Poodle. **Journal of Veterinary Science**. v. 15, n. 4, p. 555-558, 2017.

STEWART, S. K. Fracture Non-Union: A Review of Clinical Challenges and Future Research Needs. **Malaysian Orthopaedic Journal**. v. 13, n. 2, p. 1-10, 2019.

WILLEMS, A. *et al.* Extracorporeal Shock Wave Treatment for Delayed Union and Nonunion Fractures: A Systematic Review. **Orthop Trauma**. v. 33, n. 2, p. 97-103, 2019.

Zhang, J. *et al.* The Effects of Static Magnetic Fields on Bone. **Progress in Biophysics and Molecular Biology**. v. 114, n. 3, p. 146-152, 2014.