

USO DA ASSOCIAÇÃO ENTRE HIDROXIAPATITA E PLASMA RICO EM PLAQUETA NO TRATAMENTO DE UMA NÃO UNIÃO ÓSSEA DE RÁDIO E ULNA EM UM CÃO – RELATO DE CASO

Juliana Rodrigues Brito da Costa¹
 Daniela Arantes Perrut¹
 Alexandre Martins Ferreira²
 Diego Gonzalez Vivas³

COSTA, J. R. B. da; PERRUT, D. A.; FERREIRA, A. M.; VIVAS, D. G. Uso da associação entre hidroxiapatita e plasma rico em plaquetas no tratamento de uma não união óssea de rádio e ulna em um cão – relato de caso. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, Umuarama, v. 23, n. 2cont., e2312, 2020.

RESUMO: A não união óssea é uma complicação ortopédica que ocorre normalmente devido à instabilidade da fratura em decorrência de uma escolha de fixação inadequada ou inapropriada, suprimento sanguíneo deficiente, osteomielite e afastamento excessivo dos fragmentos; sendo mais comumente em cães de raças pequenas e miniatura; e de maior ocorrência em regiões distais de rádio, ulna, tíbia e fíbula. Este trabalho relata a utilização da associação entre Hidroxiapatita e Plasma Rico em Plaqueta no tratamento de uma não união óssea de rádio e ulna e esclarece os benefícios desses biomateriais no processo de regeneração do tecido ósseo. O presente trabalho tem por objetivo relatar o caso de um canino com não união óssea de rádio/ulna devido ao alinhamento inadequado dos fragmentos ósseos no tratamento conservador com bandagem, proporcionando instabilidade do foco da fratura. O tratamento cirúrgico consistiu na colocação de uma placa óssea e enxertia com Hidroxiapatita e Plasma Rico em Plaqueta para melhor regeneração óssea. A utilização de tais biomateriais no tratamento da não união foi benéfica para a formação do calo ósseo primário, não produzindo efeitos adversos para o paciente. A partir desse resultado pode-se concluir que, a utilização desses biomateriais e enxertia precisa ser mais bem estudada e aprimorada na reparação óssea de uma não união, visto que, a aplicabilidade dessa associação mostrou-se um método eficiente, não apresentando sinais de infecção e nem evidência de rejeição.

PALAVRAS-CHAVE: Biomateriais. Fratura. Não união óssea. Regeneração.

USE OF THE ASSOCIATION BETWEEN HYDROXYAPATITE AND PLATELET-RICH PLASMA IN THE TREATMENT OF RADIUS AND ULNA NONUNION IN A DOG – CASE REPORT

ABSTRACT: Bone nonunion is an orthopedic complication that usually occurs due to fracture instability as a result of an inadequate or inappropriate choice of fixation, deficient blood supply, osteomyelitis, and excessive removal of fragments; which is more commonly seen in small and miniature breeds; and more frequent in the distal regions of radius, ulna, tibia, and fibula. This paper reports on the use of the association between Hydroxyapatite and Platelet-Rich Plasma in the treatment of a radius and ulna nonunion and clarifies the benefits of these biomaterials in the bone tissue regeneration process. This study reports the case of a dog presenting nonunion of radius and ulna bone due to inadequate alignment of bone fragments in a conservative treatment with bandage, providing instability of the fracture focus. The surgical treatment consisted of placing a bone plate and grafting with Hydroxyapatite and Platelet-Rich Plasma for better bone regeneration. The use of such biomaterials in the treatment of nonunion injuries was beneficial for the formation of the primary bone callus, without producing adverse effects for the patient. From this result, it can be concluded that the use of these biomaterials and grafting needs to be further studied and improved for use in bone repair of nonunion cases, since the applicability of this association proved to be an efficient method, with no signs of infection or evidence of rejection.

KEYWORDS: Biomaterials. Bone nonunion. Fracture. Regeneration.

ASOCIACIÓN DE HIDROXIAPATITA Y PLASMA RICO EN PLAQUETA EN EL TRATAMIENTO DE AUSENCIA ÓSSEA DE RADIO Y CÚBITO EN UN PERRO – RELATO DE CASO

RESUMEN: Ausencia de unión ósea es una complicación ortopédica que normalmente ocurre debido a la instabilidade de la fractura como resultado de una elección de fijación inadecuada o inapropiada, aporte sanguíneo deficiente, osteomielitis y remoción excesiva de fragmentos; que se observa con mayor frecuencia en perros de razas pequeñas y miniaturas; y más frecuente en regiones distales de radio, cúbito, tíbia y peroné. Este artículo informa sobre el uso de la asociación de Hidroxiapatita y Plasma rico en plaqueta en el tratamiento de ausencia de unión del radio e el cúbito, y aclara los beneficios de esos biomateriales en el proceso de regeneración del tejido ósseo. Esa investigación ha tenido como objetivo reportar el caso de un perro sin unión de radio / cúbito por alineación inadecuada de fragmentos óseos en tratamiento conservador

DOI: 10.25110/arqvet.v23i2cont.2020.8227

¹Médica Veterinária Autônoma.

²Professor Auxiliar de Imagiologia Médico-veterinária. Universidade Estácio de Sá, RJ.

³Professor Auxiliar de Anestesiologia Veterinária e Técnicas Cirúrgicas e de Clínica Cirúrgica de Animais de Companhia, Universidade Estácio de Sá, RJ. Autor para correspondência: diegogonzalezvivas@gmail.com

con vendaje, proporcionando inestabilidade del foco de la fractura. El tratamiento quirúrgico consistió en la colocación de una placa ósea e injerto con Hidroxiapatita y Plasma rico en plaqueta para una mejor regeneración ósea. El uso de tales biomateriales en el tratamiento de ausencia de unión ha sido beneficioso para la formación del callo óseo primario, sin producir efectos adversos para el paciente. A partir de ese resultado se puede concluir que, el uso de esos biomateriales e injertos necesitan ser mejor estudiado y mejorado en la reparación de ausencia ósea, ya que la aplicabilidad de esa asociación demostró ser um método eficaz, sin presentar signos de infección y evidencia de rechazo.

PALABRAS CLAVE: Biomateriales. Fractura. Ausencia ósea. Regeneración.

Introdução

A não união óssea é definida como uma falha na consolidação da fratura na qual cessaram os sinais de reparo ósseo. Normalmente é causada em decorrência da instabilidade inadequada no foco da fratura devido a escolha inapropriada do implante de fixação; suprimimento sanguíneo deficiente, osteomielite (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2012) e afastamento excessivo dos fragmentos (PIERMATTEI; FLO; De CAMP, 2006). Além disso, o tratamento conservador está associado à alta incidência de não união óssea em fraturas de rádio e ulna, principalmente em animais de raças pequena ou miniatura (FERRIGNO *et al.*, 2008).

O tratamento de não união óssea é cirúrgico, sendo necessária a substituição por um implante mais adequado, que garanta a estabilidade necessária para a consolidação completa da fratura. A utilização de enxertos ou substitutos ósseos tem se tornado cada vez mais frequente no tratamento de afecções e complicações ortopédicas, uma vez que esses, além de preencher os defeitos ósseos, estimulam o reparo do tecido ósseo (VOLK *et al.*, 2005).

A hidroxiapatita é um fosfato de cálcio hidratado, sendo o principal componente da fase mineral natural do tecido ósseo e dos dentes, que atua como reserva de cálcio e fósforo, conservando a estrutura mineral do osso. A hidroxiapatita sintética, que apresenta composição química e comportamento *in vivo* semelhante à hidroxiapatita natural, apresenta propriedades de biocompatibilidade, osteocondução e osteointegração (SILVA *et al.*, 2007), podendo assim, servir de arcabouço para migração de vasos sanguíneos e deposição de novo tecido ósseo por entre seus poros (BLOKHUIS *et al.*, 2000), promovendo a substituição gradual do material pelo tecido ósseo (MUDALI; SRIDHAR; RAJ, 2003) e aumento da velocidade de crescimento do tecido ósseo (GARRIDO; SAMPAIO, 2010).

O Plasma Rico em Plaquetas (PRP) trata-se de uma fonte autógena rica em fatores de crescimento e proteínas bioativas (fibrina, fibronectina e vitronectina) que favorecem a osteocondução e osteointegração. No tecido ósseo, tais fatores e proteínas aumentam a migração, proliferação e diferenciação celular, melhora a síntese de matriz extracelular e estimula a angiogênese (ORTVED, 2018) e a neovascularização (GUERCIO *et al.*, 2015). Associado ou não a diferentes enxertos e substitutos ósseos, o PRP estimula a regeneração do tecido ósseo, abreviando o tempo requerido para a cicatrização óssea (GUMIEIRO *et al.*, 2010). O PRP tem se tornado uma das alternativas mais atraentes como agente de regeneração tecidual, pois não apresenta riscos de alergias ou reações de rejeição (HAKIMI *et al.*, 2010).

O objetivo do presente trabalho é relatar o uso da Hidroxiapatita e do Plasma Rico em Plaqueta como medida complementar no tratamento de uma não união óssea de rádio

e de ulna de um cão, esclarecendo os benefícios da utilização de tais biomateriais e da associação entre eles.

Relato de Caso

Um canino, macho, castrado, sem raça definida, três anos e meio de idade, pelagem branca, pesando 23 kg, foi atendido na Policlínica Escola de Medicina Veterinária da Universidade Estácio de Sá - Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, tendo como queixa principal dor e claudicação do membro anterior esquerdo, que se apresentava com uma bandagem de Robert Jones modificada, estendendo-se dos dedos até um pouco acima do cotovelo.

Na anamnese o tutor relatou que trinta dias antes, o animal havia sofrido um atropelamento e por isso foi levado a uma clínica veterinária particular onde foi diagnosticada fratura diafisária oblíqua curta do rádio e da ulna por meio do exame radiográfico. Optou-se, nessa consulta, pelo tratamento conservador com bandagem. Ao exame físico, o animal apresentava crepitação, dor à palpação e discreta atrofia muscular no referido membro. O médico veterinário responsável pelo atendimento solicitou a realização do exame radiográfico do membro esquerdo, que evidenciou desvio angular visível na projeção médio-lateral do membro anterior esquerdo e não união óssea com início de formação de calo ósseo como demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Radiografia de rádio/ulna do membro anterior esquerdo na projeção médio-lateral realizada no dia do atendimento no setor de Radiologia da Universidade Estácio de Sá, campus Vargem Pequena, Rio de Janeiro, RJ. Nota-se o desalinhamento ósseo e a não união óssea com início de formação de calo ósseo.



Fonte: Arquivo pessoal

Considerando os resultados obtidos no exame radiográfico, foram solicitados os exames de sangue pré-operatórios (hemograma completo, ureia, creatinina,

fosfatase alcalina, alanina transaminase), e radiografia torácicas nas projeções ventrodorsal, latero-lateral direita e esquerda; os quais encontravam-se dentro da normalidade. O animal foi encaminhado para a cirurgia, na qual foi realizada a correção da não união óssea através da fixação com placa e parafusos em associação com enxertia de hidroxiapatita e plasma rico em plaqueta.

Foi realizado para medicação pré-anestésica acepromazina 0,025mg/kg e metadona 0,2mg/kg; realizada a tricotomia e antissepsia, realizou-se a coleta de 4 mL de sangue venoso da jugular em tubo estéril contendo anticoagulante citrato de sódio, que foi centrifugado duas vezes em centrífuga laboratorial comum Centrilab modelo 80-2B, para a obtenção do plasma rico em plaquetas. O primeiro ciclo foram 1200 rotações por minuto (RPM) por 10 minutos e o segundo ciclo de 1600 RPM por 10 minutos como descrito por Aleixo *et al.* (2011).

Para a indução anestésica foi administrado por via endovenosa propofol 2mg/kg associado à midazolam 0,1mg/kg, e manutenção anestésica com isoflurano em circuito valvular, utilizando vaporizador universal; o paciente foi então posicionado em decúbito dorsal com o membro afetado puxado lateralmente expondo a face craniomedial do rádio, realizando assim uma incisão sobre o foco da fratura. Após o afastamento dos músculos extensores digitais para a visualização da linha de fratura, removeram-se as aderências musculares ao periósteo com auxílio de um elevador de periósteo. Em seguida, foi realizada a remoção do calo formado com uma goiva, permitindo assim a restauração do alinhamento ósseo e aplicou-se na face cranial do rádio uma placa óssea mista e sete parafusos bloqueados na função apoio. Em seguida, implantou-se no foco de fratura a Hidroxiapatita⁴ e o Plasma rico em Plaqueta (Figura 2 e 3) em quantidade suficiente para preencher o foco da fratura. Realizou-se a sutura do tecido subcutâneo com fio de poliglactina 3-0 em padrão contínuo simples e, posteriormente, a sutura de pele com nylon 3-0 em padrão descontínuo simples.

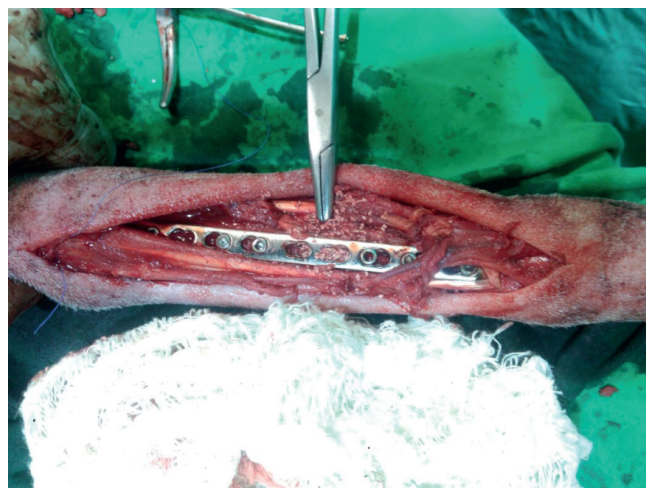
Figura 2: Mistura da Hidroxiapatita com o Plasma Rico em Plaquetas numa cuba rim inox.



Fonte: Arquivo pessoal

⁴Alobone Denso 0,5g Osseocon®, Av. Carlos Chagas Filho, 791, UFRJ, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro/RJ – Brasil

Figura 3: Aspecto final da fratura estabilizada pela placa óssea com a colocação da hidroxiapatita e o PRP no foco da fratura.



Fonte: Arquivo pessoal

Após a cirurgia foi realizada a radiografia pós-operatória imediata e a confecção de uma bandagem Robert Jones. A analgesia pós-operatório imediato foi realizada com meloxicam (0,2 mg/kg) e dipirona (25mg/kg) por via subcutânea. Foi receitado no momento da liberação para o paciente, amoxicilina com clavulanato (25mg/kg, a cada 12 horas, durante dez dias; cloridato de tramadol (2mg/kg), a cada 12 horas, durante cinco dias; e meloxicam (0,1 mg/kg), a cada 24 horas, durante sete dias. O animal foi submetido a exames radiográficos em projeção médio lateral e crânio-caudal no momento pré-operatório e nos momentos de observação pós-operatório imediato, 14 dias, 30 dias, 45 dias e 60 dias e 75 dias de pós-operatório para avaliação da evolução do calo ósseo. Na radiografia pós-operatória imediata foi visualizado o alinhamento ósseo e após 60 dias da cirurgia já era observado calo ósseo primário evidente na projeção médio-lateral (Figura 4).

Figura 4: Radiografia de rádio/ulna do membro anterior esquerdo na projeção médio-lateral no 60º dia pós-operatório do paciente, realizada no setor de Radiologia da Universidade Estácio de Sá, campus Vargem Pequena, Rio de Janeiro, RJ. Nota-se a formação de calo ósseo no osso supracitado.



Fonte: Arquivo pessoal

Resultados e Discussão

A não união óssea é mais comumente observada em cães de raça de pequeno porte (BRIANZA *et al.*, 2006) sendo as regiões distais do rádio, da ulna, da tíbia e da fíbula normalmente mais acometidas (KEAL; MCALLISTER; GRAHAM, 2012). Contudo, o presente caso relata não união de rádio e ulna em cão sem raça definida e de porte médio. O tratamento de fraturas com imobilização externa pode ser realizado em cães jovens de porte médio com fraturas oblíquas curtas, desde que esta sejam previamente reduzidas (PIERMATTEI; FLO; DECAMP, 2006), entretanto o animal citado no trabalho acima não apresentava alinhamento da fratura, proporcionando estabilidade inadequada propícia para o quadro de não união óssea (HENRY; COLE, 2019). Tal complicação relacionada ao tratamento conservador ocorre devido a dificuldades de manter o correto alinhamento do foco de fratura, uma vez que há uma tensão do músculo flexor do carpo e flexor digital que deslocam os fragmentos caudalmente e lateralmente, tornando seu uso menos efetivo se comparado a outras técnicas de fixação, como placa ou fixadores externos (FERRIGNO *et al.*, 2008).

Conforme descrito por Jackson e Pacchiana (2004), o diagnóstico de não união baseou-se no histórico, exame clínico e exame radiográfico. Os sinais clínicos apresentados pelo animal foram consistentes com a literatura e incluem instabilidade palpável associada à crepitação, dor, claudicação (NOLTE; FUSCO; PETERSON, 2005) e atrofia muscular (ROVESTI, 2005). Corroborando com Nolte, Fusco e Peterson (2005), nas imagens radiográficas do animal foram observados formação de calo ósseo ineficaz, fechamento da cavidade medular, esclerose e persistência do gap de fratura. Além disso, a radiografia evidenciou desvio angular do eixo ósseo e afastamento excessivo das extremidades ósseas, fatores esses que prejudicam a união óssea (JONHSON, 2015). As placas e parafusos ósseos utilizados neste caso são indicados no tratamento de não união óssea, pois promovem estabilidade mais apropriada para a consolidação óssea e oferecem resistência às forças de compressão, cisalhamento, tensão e rotação (STIFFLER, 2004).

Os enxertos e substitutos ósseos estimulam o reparo ósseo e o preenchimento de defeitos, sendo recomendado no tratamento de não união (PIERMATTEI; FLO; DECAMP, 2006), pois apresentam propriedades osteogênicas, osteocondutivas e osteoindutivas que estimulam a regeneração do tecido ósseo (VOLK *et al.*, 2005). A sua porosidade influencia na sua osteocondutividade por servir de arcabouço para migração de vasos sanguíneos e deposição de células osteogênicas no interior de seus poros, formando um novo tecido ósseo (MUDALI; SRIDHAR; RAJ, 2003) e aumento da velocidade de crescimento do tecido ósseo (GARRIDO; SAMPAIO, 2010). Sua aplicação no animal supracitado como medida complementar no tratamento de não união é devido a sua propriedade osteocondutiva (DUARTE *et al.*, 2006; GARRIDO; SAMPAIO, 2010) e osteointegrativa (DUARTE *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2007), demonstrando efeito positivo na regeneração do tecido ósseo.

De acordo com Mudali, Sridhar e Raj (2003), trata-se de um material que apresenta propriedades mecânicas de baixa resistência, portanto é necessário o uso de fixação implante metálico suportando o peso (AZEVEDO *et al.*,

2008), sendo utilizados neste caso placa óssea mista e parafusos bloqueados.

As plaquetas são fragmentos citoplasmáticos envolvidos na hemostasia e liberação de fatores de crescimento que apresentam propriedade regenerativa, que no tecido ósseo aumentam a migração, proliferação e diferenciação celular, melhoram a síntese de matriz extracelular e estimulam a angiogênese (ORTVED, 2018) e a neovascularização (GUERCIO *et al.*, 2015), tendo efeito benéfico na regeneração do tecido ósseo no caso relatado. No presente trabalho não foi possível verificar se houve aceleração do processo de regeneração óssea devido à ação do PRP, pois não houve um grupo controle para comparação. Entretanto Barbosa *et al.* (2008) e Gumieiro *et al.* (2010) relatam precocidade do tempo requerido para a cicatrização óssea com a aplicação do PRP. Resultado este não compatível com estudo desenvolvido por Silva *et al.* (2007) que demonstrou que PRP associado à hidroxiapatita não aumentou a velocidade de formação do calo ósseo em relação ao uso somente da hidroxiapatita.

Corroborando com Maia *et al.* (2009) o qual o plasma rico em plaqueta foi obtido a partir da coleta do sangue total em tubos contendo o anticoagulante citrato de sódio, sendo este centrifugado duas vezes para a obtenção do PRP, no primeiro ciclo de centrifugação foram 1200 rotações por minuto (RPM) por 10 minutos e o segundo ciclo de 1600 RPM por 10 minutos, como descrito por Aleixo *et al.* (2011).

No período pós-operatório imediato o exame radiográfico revelou alinhamento dos fragmentos ósseos e foram feitos curativo local com clorexidina tópica e bandagem Robert Jones, conforme recomendado por Nina *et al.* (2007). A enxertia com hidroxiapatita apresentou biocompatibilidade, resultado esse obtido também por Duarte *et al.* (2006), Silva *et al.* (2007), além de não ter se mostrado um material alergênico e nem carcinogênico até o último retorno do animal (75 dias após a cirurgia). O PRP aplicado não desencadeou processos alérgicos ou reações de rejeição, concordando com resultados já obtidos por Hakimini *et al.* (2010) e ainda, impede a transmissão de doenças infecto-contagiosas e reações imunológicas por se tratar de um biomaterial autólogo (OBARRIO *et al.*, 2000). Por fim, um último acompanhamento foi realizado aos 75 dias, na imagem radiográfica é possível notar formação de calo ósseo primário na projeção médio-lateral, ausência de sinal de infecção óssea e de rejeição ao implante e no exame físico animal apresentava deambulação normal e ausência de dor à palpação.

Considerações finais

O tecido ósseo é um tecido altamente especializado, que deve ser muito bem compreendidos pelos médicos veterinários para que saibam tratar uma fratura da maneira mais adequada. Os biomateriais abrangem uma área muito grande de aplicações na medicina veterinária, que precisa ser mais bem compreendida para que a utilização de materiais já existentes possa ser aprimorada e para que novos materiais possam ser descobertos e aplicados. O presente trabalho demonstrou que o uso da associação entre hidroxiapatita e o plasma rico em plaquetas como medida complementar no tratamento de não união óssea tem efeito positivo e benéfico

na formação de calo ósseo, não produzindo efeitos adversos no animal estudado.

Referências

- ALEIXO, G. A. S.; COELHO, M. C. O. C.; TEIXEIRA, M. N.; OLIVEIRA, F. F.; ZUBIETA, L. M. V.; ALMEIDA, T. L. C.; GUIMARÃES, A. L. N.; MAIA, F. C.; ZACARIAS, T. F. L.; SANTOS, S. M. L. G.; LIMA, S. P. S. Comparação entre dois protocolos para obtenção de plasma rico em plaquetas, em cães. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 567-573, 2011.
- AZEVEDO, V. V. C. Materiais cerâmicos utilizados para implantes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 3, n.1, p.31-39, 2008.
- BARBOSA, A. L. T.; DEL CARLO, R. J.; GOMES, H. C.; OLIVEIRA, A. C.; MONTEIRO, B. S.; DEL CARLO, B. N. Plasma rico em plaquetas para reparação de falhas ósseas em cães. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p.1335-1340, 2008.
- BLOKHUIS, T. J.; TERMAAT, M. F.; BOER, F. C.; PATKA, P.; BAKKER, F. C.; HAARMAN, H. I. Properties of calcium phosphate ceramics in relation to their in vivo behavior. **The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care**, v. 48, n. 1, p.179-186, 2000.
- BRIANZA, S. Z. M.; DELISE, M.; FERRARIS, M. M.; D'AMELIO, P.; BOTTI, P. Cross-sectional geometrical properties of distal radius and ulna in large, medium and toy breed dogs. **Journal of Biomechanics**, v. 39, p. 302-311, 2006.
- DUARTE, T. S.; BORGES, A. P. B.; LAVOS, M. S. L.; TSIOMIS, A. C.; OLIVEIRA, F. L.; PONTES, K. C. S. Osteointegração da hidroxiapatita sintética no processo alveolar da mandíbula de cães: aspectos histológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 5, p. 849-853, 2006.
- FERRIGNO, C. R. A.; SCHMAEDECKE, A.; PATENÉ, C.; BACCARIN, D. C. B.; SILVEIRA, L. M. G. 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.
- GARRIDO, C. A.; SAMPAIO, T. C. F. V. Uso da biocerâmica no preenchimento de falhas ósseas. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 45, n. 4, p. 433-438, 2010.
- GUERCIO, A.; DI MARCO, P.; CASELLA, S.; RUSSOTTO, L.; PUGLISI, F.; MAJOLINO, C.; GIUDICE, E.; DI BELLA, S.; PURPARI, G.; CANNELLA, V.; PICCIONE, G. Mesenchymal stem cells derived from subcutaneous fat and platelet-rich plasma used athletic horses with lameness of the superficial digital tendon. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2015.
- GUMIEIRO, E. H.; ABRAHÃO, M.; JAHN, R. S.; SEGRETTO, H.; ALVES, M. T. F.; NANNMARK, U.; GRANSTROM, G.; DIB, L. L. Platelet-rich plasma in bone repair of irradiated tibiae of Wistar rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 25, n.3, p. 257-263, 2010.
- HAKIMI, M.; JUNGBLUTH, P.; SAGER, M.; BETSCH, M. HERTEN, M.; BECKER, J.; WINDOLF, J.; WILD, M. Combined use of platelet-rich plasma and autologous bone grafts in the treatment of long bone defects in mini-pigs. **Injury**, v. 41, p.717-723, 2010.
- HENRY, G. A.; COLE, R. Consolidação e complicações de fraturas em cães. In: THRALL, D. E. **Diagnóstico de radiologia veterinária**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2019, p. 366-389.
- JACKSON, L. C.; PACCHIANA, P. D. Common complications of fracture repair. **Clinical Techniques Small Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 168-179, 2004.
- JOHNSON, A. L. Fundamentos de cirurgia ortopédica e tratamento de fraturas. In: FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**, Rio de Janeiro: Mosby Elsevier, 2015, p. 1033-1093.
- KEALY, J. K.; MCALLISTER, H.; GRAHAM, J. P. Ossos e articulações. In: _____. **Radiografia e ultrassonografia do cão e do gato**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, p. 351-446.
- MAIA, L.; SOUZA, M. V.; JUNIOR, J. I. R.; OLIVEIRA, A. C.; ALVES, G. E. S.; BENJAMIN, L. A.; SILVA, Y. F. R. S.; ZANDIM, B. M.; MOREIRA, J. C. L. Platelet-rich plasma in the treatment of induced tendinopathy in horses: histologic evolution. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 29, n. 8, p. 618-626, 2009.
- MUDALI, U. K.; SRIDHAR, T. M.; RAJ, B. Corrosion of bio implants. **Sadhana**, v. 8, p. 601-637, 2003.
- NINA, M. I. D.; ISHIMOTO, M.; SCHMAEDECKE, A.; ROMANO, L.; FERRIGNO, C. R. A. Comparação de osteossíntese com placa e osteossíntese com placa associada a enxerto de proteína morfogenética óssea em fratura bilateral distal de rádio e ulna em cão - relato de caso. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 297-303, 2007.
- NOLTE, D. M.; FUSCO, J. V.; PETERSON, M. E. Incidence of and predisposing factors for nonunion of fractures involving the appendicular skeleton in cats: 18 cases (1998-2002). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 226, n. 1, p. 77-82, 2005.
- OBARRIO, J. J.; ARAUZ-DUTARI, J. I.; CHAMBERLAIN, T.M.; CROSTON, A. The use of autologous growth factors in periodontal surgical therapy: platelet gel biotechnology – case reports. **International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v. 20, n. 5, p. 487-497, 2000.
- ORTVED, K. F. Regenerative medicine and rehabilitation

for tendinous and ligamentous injuries in sport horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 34, n. 2, p. 359-373, 2018.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L.; DECAMP, C. E. Fractures: classification, diagnosis and treatment. *In: _____*. **Hanbook of small animal orthopedics and fracture repair**. Missouri (Saint Louis): Saunders Elsevier, 2006, p. 25-159.

ROVESTI, G. L.; NON UNIONS. *In: JOHNSON, A. L.; HOULTON, J. E. F.; VANNINI, R.* **AO principles of fracture management in the dog and cat**. Clavadelstrasse: Thieme, 2005. p. 402-408.

SILVA, S. B.; FERRIGNO, C. R. A.; STERMAN, F. A.; BACCARIN, D. C. B.; YAZBEK, K. V. B.; MURAMOTO, C.; AMAKU, M. Plasma rico em plaquetas combinado a hidroxiapatita na formação do calo ósseo em fraturas induzidas experimentalmente no rádio de cães. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1045-1051, 2007.

STIFFLER, K. S. Internal fracture fixation. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 105-113, 2004.

TADIC, D.; APPLE, M. A thorough physicochemical characterisation of 40 calcium phosphate-based bone substitution materials in comparison to natural bone. **Biomaterials**, v. 25, p. 987-994, 2004.

VOLK, S. W.; DIEFENDERFER, D. L.; CHRISTOPHER, S. A.; HASKINS, M. E.; LEBOY, P. S. Effects of osteogenic inducers on cultures of canine mesenchymal stem cells. **American Journal of Veterinary Research**, v. 66, n. 10, p. 1729-1737, 2005.

WATROUS, G. K.; MOENS, N. M. M. Cuttable plate fixation for small breed dogs with radius and ulna fractures: Retrospective study of 31 dogs. **Canadian Veterinary Journal**, v. 58, p. 377-382, 2017.

Recebido em: 28.10.2020

Aceito em: 27.11.2020