

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

OSTEOMIELITE EM PEQUENOS ANIMAIS:
REVISÃO DE LITERATURA

CÁSSIA THAÍS RUTZEN

PORTO ALEGRE

2021/2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA

OSTEOMIELITE EM PEQUENOS ANIMAIS:
REVISÃO DE LITERATURA

Autora: Cássia Thaís Rutzen

Monografia apresentada à Faculdade de Veterinária como requisito parcial para a obtenção da graduação em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi

PORTO ALEGRE

2021/2

CIP - Catalogação na Publicação

Rutzen, Cássia Thais
Osteomielite em Pequenos Animais: revisão de
literatura / Cássia Thais Rutzen. -- 2021.
39 f.
Orientador: Marcelo Meller Alievi.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Veterinária, Curso de Medicina Veterinária, Porto
Alegre, BR-RS, 2021.

1. Osteomielite. 2. Pequenos Animais. 3.
Diagnóstico. 4. Tratamento. I. Alievi, Marcelo Meller,
orient. II. Título.

Cássia Thaís Rutzen

OSTEOMIELITE EM PEQUENOS ANIMAIS: revisão de literatura

Aprovado em 10 MAI 2022

APROVADO POR:

Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi

Orientador e Presidente da Comissão

Prof. Dr. Márcio Poletto Ferreira

Membro da Comissão

Dr. Lucas Antônio Heinen Schuster

Membro da Comissão

Para aquelas que são donas da minha saudade
diária: minha avó, Delci Maria e para minha irmã
de quatro patas, Lupyta.

Dedico cada conquista a vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais, Marcia Hindersmann e Nelson Rutzen, por serem sempre meu grande exemplo e incentivadores dos meus sonhos, entre eles o de me tornar Médica Veterinária.

Ao meu dindo, Cláudio Thadeu Ferreira, pelo apoio de uma vida toda e por ter sido tão importante na realização do sonho da graduação.

Às minhas primeiras “professoras” e veterinárias exemplo, Natália Nunes Luft e Cristiane Mariano Castro, por todos os ensinamentos e encorajamentos na veterinária, pela paciência e oportunidade de ter convivido com vocês. Aproveito e agradeço à Clínica Pet Dreams e à MV Cláudia Marlies Baur pela primeira oportunidade de estágio e por todos esses anos de companheirismo.

À Clínica Veterinária Synthese e toda sua equipe pelo acolhimento e experiências ao longo do último ano, em especial às Médicas Veterinárias Eduarda Radde, Manuella Costa e Roberta Picoli pela vivência nos plantões e todas as dicas, vocês são meu exemplo.

Aos professores da graduação por todo conhecimento compartilhado, em especial ao Marcelo M. Alievi por aceitar me orientar no presente trabalho e ao Carlos Afonso de C. Beck pelo carinho e ensinamentos na minha curta estadia como estagiária na Videocirurgia. Agradeço também à Luciana B. Queiroga por toda a paciência e conhecimento divididos comigo no período em que fui monitora.

Às minhas amigadas da época da escola Sandra Costa, Silvana Costa e Arthur Reolon por ainda aturarem meus surtos.

Às amigadas que conquistei na faculdade, em especial à Adeyldes Reis e Cristyna Becker pela convivência e apoio desde os primeiros semestres da graduação. À Camila Santander que tanto me ajudou em todos os momentos. Àquelas com quem tive prazer em dividir os surtos e ter construído uma relação de amizade: Caroline Savi, Daniela Maia e Nicolle Azevedo.

Por fim agradeço àqueles que me inspiraram e guiaram à Medicina Veterinária, os animais, que são exemplo de pureza e amor verdadeiro, principalmente à minha irmã de quatro patas, Lupyta (*in memoriam*), que estará sempre comigo no meu coração, e à minha filha de quatro patas, Frida Maria.

RESUMO

A inflamação das estruturas ósseas, conhecida como osteomielite, é uma afecção que apresenta casuísticas crescentes em pequenos animais, associadas aos avanços na ortopedia veterinária. É caracterizada por fase aguda e crônica, podendo ter disseminação hematogena, e o agente infeccioso envolvido pode ser bactéria, fungo ou protozoário. Atualmente o desenvolvimento de osteomielite está mais ligado a traumas diversos (mordeduras, fraturas abertas) e intervenções cirúrgicas para redução de fraturas, especialmente com uso de implantes metálicos. Muitas vezes os reparos de fraturas levam a problemas relacionados a instabilidade da fixação e sequestro ósseo, criando um ambiente favorável a multiplicação de microrganismos e impedindo os mecanismos de defesa do organismo do hospedeiro de atuarem na área. Por mais que existam diversos exames que colaborem com o diagnóstico de osteomielite (como radiografia e ressonância magnética), é difícil estabelecê-lo, principalmente de forma precoce, pois os sinais clínicos não são específicos. O tratamento acaba sendo um desafio, pois o ambiente criado pelo patógeno dificulta a ação dos antimicrobianos, como o biofilme bacteriano – que altera o fenótipo do microrganismo e atua como filtro molecular, criando resistência aos fármacos.

Palavras-chave: osteomielite; pequenos animais; diagnóstico; tratamento.

ABSTRACT

Inflammation of bone structures, known as osteomyelitis, is a condition that has a growing number of cases in small animals, associated with advances in veterinary orthopedics. It is characterized by an acute and chronic phase, and may have hematogenous dissemination, and the infectious agent involved may be bacterium, fungus or protozoan. Currently, the development of osteomyelitis is more linked to various traumas (bites, open fractures) and surgical interventions to reduce fractures, especially with the use of metallic implants. Fracture repairs often lead to problems related to fixation instability and sequestrum, creating a favorable environment for the multiplication of microorganisms and preventing the host organism's defense mechanisms from acting in the area. As much as there are several tests that collaborate with the diagnosis of osteomyelitis (such as radiography and magnetic resonance imaging), it is difficult to establish it, especially at an early stage, because the clinical signs are not specific. Treatment ends up being a challenge, as the environment created by the pathogen makes it difficult for antimicrobials to act, such as the bacterial biofilm – which alters the phenotype of the microorganism and acts as a molecular filter, creating drug resistance.

Keywords: osteomyelitis; small animals; diagnosis; treatment.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Exemplos de osteomielite. A e B, Projeções craniocaudal e lateral do rádio distal. Há uma área central de destruição óssea cercada por uma borda esclerótica bem definida. Observam-se uma nítida demarcação entre os ossos normais e anormais bem como uma reação periosteal em paliçada. Devido ao local e grau de lise óssea, esta lesão pode ser interpretada como um osteossarcoma. (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010) 18
- Figura 2** – Este cão de 10 meses sofreu um acidente de trânsito alguns meses antes. Um antigo local de fratura é evidente na junção dos terços médio e distal da diáfise óssea. O fragmento da fratura do rádio distal foi incorporado ao calo ulnar. O fragmento radial proximal é isolado. Existe uma área circular radiolúcida dentro da região fisária distal (seta). Uma opacidade discreta (um sequestro) encontra-se dentro desta área transparente. Diagnóstico: fratura consolidada do rádio e ulna; sequestro ósseo. (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010) . 20
- Figura 3** – Osteomielite crônica: papel da sinografia. (A) A incidência anteroposterior do fêmur direito demonstra vários focos radiodensos e bem marginados dentro de cavidades translúcidas sugestivas de sequestro. (B) Visão oblíqua mostrando opacificação retrógrada de um trato sinusal definindo o curso e a extensão da fistula e confirmando a comunicação com um abscesso no osso. (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010) 21
- Figura 4** – Aparência intraoperatória de osteomielite crônica de um fêmur após a aplicação de uma placa óssea para estabilização de fraturas. (a) O osso cortical sequestrado é visível abaixo da placa óssea (seta preta); osso cortical viável é indicado pela seta branca. (b) O sequestro é mais claramente visível após a remoção da placa óssea. (ANDERSON, 2016) 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Antibióticos comumente usados no tratamento de osteomielite (ANDERSON, 2016)	28
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

%	Porcentagem
^{99m}Tc	Tecnécio 99m
$^{99m}\text{TcMDP}$	Difosfato de metileno marcado com Tecnécio 99m
BID	“ <i>bis in die</i> ” (duas vezes ao dia)
CK	Creatina quinase
FA	Fosfatase alcalina
FeLV	Leucemia viral felina
IM	Intramuscular
IV	Intravenoso
mg	miligrama
ml	mililitro
PAAF	Punção aspirativa por agulha fina
pCO ₂	Pressão parcial de dióxido de carbono
pH	Potencial hidrogeniônico
PMMA	Polimetilmetacrilato
pO ₂	Pressão parcial de oxigênio
RM	Ressonância Magnética
RX	Raio X
SC	Subcutâneo
spp	Espécies
TC	Tomografia Computadorizada
TID	“ <i>tis in die</i> ” (três vezes ao dia)
US	Ultrassom

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	Etiopatogenia	13
2.1.1	Osteomielite aguda	13
2.1.2	Osteomielite crônica	13
2.1.3	Osteomielite hematógena	14
2.1.4	Osteomielite bacteriana	14
2.1.6	Osteomielite fúngica	15
2.1.7	Osteomielite protozoária	15
2.2	Diagnóstico	16
2.2.1	Apresentação clínica	16
2.2.2	Exames de imagem	17
2.2.2.1	Radiografia	17
2.2.2.2	Ultrassonografia.....	22
2.2.2.3	Tomografia Computadorizada	23
2.2.2.4	Ressonância Magnética	23
2.2.2.5	Cintilografia	24
2.2.3	Avaliação laboratorial.....	24
2.2.3.1	Exame hematológico.....	24
2.2.3.2	Cultivo microbiológico	25
2.3	Tratamento	27
2.3.1	Terapia antimicrobiana	27
2.3.1.1	Terapia sistêmica	27

2.3.1.2	Terapia local	29
2.3.2	Debridamento de feridas e drenagem	30
2.3.3	Estabilização de fraturas	32
2.3.4	Uso de enxertos	32
3	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

A osteomielite é definida, segundo Piermattei, Flo e DeCamp (2009), “como uma inflamação óssea que envolve os espaços haversianos, os canais de Volkmann e, geralmente, a cavidade medular e o periósteo”.

A infecção pode ser de origem hematógena ou pós-traumática e ser classificada como aguda ou crônica. A osteomielite pós-traumática envolve extensão da infecção dos tecidos moles adjacentes (mordidas e corpos estranhos), trauma (mordidas, quedas e ferimentos diversos) e iatrogênica (cirurgias ósseas), principalmente com envolvimento de implantes metálicos. Os agentes causadores mais envolvidos nos quadros de osteomielite são as bactérias, ocasionalmente os fungos e raramente protozoários e vírus (BUBENIK; SMITH, 2007; PERMATTEI; FLO; DECAMP, 2009; ANDERSON, 2016).

O osso é naturalmente resistente à infecção, sendo assim, há a necessidade de que alguma injúria crie o ambiente favorável para que a infecção possa ocorrer, como necrose óssea ou sequestro, instabilidade em fratura, isquemia, implante ou outros corpos estranhos e alteração na resposta imune local ou sistêmica (GREEN, 2011 *apud* SCHULZ, 2014).

O objetivo do presente trabalho é fazer uma revisão bibliográfica sobre osteomielite em pequenos animais, abordando a etiologia, fisiopatologia e apresentação clínica, com foco no diagnóstico e tratamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Etiopatogenia

2.1.1 Osteomielite aguda

A infecção óssea aguda está associada ao grau de lesão dos tecidos moles adjacentes ao osso envolvido, à virulência do microorganismo e à capacidade de formação de resposta imune pelo hospedeiro (BUBENIK; SMITH, 2007).

O trauma pela lesão inicial e/ou cirúrgica afeta a irrigação sanguínea pela ruptura, sendo que a vascularização adequada promove a nutrição, aporte de oxigênio, componentes celulares da resposta imune e antimicrobianos, sendo assim, dificultam a eliminação do patógeno. Em presença de implantes internos, a vascularização também é afetada e ainda servem como corpo estranho para aderência e proliferação de microrganismos (BUBENIK; SMITH, 2007; BUDSBERG, 2012).

Na fase inflamatória aguda, ocorre necrose e reabsorção óssea, levando a compressão e eventual oclusão dos canais de Havers, de Volkmann e canaliculos, gerando perda de acesso vascular e, conseqüentemente, a isquemia. A isquemia predispõe ao desenvolvimento da osteomielite (BUDSBERG, 2012).

2.1.2 Osteomielite crônica

A osteomielite crônica é a progressão da osteomielite aguda não identificada ou tratada inadequadamente; a presença de implantes metálicos ligados a infecções consideradas ocultas podem desenvolver a cronicidade da infecção (BUBENIK; SMITH, 2007). As bactérias *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus coagulase-negativo* são isoladas em 75% dos casos, principalmente na presença de implantes (WALKER *et al.*, 2012).

Essa fase é marcada pela presença de sequestro, que é o fragmento de osso desvitalizado que é isolado do osso normal no processo de necrose, podendo estar revestido pelo invólucro, que é uma cobertura formada por osso novo e tecido fibroso (PIERMATTEI; FLO; DECAMP, 2009). Isso ocorre pois a porção óssea isquêmica sofre hiperemia reativa e aumento da atividade osteoclástica, produzindo perda óssea e osteoporose localizada, além de gerar reação periosteal pela irritação periosteal e produção de novo osso pelos osteoblastos (BUDSBERG, 2012).

2.1.3 Osteomielite hematogena

A osteomielite hematogena não é comum na medicina veterinária (CARLSON, 1991 *apud* GONZÁLEZ-MARTÍN *et al.*, 2022). Acomete com maior frequência neonatos e jovens, através de infecção umbilical (BUBENIK; SMITH, 2007; GIELING *et al.*, 2019), acometendo principalmente a metáfise óssea, em razão do padrão vascular (CARLSON, 1991; WELCH *et al.*, 1997 *apud* GONZÁLEZ-MARTÍN *et al.*, 2022). Também está relacionada com pneumonias, onfaloflebites, abscessos ou outras infecções sistêmicas (BRADEN, 1991).

Nos animais em crescimento, a infecção ocorre pelo fluxo sanguíneo turbulento nas áreas de transição entre capilares e sinusóides venosos metafisários e pelo endotélio capilar ser descontínuo, possibilitando a passagem de bactérias no local. Êmbolos bacterianos formam pequenos trombos, estabelecendo o ambiente isquêmico, que é favorável à proliferação bacteriana (KAHN; PRITZKET, 1973).

Essa fisiopatogenia não ocorre em animais maduros, pelo fechamento da placa de crescimento e anastomose dos vasos metafisários e epifisários, portanto, são raros os casos em metáfise, sendo o osso subcondral mais frequentemente afetado nesses casos (KAHN; PRITZKET, 1973).

2.1.4 Osteomielite bacteriana

As bactérias são os agentes mais prevalentes na osteomielite; podem ser adquiridas em fraturas abertas, feridas de mordedura ou cirurgia, bem como pela extensão de danos aos tecidos moles adjacentes ou disseminação hematogena (THRALL, 2010). *Staphylococcus spp* estão envolvidos em 50 a 60% das infecções ósseas nos cães e em cerca de 50% dos casos essa espécie bacteriana é produtora de betalactamase – o que as torna resistentes à penicilina –, sendo o mais relatado *S. aureus*, mas também é comum o envolvimento de *S. intermedius* (PIERMATTEI; FLO; DECAMP, 2009; JOHNSON; WATSON, 2016).

Outras bactérias aeróbias, assim como *Staphylococcus spp*, relacionadas a osteomielite são *Streptococcus*, *Escherichia coli*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* e *Pasteurella*. Em casos de ferida por mordedura, podem ser isoladas bactérias anaeróbias, sendo relatada a incidência em 64% de acordo com Muir e Johnson (1992), como *Actinomyces*, *Clostridium*, *Peptostreptococcus*, *Bacterioides* e *Fusobacterium*; e em circunstâncias raras, *Nocardia*,

Brucella canis e tuberculose (PIERMATTEI; FLO; DECAMP, 2009; JOHNSON; WATSON, 2016).

Bactérias isoladamente não causam osteomielite, é necessário a injúria vascular e de tecidos moles adjacentes, a instabilidade do segmento ósseo após fratura e a formação do biofilme (JOHNSON; WATSON, 2016). O biofilme é uma colônia bacteriana envolta em matriz, proteínas séricas, íons, restos celulares e carboidratos, que apresentam fenótipo alterado em relação a crescimento, expressão gênica e produção de proteínas. A formação desse biofilme é o meio de sobrevivência das bactérias *in vivo*, tornando-as resistentes à antimicrobianos, pois ele atua como filtro molecular e as bactérias que residem no biofilme tem crescimento lento, o que exclui a ação de muitos antimicrobianos que agem interferindo no crescimento e reprodução bacteriana, além de afetar a ação antimicrobiana pela alteração de ambiente no biofilme, com baixo pH e pO₂ e pCO₂ elevados (BUDSBERG, 2012).

2.1.6 Osteomielite fúngica

As infecções fúngicas ocorrem com menor frequência em comparação com as bacterianas e envolvem cães adultos jovens, sendo que a ocorrência em gatos é incomum. A osteomielite fúngica é normalmente identificada em áreas endêmicas do fungo e tem como característica causar lesões polioestóticas. *Blastomices dermatites*, *Histoplasma capsulatum*, *Cryptococcus neoformans*, *Coccidioides immitis*, *Penicillium* e *Aspergillus spp* são alguns dos agentes micóticos envolvidos na osteomielite (BUBENIK; SMITH, 2007; THRALL, 2010; JOHNSON; WATSON, 2016).

As vias de contaminação em que ocorrem a penetração do fungo são por inalação, inoculação direta ou através do trato gastrointestinal e a disseminação ocorre por via hematogena (BUBENIK; SMITH, 2007).

2.1.7 Osteomielite protozoária

A ocorrência de osteomielite por protozoários é baixa ou subestimada, se desenvolvendo quando o parasita atinge o tecido ósseo por via hematogena ou continuidade de tecidos moles adjacentes infectados (BALTENPERGER, 2004) e causam lesões polioestóticas agressivas (THRALL, 2010).

2.2 Diagnóstico

2.2.1 Apresentação clínica

As características clínicas da osteomielite variam conforme o estágio da doença e não apresentam predisposição por espécie, raça ou sexo. O histórico relatado pode incluir traumas, mordeduras, redução aberta recente e estabilização de fraturas (SCHULZ, 2014).

O início dos sinais clínicos da osteomielite aguda podem ser observados em cinco a sete dias após a contaminação inicial ou em casos de implantação de material estranho, pode levar meses. Nessa fase, os tecidos moles locais apresentam sinais de inflamação aguda, apresentando edema, eritema, quentes e doloridos, também podendo apresentar sinais sistêmicos como hipertermia, inapetência e letargia, incluindo a claudicação do membro afetado (BUBENIK; SMITH, 2007).

Em casos crônicos, os sinais clínicos podem ser graves, apresentando atrofia muscular de moderada a grave – pelo desuso do membro –, presença de dor e sensibilidade no local da infecção, contraturas, fibrose e trajetos drenantes (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; PIERMATTEI; FLO; DE CAMP, 2009). Podem ser observados sinais sistêmicos, como depressão e anorexia (SCHULZ, 2014).

Na osteomielite hematogênica, os sinais clínicos apresentados remetem ao local da infecção e a sinais sistêmicos. A manifestação no esqueleto apendicular apresenta intumescência dos tecidos moles adjacentes, claudicação, dor na região, abscedação (STURION *et al.*, 2000; BUBENIK; SMITH, 2007); podem apresentar sinais sistêmicos adicionais, como pirexia, taquicardia, taquipneia, hipotensão ou outros que são compatíveis com quadro de sepse devido à bacteremia (JOHNSON, 1994; MADER *et al.*, 1997; GOODRICH, 2006 *apud* GIELING, 2019). Em casos de comprometimento do esqueleto apendicular, principalmente coluna, a extensão da infecção no canal neural pode resultar em sinais neurológicos pela compressão medular e de raízes nervosas, afecção também conhecida como discoespondilite (AVANTE *et al.*, 2014; ANDERSON, 2016).

Os sinais clínicos da osteomielite fúngica são semelhantes aos de origem bacteriana, apresentando tumefação de tecidos moles, podendo afetar um ou mais membros (poliostótica), dor no local, claudicação e presença de trajetos drenantes. Para auxílio na identificação, é necessário o conhecimento de áreas endêmicas e dos sinais clínicos das doenças fúngicas (BUBENIK; SMITH, 2007). A histoplasmosose causa em cães e gatos a perda da condição

corporal, mucosas pálidas ou ictericas, hipertermia, linfadenopatia periférica, estertores pulmonares, hepato e esplenomegalia, nódulos cutâneos, lesões erodidas na língua e aumento de volume e dor na palpação articular e, em cães, pode apresentar hematoquezia ou melena (BRÖMEL; SYKES, 2005a). A blastomicose, em cães, pode ter sinais inespecíficos como fraqueza, anorexia e letargia, até sinais específicos, que variam de acordo com o sistema acometido, podendo haver tosse, aumento da frequência respiratória, dispneia, estertores pulmonares, hipertermia, claudicação e relutância a caminhar, linfadenopatia periférica, abscessos subcutâneos e lesões ulcerativas na pele; em gatos os sintomas são semelhantes, porém está relacionado a doenças imunossupressoras, como FeLV (BRÖMEL; SYKES, 2005b).

Na osteomielite por protozoários, os sinais não são específicos, sendo similar às demais infecções ósseas. Os sinais locais devem ser analisados em conjunto com as apresentações sistêmicas promovidas por cada parasito, levando em consideração as regiões endêmicas (O'DWYER; MASSARD, 2001; SONODA, 2007; ZULIM *et al.*, 2011).

2.2.2 Exames de imagem

2.2.2.1 Radiografia

O exame radiográfico é considerado o primeiro passo para avaliação por imagem de afecções ortopédicas, podendo guiar ao correto diagnóstico, eliminando outras possibilidades patológicas ou indicando afecções adjacentes (PINEDA *et al.*, 2006; PINEDA *et al.*, 2009). Na osteomielite, os achados radiográficos variam dependendo do estágio, área afetada e a patogenicidade do microrganismo envolvido na infecção (SCHULZ, 2014) e, com isso, torna-se difícil diferenciar de doenças com acometimento semelhante, como em casos de neoplasia óssea (figura 1), em que ambas apresentam processos reativos e destruição óssea, assim como edema de tecidos moles (BURK; FEENEY, 2003; KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010).

Inicialmente, as alterações presentes são em tecidos moles, com edema muscular e desfoque dos planos de tecidos moles (PINEDA *et al.*, 2009) e em casos que a osteomielite se desenvolve pela disseminação da infecção dos tecidos adjacentes ao osso, nota-se como manifestação óssea inicial a reação periosteal (ANDERSON, 2016).

Figura 1 – Exemplos de osteomielite. A e B, Projeções craniocaudal e lateral do rádio distal. Há uma área central de destruição óssea cercada por uma borda esclerótica bem definida. Observam-se uma nítida demarcação entre os ossos normais e anormais bem como uma reação periosteal em paliçada. Devido ao local e grau de lise óssea, esta lesão pode ser interpretada como um osteossarcoma.



Fonte: KEALY; McALLISTER; GRAHAM (2010, p.433)

O processo infeccioso no tecido ósseo é progressivo, portanto, na fase aguda, primeiramente, é observado alteração de tecidos moles adjacentes ao local da inflamação, porém, alterações estruturais são notadas somente dias após o início da infecção. A perda do padrão trabecular tende a ser o primeiro sinal da osteomielite, frequentemente na metáfise óssea (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010). A lise óssea – caracterizada pela área radiolúcida que pode estar presente no interior do osso – e a reação periosteal são as alterações que normalmente são notadas na fase aguda, mas se tornam aparentes em torno de sete a quatorze dias do início da infecção; o periósteo se torna elevado, com neoformação óssea

subperiosteal e pode haver o aparecimento do triângulo de Codman (FARROW, 2006; KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010).

Conforme o avanço da cronicidade há a tentativa de delimitação da área infectada, surgindo assim margens escleróticas (THRALL, 2010). O osso desvitalizado não se diferencia radiograficamente do osso vivo – com exceção dos casos em que há colapso das trabéculas, aparecendo mais radiopaco que o normal –, porém, a região de sequestro ósseo (figura 2) pode ser notada como uma área de opacidade óssea aumentada e pode haver a presença do invólucro ao redor do sequestro, que é representado pelo halo radiolucido (FARROW, 2006; KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010). Frequentemente também ocorre destruição cortical, com adelgaçamento do córtex, podendo estar erodido no local da infecção (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010).

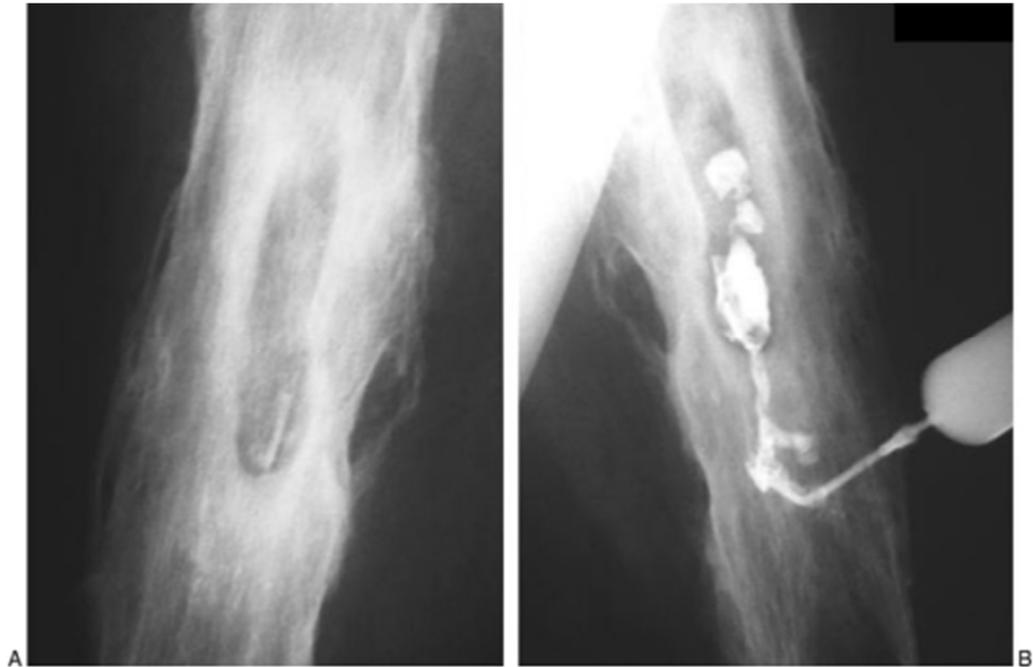
Na osteomielite bacteriana supurativa, com a formação de tratos sinusais de descarga, a técnica do exame de imagem aliado ao uso de contraste retrógrado, chamada de sinografia (figura 3), auxilia na definição da extensão e curso do trato sinusal e possíveis comunicações com estruturas próximas, até mesmo delinear o sequestro. Para o melhor delineamento do trato sinusal, a sinografia pode ser combinada com a tomografia computadorizada (PINEDA, 2009; ANDERSON, 2016).

Figura 2 – Este cão de 10 meses sofreu um acidente de trânsito alguns meses antes. Um antigo local de fratura é evidente na junção dos terços médio e distal da diáfise óssea. O fragmento da fratura do rádio distal foi incorporado ao calo ulnar. O fragmento radial proximal está isolado. Existe uma área circular radioluciente dentro da região fisária distal (seta). Uma opacidade discreta (um sequestro) encontra-se dentro desta área transparente. Diagnóstico: fratura consolidada do rádio e ulna; sequestro ósseo.



Fonte: KEALY; McALLISTER; GRAHAM (2010)

Figura 3 - Osteomielite crônica: papel da sinografia. (A) A incidência anteroposterior do fêmur direito demonstra vários focos radiodensos e bem marginados dentro de cavidades translúcidas sugestivas de sequestro. (B) Visão oblíqua mostrando opacificação retrógrada de um trato sinusal definindo o curso e a extensão da fístula e confirmando a comunicação com um abscesso no osso.



Fonte: PINEDA *et al.* (2009, p.83)

A apresentação da infecção micótica na radiografia surge como um padrão multifocal e poliostótica, com aparência manchada nos ossos, frequentemente não supurativa (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010) e as lesões podem parecer muito agressivas, sendo confundidas com tumores. Raramente terá apresentação monostótica e localização metafisária-epifisária. Mesmo a necessidade de biópsia para diagnóstico definitivo desses casos, imagens radiográficas de infiltrados pulmonares ou linfadenopatia mediastinal auxiliam no direcionamento do diagnóstico (THRALL, 2010). Em casos de blastomicose e coccidioidomicose, alterações ósseas proliferativas e escleróticas com pequenas áreas líticas podem ser notadas; em histoplasmose, o tipo de lesão é mais destrutivo (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010).

Podem haver reações a implantes metálicos na correção de fraturas ósseas, chamado de metalose, considerada osteomielite não supurativa mesmo na presença de tratos sinusais, identificada como a área radiolucida ao redor dos implantes ósseos (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2010).

Na infecção por *Leishmania spp.*, áreas de osteólise e proliferação periosteal e intramedular em diáfise de ossos longos, podendo apresentar sinais de poliartrite (SOUZA *et al.*, 2005). E na infecção por *Hepatozoon*, os achados radiográficos inicialmente são no periosteio, com proliferação irregular – achado que condiz com infecção polióstóica ou metástase – até espessamento laminar liso, podendo envolver o esqueleto apendicular e/ou axial (THRALL, 2010).

O exame radiográfico tem sensibilidade de 62,5% e especificidade de 57,1% no diagnóstico da osteomielite (BUBENIK; SMITH, 2007), pois os achados não são característicos da afecção, devendo ser diferenciada de neoplasias, infarto vascular, trauma, e até mesmo da consolidação óssea normal (ANDERSON, 2016).

2.2.2.2 Ultrassonografia

O exame ultrassonográfico é uma ferramenta útil nas infecções musculoesqueléticas utilizado para a localização da região e a extensão da infecção, e na diferenciação de infecção aguda ou crônica tumoral ou em condições não infecciosas com apresentação clínica semelhante (CARDINAL *et al.*, 2001), além de conseguir detectar coleções de líquidos profundos nos tecidos moles e ao redor de implantes, líquido periarticular e acúmulos subperiosteais (CAREK *et al.*, 2001; LIPSKY; BERENDT, 2011 *apud* GIELING, 2019). O ultrassom tem vantagem sobre a radiografia na detecção de sinais de osteomielite com dias de antecedência (RIEBEL *et al.*, 1996).

Na osteomielite aguda, o US detecta como primeiro sinal o edema justacortical dos tecidos moles e elevação ou espessamento precoce do periosteio, com aumento da reação periosteal e, em alguns casos, tem formação de camada de exsudato subperiosteal. Raramente há formação de abscessos, mas pode-se suspeitar se houver alteração hipo ou hiperecogênica contígua à superfície óssea e deslocamento de estruturas adjacentes (RIEBEL *et al.*, 1996).

Já na osteomielite crônica, além do suporte diagnóstico, a ultrassonografia auxilia na avaliação do envolvimento dos tecidos moles adjacentes e na drenagem percutânea de abscesso.

A imagem formada pelo abscesso se apresenta como coleção de líquido hipo ou anecóico e, após a identificação, o cateter para drenagem pode ser introduzido sob orientação ultrassonográfica (PINEDA *et al.*, 2006). O desgaste cortical também se torna aparente no exame de ultrassom (CHAU; GRIFFITH, 2005).

2.2.2.3 Tomografia computadorizada

O principal papel da tomografia na osteomielite é a detecção de sequestro na fase crônica, pois eles podem ser mascarados pelas demais anormalidades ósseas na radiografia. A TC é superior a RM na detecção de sequestro, invólucro e presença de gás intraósseo, sendo também muito importante nos casos de osteomielite vertebral. A desvantagem está na contraindicação em alguns casos, por expor o paciente a radiação ionizante (PINEDA *et al.*, 2009) e limitações na presença de implantes metálicos (ZOPPA *et al.*, 2020).

As alterações apresentadas pela TC em casos de osteomielite são áreas hipodensas irregulares, podendo ser uni ou multiloculares, córtex ósseo pode ter áreas de osteólise e regiões escleróticas próximas, reação periosteal e áreas de sequestro (VERDE, 2012).

2.2.2.4 Ressonância Magnética

A RM é considerada a melhor técnica de imagem para avaliação de suspeita de osteomielite, sendo altamente sensível na detecção, de três a cinco dias após início da infecção (MEYERS; WIENER, 1991 *apud* PINEDA *et al.*, 2009). É o exame capaz de detectar complicações em tecidos moles e articulares e sinais de infecção, como o edema ósseo, antes do RX (GOLD *et al.*, 1991; GOODRICH, 2006 *apud* GIELING, 2019). Além do valor diagnóstico, também é útil para o planejamento cirúrgico e avaliar os tecidos desvitalizados (TOWERS, 1997 *apud* PINEDA *et al.*, 2009)

Os achados da RM são diferentes dependendo das sequências de pulso usadas e estágio da doença. A combinação de sequências de recuperação de inversão tau curta (STIR) e T1 spin-eco tem alta sensibilidade e especificidade para osteomielite, não necessitando de outros exames adicionais (MAHNKEN *et al.*, 2000).

2.2.2.5 Cintilografia

A cintilografia óssea, em comparação com a radiografia, tem como vantagem a capacidade de detecção de anormalidades ósseas em estágio inicial, como a atividade aumentada nos ossos afetados dentro de três dias após a infecção, facilitando o diagnóstico precoce (HUAIJANTUG, 2015; ANDERSON, 2016).

Para avaliação de osteomielite, é geralmente realizado a cintilografia óssea trifásica, onde é na terceira fase que detecta e avalia as doenças ósseas agudas ou crônicas em que há remodelamento ósseo, tecido ósseo desvitalizado e formação de sequestro ou trauma prévio (ZHUANG et al., 2000). Normalmente o radiofármaco utilizado é o difosfonato de metileno marcado com tecnécio-99m, pois ele se insere nos locais com neoformação e remodelamento ósseo e em locais com fluxo sanguíneo maior (JOHNSON; WATSON, 2016), podendo facilitar o diagnóstico precoce da osteomielite (ALIABADI; NIKPOOR, 1994 *apud* ANDERSON, 2016) e indica focos de inflamação ativa nos casos crônicos (LAMB, 1987 *apud* ANDERSON, 2016). A cintilografia óssea $^{99m}\text{TcMDP}$ tem sensibilidade alta, de 90%, porém sua especificidade é baixa, entre 60 a 70%, e para aumentar essa especificidade pode-se utilizar gálio 67 ou glóbulos brancos marcados *in vitro* com óxido de índio (III), mas o que restringe o uso é a falta de disponibilidade (ANDERSON, 2016).

Em humanos, o uso da cintilografia óssea com difosfonatos marcados com ^{99m}Tc é considerado o método de eleição em casos de osteomielite aguda, pois a alta sensibilidade detecta o remodelamento ósseo da área afetada mesmo na infecção recente e não apresentando qualquer alteração óssea detectada radiograficamente (SAPIENZA *et al.*, 2000).

Lamb (1987) citou que a marcação de leucócitos pelo radioisótopo índio (In 111) fornece sensibilidade e especificidade para diagnóstico de osteomielite aguda e crônica em pacientes em que a radiografia não fornece sinais evidentes (BUBENIK; SMITH, 2007).

2.2.3 Avaliação laboratorial

2.2.3.1 Exame hematológico

O hemograma, nos casos de osteomielite, não tem sensibilidade para diagnóstico, portanto, é realizado com o intuito de analisar como estão as taxas de celularidade sanguínea e suspeita de algum agente infeccioso (BUBENIK; SMITH, 2007).

Quando a osteomielite é causada por algum agente bacteriano, na fase aguda pode apresentar alteração leucocitária, causando aumento de leucócitos por neutrofilia, podendo ou não ter a presença de desvio à esquerda. Na fase crônica, raramente haverá alterações importantes (BUBENIK; SMITH, 2007; FOSSUM, 2014).

Quando causada por algum agente micótico, não há alteração específica no perfil hematológico e bioquímico. Em alguns casos podem ter achados como anemia não-regenerativa, leucocitose, até mesmo hiperglobulinemia e eosinofilia (BUBENIK; SMITH, 2007).

Os protozoários mais relatados como agentes da osteomielite são *Leishmania chagasi* e *Hepatozoon canis*. O hemograma da leishmaniose pode apresentar anemia normocítica normocrômica, hiperproteinemia, hiperglobulinemia, trombocitopenia, linfopenia e leucocitose com desvio à esquerda; no bioquímico as enzimas hepáticas podem estar aumentadas (NELSON; COUTO, 2001; SONODA, 2007). Apesar de útil, o hemograma não determina diagnóstico, portanto o diagnóstico definitivo é definido ao detectar o parasita na forma amastigota no interior dos macrófagos em aspirados, principalmente, de linfonodos, medula óssea, baço ou fígado, por serem os órgãos com maior intensidade parasitária (KONTOS; KOUTINAS, 1993; FERRER, 1999 *apud* SONODA, 2007).

Na hepatozoonose, alterações na análise sanguínea que podem se manifestar: anemia arregenerativa, neutrofilia e trombocitopenia; no exame bioquímico há presença de hipoalbuminemia, hiperglobulinemia, aumento de FA e CK séricas, sendo as alterações mais frequentes (SAKUMA *et al.*, 2009). Quando sinais de osteomielite, para diagnóstico do envolvimento do protozoário, realiza-se esfregaço sanguíneo para a visualização de gamontes de *H. canis* em células leucocitárias, como neutrófilos e monócitos (O'DWYER; MUSSARD, 2001; O'DWYER *et al.*, 2001).

2.2.3.2 Cultivo microbiológico

O cultivo microbiológico é considerado o teste definitivo no diagnóstico da osteomielite, principalmente para causas bacterianas, auxiliando na identificação do agente etiológico e na determinação do fármaco que será utilizado no tratamento conforme sensibilidade (SCHULZ, 2014; JOHNSON; WATSON, 2016).

Preferencialmente, as amostras de tecido que serão submetidas à cultura devem ser obtidas do osso afetado, dos tecidos moles adjacentes ou de implantes removidos durante o debridamento cirúrgico (ANDERSON, 2016); quando o debridamento não é realizado, é possível utilizar o método PAAF para obtenção de amostra do local da infecção (LIMA, 2007; SCHULZ, 2014) ou biópsia por agulha fechada com agulha de biópsia de medula óssea Jamshidi ou similar (ANDERSON, 2016), porém, estudos em humanos demonstraram que são menos confiáveis que o resultado das amostras obtidas com debridamento aberto (PERRY et al., 1991 *apud* ANDERSON, 2016). Amostras não devem ser coletadas dos tratos de drenagem (sinusais) pois os agentes encontrados nele se correlacionam com os agentes isolados cirurgicamente em menos de 50% dos casos (SCHULZ, 2014).

O material colhido deve ser encaminhado para cultura aeróbica e anaeróbica, já que bactérias aeróbicas e anaeróbicas podem estar presentes em combinação. A presença da bactéria anaeróbica deve ser cogitada em ferida por mordedura, com descarga fétida e com sombras de gás no exame radiográfico – por microrganismo formador de gás, como *Clostridium spp.* – ou até mesmo pela falha na cultura aeróbica na identificação de bactérias quando identificadas em esfregaço de Gram, já que para a identificação de bactérias anaeróbicas se necessita do meio de cultura correto e que as amostras fiquem expostas ao ambiente anaeróbio imediatamente, pois pode levar a falha (ANDERSON, 2016).

Em caso de suspeita do agente causador da osteomielite ser fúngico, como em caso de doença polioestótica ou de raças predispostas a esse tipo de infecção, como Pastor Alemão, a indicação é a realização da avaliação citológica ou histológica de biópsia, mas principalmente a cultura fúngica. Alguns fungos têm particularidades diagnósticas: sorologia pode ser útil no diagnóstico de blastomicose e coccidioidomicose; blastomicose e histoplasmose podem ser diagnosticados pela excreção urinária de antígenos, e criptococose é mais bem diagnosticada por detecção de antigenemia por aglutinação em látex. Já se suspeita da forma hematológica, hemocultura e PAAF do osso devem ser feitos, mesmo com a possibilidade de falha na identificação; em alguns casos, há associação com infecção do trato urinário, podendo ser feito também a urocultura (SCHULZ, 2014; ANDERSON, 2016).

O risco da cultura ter como resultado falso-negativo é elevado em casos de terapia antimicrobiana recente, condições de cultura limitadas – falta de cultura anaeróbica ou incubação de curta duração são exemplos – (BARER; HARWOOD, 1999; NYSTROM, 2003 *apud* GIELING *et al.*, 2019), erros na coleta das amostras, assim como a formação do biofilme

bacteriano, podem dificultar a identificação (EHRlich, 2012 *apud* GIELING *et al.*, 2019). O uso de fármacos, se o paciente já está em terapia, deve ser descontinuado 2 a 3 dias antes da realização da coleta da amostra para cultura (ANDERSON, 2016).

2.3 Tratamento

2.3.1 Terapia antimicrobiana

2.3.1.1 Terapia sistêmica

A escolha adequada do fármaco é baseada nos resultados da cultura e antibiograma, mas a eficácia do tratamento antimicrobiano não depende somente da virulência do microrganismo ou a sensibilidade ao fármaco, sendo importante também a viabilidade e estabilidade do osso e a condição dos tecidos moles adjacentes, bem como se há presença de desvascularização tecidual e biofilmes no local da infecção (ANDERSON, 2016; HUNEAUL *et al.*, 2004). No entanto, enquanto o resultado da cultura e antibiograma não estão disponíveis ou não foi solicitado, deve-se iniciar a terapia com antimicrobianos de largo espectro (DANNY; BUTTERWORTH, 2006).

Sendo a maioria dos casos a osteomielite de causa bacteriana, a escolha do antibiótico inicial é baseada no conhecimento das bactérias com maior probabilidade de estarem presentes, sendo assim, deve-se optar por um antibiótico bactericida de amplo espectro (tabela 1). *Staphylococcus spp.* produtores de betalactamase são os de causa comum da osteomielite, portanto, é indicado o uso como primeiras escolhas cefalexina ou amoxicilina com clavulanato, por exemplo, e caso houver suspeita de presença de bactérias anaeróbicas, associar ao uso de metronidazol ampliará o espectro para maioria desses microrganismos (ANDERSON, 2016). Guardabassi *et al.* (2008) citam como antibiótico para tratamento inicial em cães e gatos o uso de clindamicina, amoxicilina com clavulanato ou cefalosporinas e depois substituir com base no resultado do teste de sensibilidade, para terapia local o uso de PMMA (polimetilmetacrilato) impregnado com gentamicina (GIELING *et al.*, 2019).

Tabela 1 – Antibióticos comumente usados no tratamento de osteomielite. ^a= A cefazolina não está licenciada para uso em pequenos animais. No entanto, por poder ser usada por via intravenosa, é comumente usada profilaticamente durante cirurgias ortopédicas. ^b= A gentamicina é nefrotóxica e não deve ser usada por mais de 1 semana. A função renal deve ser monitorizada durante a administração. A gentamicina também está disponível impregnada em esferas de polimetilmetacrilato ou esponjas de colágeno, embora esses produtos não sejam licenciados para uso em animais.

Medicamentos	Dose (mg/ml)	Via de administração	Frequência
Amoxicilina+clavulanato	15-25	Oral	BID
Cefalexina	10-20	SC, IM, Oral	BID
Cefazolina ^a	20-25	IV	TID
Clindamicina	5-11	Oral	BID
Enrofloxacina	2,5	Oral	BID
Gentamicina ^b	2	IV, IM, SC	TID
Metronidazol	10-15	Oral	BID

Adaptado: ANDERSON (2016, p. 382).

Após a cultura e antibiograma, o protocolo deve ser alterado de acordo com os resultados. Em pacientes com osteomielite aguda, o tratamento com antibiótico tem duração de pelo menos três a quatro semanas, e na osteomielite crônica, o tratamento se estende por pelo menos quatro a seis semanas (BUBENIK; SMITH, 2007; SCHULZ, 2014) e em casos refratários podem requerer de três a quatro meses (ANDERSON, 2016); também deve ser continuado durante uma semana após remoção de implantes e/ou debridamento (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; BUBENIK; SMITH, 2007).

Na osteomielite fúngica, os pacientes necessitam de terapia com antifúngicos por longo prazo e continuar recebendo a medicação por, no mínimo, um mês depois do desaparecimento dos sinais clínicos ou, dependendo do caso, o uso será para a vida toda (BUBENIK; SMITH, 2007). Também precisam ser monitorados quanto ao perfil hematológico e bioquímico, em razão da toxicidade dos fármacos antifúngicos (BRÖMEL; SYKES, 2005a,b).

Opções de fármacos para o tratamento incluem fluconazol, cetoconazol, anfotericina B e itraconazol, sendo o último o mais amplamente utilizado pela menor ocorrência de efeitos

colaterais. Já os resultados da terapia irão variar dependendo do microrganismo envolvido, mas normalmente a resposta inicial é boa, porém as recidivas são comuns e o prognóstico é considerado reservado a desfavorável em animais com doença sistêmica (BRÖMEL; SYKES, 2005a,b; BUBENIK; SMITH, 2007).

2.3.1.2 Terapia local

O uso da antibioticoterapia local tem como vantagem manter a concentração do medicamento no local da infecção por mais tempo e reduzindo a toxicidade sistêmica (BUBENIK; SMITH, 2007). Em casos de infecção com presença de biofilmes, as concentrações de antibióticos sistêmicos precisam ser altas no local da infecção, porém essas altas concentrações exigem altas doses sendo administradas aos pacientes, o que eleva a possibilidade de toxicidade sistêmica e ao aparecimento de efeitos colaterais; levando em consideração que o osso infectado tem vascularização reduzida, isso dificulta que a concentração ideal do fármaco seja atingida no local, sendo outro ponto que prejudica que a terapia sistêmica tenha ação no local, havendo vantagem na utilização da terapia local por meios de veiculação de antibióticos (SANTOS-FERREIRA; ALMEIDA, 2015; KUMAR; MADHUMATHI, 2016 *apud* RODRIGUES, 2020).

O polimetilmetacrilato é um polímero sintético considerado biocompatível e biotolerável muito utilizado em procedimentos cirúrgicos ortopédicos na correção de defeitos ósseos ou em revestimento de implantes. Os antibióticos utilizados com maior frequência para impregnação de PMMA são a cefazolina e gentamicina (BUBENIK; SMITH, 2007; KUHN *et al.*, 2017). As características físicas e químicas para o antibiótico ser adequado para a utilização com PMMA, segundo Bubenik e Smith (2007), são:

bactericida, tem amplo espectro, é eficaz em baixas concentrações, tem alta solubilidade em água, baixa toxicidade tecidual, é minimamente alergênico, apresentado em forma de pó, é estável ao calor, tem mínimos efeitos na resistência mecânica do PMMA e resulta em baixas concentrações séricas, embora atinja altas concentrações em osso adjacente, tecido mole e fluido da ferida.

As complicações atribuídas ao uso PMMA – crescimento de tecido fibroso ao redor do implante, citotoxicidade e reação local, estimulação de crescimento de tumor, reação de corpo estranho se implantado permanentemente, além de função imune local alterada – estimularam estudos para investigar a utilização de materiais biodegradáveis na eluição de antibióticos de

forma local e que não necessitem de uma nova intervenção cirúrgica para retirada, com isso, surgiu a aplicação de materiais como, por exemplo, polímero de ácido lático, gesso, colágeno, combinação de fibrina e osso esponjoso (BUBENIK; SMITH, 2007), amido reticulado com alto teor de amilose (HUNEAULT *et al*, 2004), grânulos de sulfato de cálcio (HAM *et al.*, 2008), derivado de ácido hialurônico termo-responsivo (TER BOO *et al.*, 2016), hidroxiapatita e nanopartículas de ferrita de cobalto (CINTRA, 2020).

2.3.2 Debridamento cirúrgico de feridas e drenagem

Na infecção aguda, a intervenção agressiva de forma precoce é fundamental para evitar a disseminação da infecção dentro do osso, a necrose cortical generalizada e que progride para a forma crônica. Fraturas devem estar estáveis, implantes que não estiverem promovendo a estabilização devem ser removidos e dispositivos de estabilização externa devem ser implantados em conjunto ao uso de antimicrobiano adequado para o caso, a lavagem abundante, drenagem e debridamento do tecido necrótico devem ser realizados. O debridamento cirúrgico, se completo e os tecidos tiverem aparência saudável, a ferida é fechada sobre um dreno, sendo ideal o uso de sistemas fechados a vácuo, pois minimizam a contaminação ascendente e proporcionam drenagem eficaz, podendo ser removido em três a cinco dias, mas também pode ser realizado pelo manejo a ferida aberta (BUBENIK; SMITH, 2007; ANDERSON, 2016).

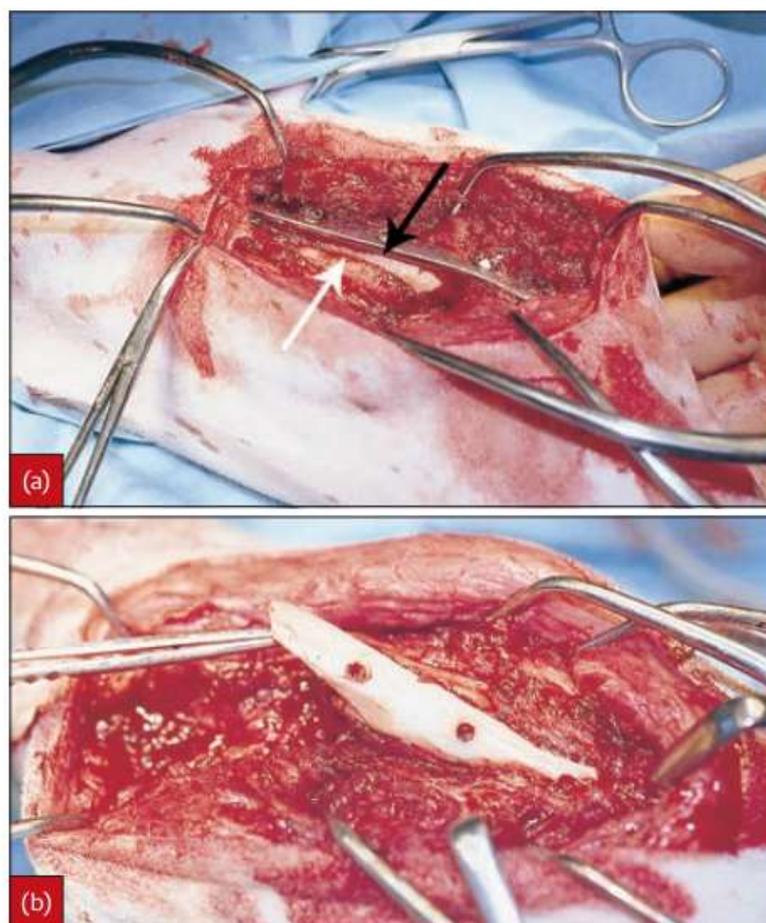
Na infecção crônica, o tratamento é cirúrgico em conjunto com o tratamento antimicrobiano. Se há presença de sequestros, normalmente são identificados pela radiografia, mas também podem ser identificados no local (figura 4), pois apresenta coloração marfim inicialmente e depois tornando-se desbotada e perfurado. Outra opção para identificação do sequestro e dos tratos sinusais é a utilização de azul de metileno 1% instilado na fistulação aparente na pele, 24 horas antes da cirurgia, e/ou azul de dissulfine, 1 hora antes. No azul de metileno, o tecido avascular ficará corado de azul, enquanto no azul de dissulfine o tecido vascular é o que ficará corado (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; BUBENIK; SMITH, 2007).

Se o sequestro estiver envolto pelo invólucro, será necessária a remoção de parte desse novo osso, com pinças ou broca para permitir a realização da sequestrectomia; o debridamento dos tratos sinusais deve ser realizado pois são fontes de infecção e, na presença de implantes frouxos, estes devem ser removidos. Entretanto, a sequestrectomia pode enfraquecer o osso, predispondo a fratura, sendo necessária a estabilização. A ferida deve ser lavada copiosamente

com solução salina morna ou solução de clorexidine a 0,05%. Para correção do defeito ósseo e promover união, pode ser utilizado auto-enxerto ósseo esponjoso, com exceção de casos que se espere alta exsudação. Nos casos de alta exsudação ou não remoção total do sequestro, a ferida pode ser mantida parcialmente aberta ou o sistema fechado de drenagem por sucção ou drenos de Penrose, entretanto, se o debridamento for completo, a ferida é fechada de forma primária (BUBENIK; SMITH, 2007; ANDERSON, 2016).

Em alguns casos graves de osteomielite, com complicações articulares ou de tecidos moles, a amputação do membro pode ser necessária para efetiva cura (ANDERSON, 2016).

Figura 4 – Aparência intraoperatória de osteomielite crônica de um fêmur após a aplicação de uma placa óssea para estabilização de fraturas. (a) O osso cortical sequestrado é visível abaixo da placa óssea (seta preta); osso cortical viável é indicado pela seta branca. (b) O sequestro é mais claramente visível após a remoção da placa óssea.



Fonte: ANDERSON (2016, p.379)

2.3.3 Estabilização de fraturas

A instabilidade da fratura gera persistência da infecção óssea; ela pode ocorrer quando a estabilização ou fixação inicial foram falhas e em conjunto aos danos causados aos capilares pela interrupção de suprimento sanguíneo favorecem a colonização e crescimento bacteriano (BUDSBERG, 2012).

A instabilidade também atrapalha no processo de consolidação óssea. Mesmo em casos de infecção óssea, se os implantes conferem estabilidade podem ser mantidos até a finalização da consolidação óssea, desde que seja realizada a antibioticoterapia para o controle da infecção. Porém, como implantes são focos de infecção, pois esses materiais podem abrigar microrganismos, devem ser removidos quando não conferem mais estabilidade e substituídos por novos; também devem ser removidos assim que a consolidação estiver finalizada (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; BUBENIK; SMITH, 2007; PIERMATTEI; FLO; DECAMP, 2009).

Fixadores esqueléticos externos são recomendados para lesões na porção distal dos ossos longos e em casos de infecção significativa em tecidos moles, com o benefício de mínimo comprometimento da irrigação sanguínea e o material do implante não fica em contato direto com o local da fratura. Placas podem ser utilizadas para estabilização de fratura na parte proximal do membro (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; BUBENIK; SMITH, 2007); placas bloqueadas tem a vantagem de promover estabilidade sem necessidade de compressão da placa sobre o osso, melhorando a irrigação no foco de fratura e pelo mínimo contato da placa com o osso, dificulta a formação de biofilme e limita danos ao periósteo (CAMASSA *et al.*, 2015).

2.3.4 Uso de enxertos

Para o tratamento da osteomielite e correção de defeitos ósseos causados pela debridação do tecido desvitalizado é indicado o uso do enxerto de osso esponjoso autógeno, podendo ser implantado logo após a sequestrectomia ou após sete a quatorze dias, caso a viabilidade da vascularização local seja discutível, para que o crescimento do tecido de granulação sadio cubra a ferida. Quando o enxerto não puder ser coberto por tecido novo, deve ser protegido com gaze com vaselina e bandagem (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; MILLIS; MARTINEZ, 2007).

A utilização do enxerto esponjoso autógeno tem função osteogênica, osteoindutora e osteocondutora; são indicados para casos que se deseja rápida formação e união óssea – podendo acelerar em até quatro semanas –, além de não haver incompatibilidade tecidual ou risco de transmissão de doenças infecciosas e de ter capacidade de sobreviver a infecções, diferentemente do enxerto cortical, sendo o único aplicado com segurança em áreas contaminadas (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; MILLIS; MARTINEZ, 2007). Os sítios doadores em cães e gatos costumam ser tubérculo lateral do úmero, região subtrocanterica ou côndilo medial do fêmur, porção proximomedial da tibia e craniodorsal da espinha íliaca (PIERMATTEI; FLO; DECAMP, 2009).

As desvantagens desse enxerto estão relacionadas ao limite do volume e tamanho de enxerto coletado – pode ser associado à implantação com enxerto alógeno, para aumentar o volume, porém pode haver sequelas no processo de reparo e algum nível de reabsorção óssea inicial –, morbidades no local coletado, alto tempo anestésico, dor e sangramento local (MILLIS; MARTINEZ, 2007).

Outro tipo de enxerto que pode ser utilizado na osteomielite como adjuvante no tratamento é o enxerto de omento, por sua capacidade de angiogênese, sendo utilizado na ortopedia veterinária em casos de não união óssea (FERRIGNO *et al.*, 2010; SÔNEGO *et al.*, 2020). Sônego *et al.* (2020) relatam a utilização de enxerto pediculado de omento maior em um cão da raça Fila Brasileiro acometido por osteomielite resistente em osteossíntese de fratura múltipla de tibia aberta grau II, após 89 dias já havia consolidação completa da cortical lateral e sem sinais de osteomielite, atribuído ao uso do enxerto, pela capacidade angiogênica e viabilidade circulatória no retalho, o que acaba favorecendo a biodisponibilidade de antibiótico no sítio da infecção. Porém, os autores citam nesse trabalho que há o fator de risco na utilização do enxerto de omento pela possibilidade de disseminação hematogênica.

3 CONCLUSÃO

A osteomielite apresenta sinais clínicos pouco específicos, mas o diagnóstico consegue ser realizado com o conjunto de sinais clínicos, a anamnese bem realizada, avaliação radiográfica e identificação do agente envolvido. O tratamento irá abordar a administração de antimicrobiano de amplo espectro, no tratamento inicial, e após sendo direcionada a terapia antimicrobiana específica conforme teste de sensibilidade. O debridamento de tecidos devitalizados e tratos sinusais, colocação de drenos (se necessário) bem como a remoção de implantes ortopédicos frouxos e reestabelecimento da estabilização óssea por meio de fixação, preferencialmente, externa são práticas igualmente importantes no tratamento, contribuindo para que a terapia antimicrobiana tenha sucesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, Angus. Osteomyelitis. In: **BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management**. BSAVA Library, 2016. cap.30. p. 374-385.
- AVANTE, M. L. et al. Osteomielite vertebral em cão – Relato de caso. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM VETERINÁRIO, 4, 2014, Belo Horizonte, **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte, 2014. p.193–196.
- BALTENPERGER, M. et al. Is primary chronic osteomyelitis a uniform disease? Proposal of a classification based on a retrospective analysis of patients treated in the 30 years. **J Cranio-Maxillofacial Surg**. v. 32, p.43-50, 2004.
- BRADEN, T.D. Post-traumatic osteomyelitis. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. v. 21, n. 4, p. 781-812, 1991.
- BRÖMEL, C.; SYKES, J.E. Epidemiology, diagnosis and treatment of blastomycosis in dogs and cats. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**. v. 20, n. 4, p.233-239, 2005a.
- BRÖMEL, C.; SYKES, J.E. Histoplasmosis in dogs and cats. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**. vol. 20, n.4, p.227-232, 2005b.
- BUBENIK, L.J.; SMITH, M.M. Infecções Ortopédicas. In: SLATTER. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 3 ed. São Paulo: Manole, 2007. V.2, c. 132. p. 1862-1875.
- BUDSBERG, S.C. Osteomyelitis. In: TOBIAS, K.M.; JOHNSTON, S.A. **Veterinary Surgery: Small Animal**. 1st Edition. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2012. v.1 c. 48 p. 669-675
- BURK, R. L.; FEENEY, D. A. **Small Animal Radiology and Ultrasonography – A.Diagnostic Atlas and Text**. 3. Ed., Saunders, 2003.
- CAMASSA, J.A.A, et al. Placas bloqueadas em pequenos animais: indicações e limitações. **MedVep - Revista Científica de Medicina Veterinária – Pequenos Animais e Animais de estimação**. 2015. v.13 c. 43 p.116-122.
- CARDINAL, E.; BUREAU, N. J.; AUBIN B, et al. Role of ultrasound in musculoskeletal infections. **Radiol Clin North Am** . 2001. v. 39. 2nd edition. p 191–201.

CHAU, C. L. F.; GRIFFITH, J.F. Musculoskeletal infections: ultrasound appearances. **Clin Radiol**. 2005. v. 60. p. 149–59.

CINTRA, C.C.V. Hidroxiapatita associada à nanopartículas de ferrita de cobalto como sistema de liberação controlada de fármaco. 2020. 144 f. **Tese (Doutorado em Medicina Veterinária)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.

DENNY, H.R.; BUTTERWORTH, S.J. **Cirurgia ortopédica em cães e gatos**. 4. ed. São Paulo, Roca, 2006. cap. 13. p. 103-117.

FARROW, C.S. **Diagnóstico por imagem: cão e gato**. 1 ed. Roca, 2006.

FERRIGNO, C.R.A. et al. Retalho de omento maior para indução de vascularização e consolidação óssea em cão. **Ciênc. Rural**. v.40, p.2033-2036, 2010.

GIELING, F. *et al.* Bacterial osteomyelitis in veterinary orthopaedics: Pathophysiology, clinical presentation and advances in treatment across multiple species. **The Veterinary Journal**, [s. l.], v. 250, p. 44–54, 2019.

GONZÁLEZ-MARTÍN, M. *et al.* Microbiological aspects of osteomyelitis in veterinary medicine: drawing parallels to the infection in human medicine. **Veterinary Quarterly**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 1–11, 2022.

HAM, K. *et al.* Clinical Application of Tobramycin-Impregnated Calcium Sulfate Beads in Six Dogs (2002–2004). **Journal of the American Animal Hospital Association**, [s. l.], v. 44, n. 6, p. 320–326, 2008.

HUAIJANTUG, S. Nuclear Scintigraphic Examination in Veterinary Medicine. [s. l.], p. 8, 2015.

HUNEAULT, L. M. *et al.* Prevention and treatment of experimental osteomyelitis in dogs with ciprofloxacin-loaded crosslinked high amylose starch implants. **Journal of Orthopaedic Research**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 1351–1357, 2004.

JOHNSON, K.A.; WATSON, A.D.J. Doenças esqueléticas. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. **Tratado de medicina interna veterinária**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. p. 1989 – 2019.

KAHN, D. S.; PRITZKER, K. P. H. The pathophysiology of bone infection. **Clinical Orthopaedics and Related Research**. v. 96, p. 12-19, 1973.

- KEALY, J. K.; McALLISTER, H.; GRAHAM, J.P. Bones and joints. Other bone diseases. Osteomyelitis. **Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat**. 5th edition, Elsevier, 2010. p. 433-437.
- KUHL, G.S. et al. Aspecto morfológico da interface entre o compósito, constituído de quitosana e polimetilacrilato, e a falha óssea de tíbia em coelhos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 2017. v. 37, n. 12, p. 1491-1498.
- LIMA, P. R. G. Validade do swab da ferida e da punção por agulha no diagnóstico microbiológico bacteriano em pacientes portadores de osteomielite crônica: um estudo prospectivo. Recife: UFPE, 2007, 88 p. **Tese de mestrado** – Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- LIPSKY, B. A; BERENDT, A. R. Osteomyelitis. **ACP Medicine**. 2010. p. 1-20.
- MAHNKEN, A.H. *et al.* MRI of osteomyelitis: sensitivity and specificity of STIR sequences in comparison with contrast-enhanced T1 spin echo sequences. **Rofo**. 2000. v.172, p.1016–1019.
- MILLIS, D.L.; MARTINEZ, S.A. Enxertos ósseos. In: SLATTER. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 3 ed. São Paulo: Manole, 2007. v. 2, c. 133, p. 1875-1890.
- NELSON, R. W.; COUTO, C.G. **Medicina Interna de Pequenos Animais**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 1037-1038.
- O'DWYER, L.H.; MASSARD, C.L. Aspectos gerais da hepatozoonose canina. **Clin. Vet**. 2001 v.31, p.34-40.
- O'DWYER, L.H.; MASSARD, C.L.; SOUZA, J.C.P. Hepatozoon canis infection associated with dog ticks of rural areas of Rio de Janeiro States, Brazil. **Veterinary Parasitology**. 2001 v.94, p.143-150.
- PIERMATTEI, D.L.; FLO, G.L.; DECAMP, C.E. Tratamento das infecções ósseas agudas e crônicas. **Ortopedia e tratamento de fraturas de pequenos animais**. 4.ed. Barueri, SP: Manole, 2009. cap.5. p. 200-208.
- PINEDA, C.; ESPINOSA, R.; PENA, A. Radiographic Imaging in Osteomyelitis: The Role of Plain Radiography, Computed Tomography, Ultrasonography, Magnetic Resonance Imaging, and Scintigraphy. **Seminars in Plastic Surgery**, [s. l.], v. 23, n. 02, p. 080–089, 2009.
- PINEDA, C.; VARGAS, A.; RODRÍGUEZ, A. V. Imaging of Osteomyelitis: Current Concepts. **Infectious Disease Clinics of North America**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 789–825, 2006.

RIEBEL, T.W.; NASIR, R.; NAZARENKO, O. The value of sonography in the detection of osteomyelitis. **Pediatr Radiol**. 1996. v. 26. p.291–297.

RODRIGUES, J. C. P. **Sistemas para Veiculação Localizada de Antibióticos**. 48 f. 2020. Mestrado Integrado (Ciências Farmacêuticas) - Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2020.

SAKUMA, M. et al. A case report: a dog with acute onset of *Hepatozoon canis* infection. **Journal of Veterinary Medical Science**. 2009. v. 71, n. 6. p. 835-838.

SAPIENZA, M.T. et al. Avaliação de atividade inflamatória na osteomielite crônica. Contribuição da cintilografia com anticorpos policlonais. **Rev. Ass. Méd. Brasil**, v. 46, n. 2, p. 106-12, 2000.

SCHULZ, K. S. Outras doenças dos Ossos e Articulações. In: FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2014. Cap. 36. p.1407-1410.

SÔNEGO, D. A. *et al.* Enxerto pediculado de omento maior como adjuvante no tratamento de osteomielite de tíbia em cão - relato de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 72, n. 6, p. 2259–2265, 2020.

SONODA, M. C. Leishmaniose visceral canina: aspectos clínico-epidemiológicos de casos atendidos no período de 1997 a 2007, no Hospital Veterinário do Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. **Dissertação de mestrado** (Medicina Veterinária), São Paulo, 2007.

SOUZA, A.I.; JULIANO, R.S.; GOMES, T. S.; DINIZ, S.A.; BORGES, A.M.; TAFURI, W.L.; SANTOS, R.L. Osteolytic osteomyelitis associated with visceral leishmaniasis in a dog. **Veterinary Parasitology**, v. 129, p.51-24, 2005.

STURION, D. J. et al, Aspectos clínicos e tratamento da osteomielite. **Unopar Científica. Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 2, n. 1, p. 151-160, 2000.

TER BOO, G. J. A. *et al.* Injectable gentamicin-loaded thermo-responsive hyaluronic acid derivative prevents infection in a rabbit model. **Acta Biomaterialia**, [s. l.], v. 43, p. 185–194, 2016.

THRALL, D.E. Aspectos radiográficos de tumores ósseos e infecções ósseas. **Diagnóstico de Radiologia Veterinária**. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. cap.17. p. 306-316.

VERDE, R. C. L. et al. Evolução clínica e tomográfica da osteomielite frontal: Relato de caso. **Arq. Int. Otorrinolaringol.** v. 16, n.1, p. 130 – 134, 2012.

WALTER, G. et al. Treatment Algorithms for Chronic Osteomyelitis. **Deutsches Ärzteblatt international**, v. 109, n.14, p. 257-264, 2012.

ZHUANG, H. *et al.* Exclusion of chronic osteomyelitis with F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomographic imaging. **Clin Nucl Med.** 2000. v. 25. p. 281-284.

ZULIM, M. I. et al. Osteomielite canina causada por *Leishmania* sp. **Medicina Veterinária**, v. 5 n. 1, dez. 2011.