

A OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA VETERINÁRIA INTEGRADA AO TRATAMENTO DA NECROSE TECIDUAL E OSTEOMIELENITE EM CÃO: relato de caso

Veterinary hyperbaric oxygen therapy integrated to the treatment of tissue necrosis and osteomyelitis in a dog: case report

Marcelo Fialho Mazzi¹ 

*Autor Correspondente: Marcelo Fialho Mazzi, Rua Racticliff, 21-A, Pratinha, São João da Boa Vista, SP, Brasil. CEP 13873-010.

E-mail: mazzivet@hotmail.com

Como citar: MAZZI, M. F. A oxigenoterapia hiperbárica veterinária integrada ao tratamento da necrose tecidual e osteomielite em cão: relato de caso. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo, v. 21, e38418, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v21.38418>.

Cite as: MAZZI, M. F. Veterinary hyperbaric oxygen therapy integrated to the treatment of tissue necrosis and osteomyelitis in a dog: case report. **Journal of Continuing Education in Veterinary Medicine and Animal Science of CRMV-SP**, São Paulo, v. 21, e38418, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v21.38418>.

Resumo

Na rotina veterinária, as lesões nas extremidades dos membros são constantes e representam um desafio especial pelas características anatômicas, susceptibilidade de exposição óssea e limitações de reparos e reconstruções quando comparado a outras regiões do corpo. A osteomielite, decorrente de mordeduras, tem alta prevalência e sua rápida evolução pode levar a medidas drásticas, como a amputação. Neste trabalho, é relatada a utilização da oxigenoterapia hiperbárica como terapia integrativa ao tratamento convencional e a avaliação de seus efeitos durante as 12 sessões realizadas em uma cadela vítima de mordedura, que apresentava necrose e exposição óssea com colonização por *Staphylococcus sp* e *Pasteurella multocida*. A avaliação evolutiva do quadro foi elaborada a partir de registro fotográfico da lesão, com escala, a cada três sessões e submetido à análise morfométrica por *software* analítico. A velocidade da marcha cicatricial revelou que a utilização desta terapia propiciou precocidade e efetiva atuação na cicatrização e no combate à osteomielite, evitando a amputação do restabelecendo as liberdades da paciente, contribuindo ao aprofundamento do emprego da oxigenoterapia hiperbárica na Medicina Veterinária.

Palavras-chave: Dermatologia. Oxigênio. Cicatrização. Bactérias. Ferida por Mordedura.

1 Médico-veterinário, Mazzi Vet Medicina Veterinária Avançada, Divisão OxyPet's, São João da Boa Vista, SP, Brasil



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Abstract

In the veterinary routine, injuries in the extremities of the limbs are constant and represent a special challenge due to the anatomical characteristics, susceptibility of bone exposure and limitations of repairs and reconstructions when compared to other regions of the body. Osteomyelitis resulting from bites is highly prevalent and its rapid evolution can lead to drastic measures such as amputation. This work describes the use of hyperbaric oxygen therapy as an integrative therapy to conventional treatment and the evaluation of its effects during the 12 treatments performed in a female dog victim of a bite, that presented evolution to necrosis and bone exposure with colonization by *Staphylococcus sp* e *Pasteurella multocida*. The evolutionary assessment of the condition was elaborated from a photographic record of the lesion, with scale, every three treatments and submitted to morphometric analysis by analytical software. The speed of the healing gait demonstrated, that the use of this therapy proved precocity and effective action in healing and in the fight against osteomyelitis, avoiding the amputation of the limb, restoring the patient's freedoms. Thus contributing to the deepening on the use of hyperbaric oxygen therapy in veterinary medicine.

Keywords: Dermatology. Oxygen. Healing. Bacteria. Bite Wound.

Introdução

Na rotina clínica cirúrgica de pequenos animais, as lesões no terço distal dos membros oferecem um desafio especial aos médicos-veterinários, pois correspondem a uma grande parte dos atendimentos, nos quais, em muitos casos, ocorrem danos e intensa infecção tecidual, com consequente inflamação sistêmica e sepse (HOLT; THAWLEY, 2016). De fato, por suas características anatômicas, o terço distal dos membros é uma região que apresenta maior susceptibilidade à exposição óssea após perda de tecidos moles, o que limita as opções de tratamentos quando comparado a outras áreas do corpo.

Ferreira, Rezende e Neder Filho (2019) descrevem que a ocorrência de mordedura nas extremidades de pequenos animais é rotineira com cerca de 80% dos casos para a espécie canina e 20% para felinos. Destaca, contudo, que a metade das ocorrências dos felinos evoluem para quadros infecciosos mais graves e profundos se comparados aos caninos, pois os felinos apresentam dentes pontiagudos e mais afiados que os cães, conferindo-lhes maior capacidade de perfurar a pele e os tecidos subjacentes, inoculando assim as bactérias e promovendo lesões de maior gravidade.

De maneira relativamente rápida, as mordeduras das extremidades em pequenos animais tendem a evoluir para um quadro de osteomielite que foi, genericamente, definido por Thomson (1990), como uma inflamação de grau agudo ou crônico das estruturas ósseas.

Barbari *et al.* (2015) referem dois principais esquemas de classificação da osteomielite: Cierny-Mader, que se baseia na porção afetada do osso, o estado fisiológico do hospedeiro e o ambiente local; e a classificação de Lew-Waldvogel, parametrizada no tempo de duração da doença (aguda *versus* crônica), no mecanismo de infecção e na presença de insuficiência vascular.

Em animais de companhia, Lima *et al.* (2013) consideram que a osteomielite pós-traumática crônica é uma ocorrência rotineira, sem predileção por raças ou sexo. Anatomicamente, Giglio *et al.* (2007) referem uma clara predisposição em ossos longos quando em relação aos ossos que compõem o esqueleto axial e de inexorável dependência. Piermattei, Flo e Decamp (2009), e Fossum (2014) ressaltam que as fraturas abertas, feridas por mordeduras, penetração de corpos estranhos ou por contiguidade a tecidos moles adjacentes infectados ou necrosados são fatores que servem de porta de entrada para que microrganismos alcancem as estruturas ósseas.

Os protocolos de diagnóstico da osteomielite por métodos de imagem compreendem a radiografia simples como primeira etapa na investigação, no entanto, essa técnica possui baixa sensibilidade, pois é necessário um período de 10 a 21 dias para que a lesão óssea se torne visível

por este método; a cintilografia seria então útil para localizar a área de envolvimento, especialmente em localizações de difícil acesso clínico, mas pode não ser acurada em casos muito precoces, com menos de 24h de evolução e não é rotineira na Medicina Veterinária, restando, portanto, a ressonância magnética que esbarra na reduzida disponibilidade de equipamentos e no alto custo do exame (CUNHA *et al.*, 2007).

Fossum (2014) refere que nos pequenos animais, na fase aguda da osteomielite, as alterações apresentadas são sugestivas, porém na fase crônica, raramente, são observadas alterações importantes.

Bubenik e Smith (2007) priorizam como padrão ouro, a colheita de amostras para cultura e antibiograma, principalmente, em casos de osteomielite crônica ou ocasionadas por mordeduras, essenciais, particularmente, para adequação do tratamento.

Auerbach (2012) descreve as infecções por mordedura de cães como infecções de natureza mista, que envolveriam diversas espécies bacterianas, cujas mais encontradas são *Staphylococcus sp*, *Streptococcus sp*, *Eikenella corrodens*, *Pasteurella multocida*, *Proteus sp*, *Klebsiella sp*, *Haemophilus sp*, *Enterobacter sp*, *Capnocytophaga canimorsus* e *Bacteroides sp*. Contudo, Ferreira, Rezende e Neder Filho (2019) referiram o isolamento de *Pasteurella* em 50% das culturas por mordida canina e em 75% nas mordidas felinas.

Em consenso clínico apregoa-se no tratamento da osteomielite a necessidade de ampla desbridagem cirúrgica, limpeza criteriosa, especificidade na antibioticoterapia amparada por antibiograma assim que possível, sem os quais, amputação do membro afetado será inevitável (MORAILLON *et al.*, 2013).

Bichard e Sherding (2008) referem que o principal objetivo no tratamento da osteomielite é o de propiciar um ambiente local adequado à formação de tecido de granulação e permitir a regeneração do tecido ósseo.

Na Medicina humana, técnicas, relativamente, recentes têm demonstrado significante eficiência no tratamento de feridas, nomeadamente: a oxigenoterapia hiperbárica e a terapia a laser de baixa intensidade, tal êxito suscita perspectivas favoráveis na prática de Medicina Veterinária (HENGEL; HAAR; KIRPENSTEIJN, 2013).

A oxigenoterapia hiperbárica veterinária (OHBVet) é uma terapia já utilizada, no Brasil e no mundo todo, em animais de experimentação em laboratórios para várias patologias, mostrando bons resultados. Já na rotina de clínica veterinária para pequenos animais, a sua utilização desponta como um recurso diferencial e promissor, aumentando, exponencialmente, as chances de recuperação dos pacientes (MAZZI; DIAS, 2018).

O *guideline*, observado para a indicação da oxigenoterapia hiperbárica, têm sido, constantemente, revisado pelas principais entidades regulatórias da atividade e na atualidade apresenta como principais indicações os quadro de embolias gasosas; doença descompressiva; embolias traumáticas pelo ar; envenenamento por monóxido de carbono ou inalação de fumaça; envenenamento por cianeto ou derivados cianídricos; gangrena gasosa; síndrome de Fournier; outras infecções necrotizantes de tecidos moles: celulites, fasciites e miosites; isquemias agudas traumáticas: lesão por esmagamento, síndrome compartimental, reimplantação de extremidades amputadas e outras; vasculites agudas de etiologia alérgica, medicamentosa ou por toxinas biológicas (aracnídeos, ofídios e insetos); queimaduras térmicas e elétricas; lesões refratárias: úlceras de pele, lesões pé-diabético, escaras de decúbito, úlcera por vasculites autoimunes, deiscências de suturas; lesões por radiação: radiodermite, osteorradionecrose e lesões actínicas de mucosas; retalhos ou enxertos comprometidos ou de risco; anemia aguda, nos casos de impossibilidade de transfusão sanguínea e osteomielites (CFM, 1995; ECHM, 2004; SBMH, 2019; UHMS, 2019), assim como a sua obrigatoriedade de cobertura pela Agência Nacional de Saúde (BRASIL, 2018), balizados por Dias *et al.* (1997).

A Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS, 2019) define e conceitua a terapia com oxigênio hiperbárico, como a submissão de um paciente a administração de uma fração inspirada de O₂ próxima de 100% em um ambiente controlado, com pressão superior à pressão atmosférica do nível do mar, e sustentam que este aumento de pressão irá resultar em um aumento da pressão arterial e

tecidual de O₂ muito significativos, o que fundamentará a base da maioria dos efeitos fisiológicos e terapêuticos da aplicação.

A plena compreensão do modo de ação da O₂ é complexa, pois é resultado de uma série de mecanismos fisiológicos e farmacológicos, dependentes da elevação da pressão parcial do oxigênio e da pressão hidrostática (THOM, 2009), sendo a física envolvida nesta terapia, baseada em várias leis, das quais se destacam Boyle-Mariotte, Lei de Henry, Lei Dalton, Princípio de Pascal e Leis de Fick, ditas como leis da física do mergulho (MATHIEU, 2006).

O presente trabalho apresenta o relato do caso de um cão, vítima de mordida de um felino com evolução para necrose e exposição óssea da região distal da tibia, abordando-se o acréscimo da oxigenoterapia hiperbárica em caráter integrativo ao tratamento convencional, com a avaliação da evolução clínica do animal.

Materiais e métodos

Foi atendida, em uma clínica veterinária, uma paciente da espécie canina, fêmea, sem raça definida, de sete anos de idade, com peso corporal de 12,5Kg. A principal queixa do tutor era que a paciente fora atacada por um felino, há 20 dias, e que, desde então, passou a apresentar claudicação do membro pélvico esquerdo e profunda ferida. Ressaltou que a paciente tinha convivência com felinos que adentravam no seu quintal, ocorrendo constantes brigas pelo território, que resultavam em pequenos ferimentos. O tutor relatou ainda que, inicialmente, o referido membro ficara muito inchado, que o animal fora atendido por outro médico-veterinário, que o tratou topicamente com produto não especificado e, conforme a descrição relatada, evoluiu rapidamente para necrose e exposição óssea, quando procurou atendimento com outro profissional.

Em exame físico geral, a paciente apresentava estresse com o ferimento, mucosas normocoradas, hidratação normal, TPC O₂ de segundos, frequência cardíaca 130bpm, frequência respiratória 25 rpm, temperatura retal de 38,9°C. Apresentava claudicação insustentável no membro pélvico esquerdo, hipersensibilidade e profunda lesão em região tibial distal esquerda, com secreção purulenta, necrose tecidual e exposição de estrutura óssea.

Foi realizado o acesso venoso, com colheita de material e aplicação de tramadol, 2mg/kg/EV, e Cetoprofeno, (2mg/kg/SC); a paciente foi induzida com Propofol (7mg/kg/EV) e mantida em anestesia inalatória com Isoflurano a 2,5% de Concentração Alveolar Mínima (CAM). Efetuou-se a colheita de material para cultura com antibiograma, tanto do osso como da secreção dos tecidos adjacentes, com o emprego de swab estéril com meio de transporte de Stuart.

A limpeza da lesão foi efetivada com gaze embebida em solução fisiológica abundante com posterior desbridagem cirúrgica mínima e seletiva do tecido necrótico, realizando registro fotográfico inicial (Figura 1).

Figura 1 – Lesão primária



Fonte: Mazzi (2023).

A paciente foi mantida em tratamento domiciliar, com o seguinte protocolo diário: clindamicina 10mg/Kg (VO) a cada 12 horas, durante 12 dias; e meloxicam 0,1 mg/Kg (VO) a cada 24 horas, durante oito dias, limpeza com solução fisiológica e cobertura com pomada de papaína a 5%, a cada 12 horas, sendo removida, previamente, ao tratamento hiperbárico e registros fotográficos, e novamente recoberta findados os procedimentos. Foram programados retornos a cada 48 horas, quando a paciente foi submetida a sessões de oxigenoterapia em câmara hiperbárica e realizados registros fotográficos, a cada três sessões, para análise morfométrica em *software* analítico *IMAGE J®*, destinada a determinação da área compreendida pela lesão e da exposição óssea.

O protocolo hiperbárico foi estabelecido em intervalos de 48 horas entre cada sessão, com tempo total de realização entre as fases de compressão/fundo/descompressão na ordem de 90 (noventa) minutos, e a profundidade de 44 "pés de água do mar", correspondente a 1,3 Bar e, portanto, à pressão total de 2,4 ATA (Atmosfera Técnica Absoluta), em câmara hiperbárica classe C (Figura 2).

Figura 2 – Câmara hiperbárica classe C



Fonte: Mazzi (2023).

Resultados

Foram realizadas 12 sessões de oxigenoterapia hiperbárica, em intervalos de 48 horas. A análise dos registros fotográficos é apresentada na (Figura 3), as mensurações foram tabuladas (Tabela 1) e foi gerado gráfico (Gráfico 1).

Figura 3 – Cão mordido por felino na extremidade do membro pélvico esquerdo. Registros fotográficos para análise morfométrica, com intervalo de tempo, entre as sessões, de 48 horas



Fonte: Mazzi (2023).

Nota: (A) 1ª sessão, (B) 3ª sessão, (C) 5ª sessão, (D) 7ª sessão, (E) 9ª sessão, (F) 12ª sessão, alta hiperbárica e (G) final do tratamento.

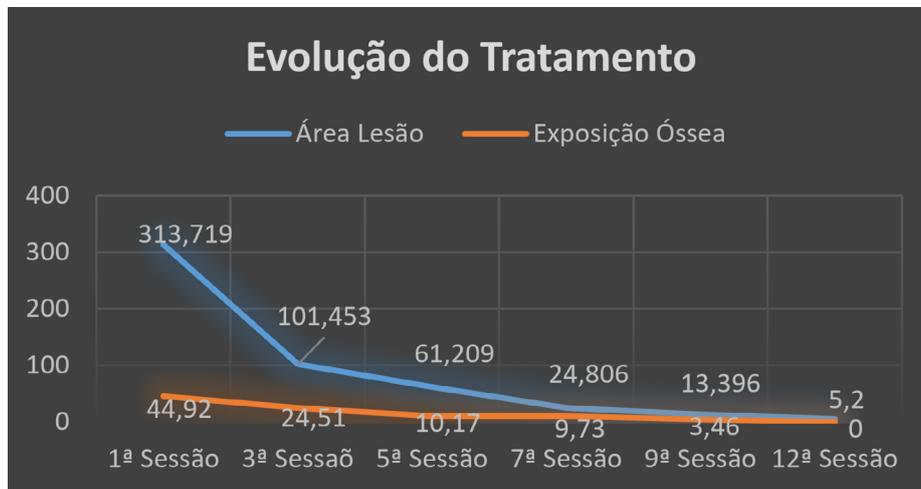
Tabela 1 – Cão mordido por felino na extremidade do membro pélvico esquerdo. Mensuração da área da lesão e da área de exposição óssea em milímetros quadrados de área com intervalo de tempo, entre as sessões, de 48 horas

| Sessão OHBVet* | Área da Lesão | Área da Exposição Óssea |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1ª | 313,719 mm ² | 44,920 mm ² |
| 3ª | 101,453 mm ² | 24,511 mm ² |
| 5ª | 61,209 mm ² | 10,176 mm ² |
| 7ª | 24,806 mm ² | 9,738 mm ² |
| 9ª | 13,396 mm ² | 3,461 mm ² |
| 12ª | 5,02 mm ² | 0,0 mm ² |

Fonte: Mazzi (2023).

*OHVet = oxigenoterapia hiperbárica veterinária

Gráfico 1 – Cão mordido por felino na extremidade do membro pélvico esquerdo. Análise do processo de cicatrização, durante o tratamento oxigenoterapia hiperbárica, com intervalo de tempo, entre as sessões, de 48 horas



Fonte: Mazzi (2023).

Ao exame clínico dos registros de análise morfológica, entre a 1ª e a 3ª sessão, foi constatada descontinuidade na produção de secreção purulenta, evidente alteração da coloração do tecido lesionado, antes um rubro congesto, para um tecido rosáceo vibrante; o bordo direito do ferimento sofreu expressiva retração, analiticamente, determinada em 74,31% e contribuiu de maneira determinante à regressão da lesão neste intervalo, na ordem de 67,66%; a específica exposição óssea regrediu, de 44,920mm² iniciais, para 24,511mm², apresentando-se no gráfico este intervalo como o momento de maior intensidade nas variações do ferimento. O hemograma não apresentou alteração significativa.

No período compreendido entre a 3ª e a 5ª sessão, o ritmo de regressão das bordas da lesão tornou-se menos acentuado e atingiu o coeficiente de 39,66%; a exposição óssea, no entanto, regrediu 58,48%, tendo sua exatidão aferida em 10,176mm², conferindo-se, portanto, a este intervalo uma relativa redução nas dimensões, porém contundente regressão na profundidade, tomando-se por base a exposição óssea.

O resultado da cultura e antibiograma foi negativo para fungos e positivo para bactérias, com identificação de *Staphylococcus sp* e *Pasteurella multocida*, sendo mantida a escolha inicial empírica da antibioticoterapia, que foi preconizada por 12 dias.

Da 5ª para a 7ª sessão foi observada nova aceleração no processo de regressão das bordas, na proporção de 59,47%, alterando-se também a sua configuração de longitudinal para quadrilátera, enquanto a exposição óssea, sutilmente, regrediu para 9,738mm².

Entre a 7ª e a 9ª sessão hiperbárica, a exposição óssea apresentou agressiva regressão na ordem de 64,45%, em relação ao período anterior, e declinou na retração dos bordos para 54%, quando relacionado à antecessora aferição.

Ao término da 12ª sessão, no 40º dia de tratamento, a estrutura óssea fora totalmente recoberta, o tecido cicatricial apresentou dimensões de 5,02 mm² e, em tais condições, o tratamento com O₂ hiperbárico foi encerrado, porém o tratamento tópico foi mantido por mais uma semana, quando sobreveio a alta e completa cicatrização do ferimento da paciente.

Durante todo protocolo em que a paciente foi submetida em ambiente hiperbárico e exposta ao oxigênio 100% não foi observado qualquer efeito colateral de ordem toxicológica pelo O₂ ou sinais de barotraumas decorrentes das oscilações de pressão. Sinais leves de incômodo ao uso da pomada de papaína a 5% foram denotados no início do tratamento, mas bem tolerados no transcorrer do processo.

Discussão

Considerando o tempo de evolução, a gravidade clínica, bem como as condições de necrose tecidual e exposição óssea, avaliadas neste relato, cumprem ser ressaltados os resultados das ações introduzidas para debelar a infecção, promover uma aceleração no processo cicatricial e evitar a amputação do membro comprometido, alinhando-se aos ditos cuidados secundários, sustentados por Haddad Junior, Campos Neto e Mendes (2013), e divergentes de seu fechamento precoce, como defendido por Stocchero (2013).

A classificação do ferimento observado no presente relato, a sua evolução no período de vinte dias e a explícita infecção clínica concordam com a proposta de Waldron e Zimmerman-Pope (2003), de que feridas expostas há mais de 12 horas apresentam um alto grau de contaminação e que isso representa a causa primordial do retardo cicatricial, como proposto por Candido (2001). Destaque-se ainda que o encontro na cultura e antibiograma de um infecção mista, constituída por *Staphylococcus* sp e *Pasteurella multocida*, concorda com a descrição de Auerbach (2012), sobre os microrganismos encontrados em mordeduras de felinos em cães. Em consonância a tais autores, a classificação do ferimento neste estudo foi a de altamente contaminado.

Do ponto de vista clínico, a escolha e inclusão da oxigenoterapia hiperbárica, baseou-se em suas propriedades antimicrobianas, anti-isquêmicas, neovasculatórias e angiogênicas, cruciais à modulação do ambiente cicatricial, descritas por Gama *et al.* (2018). Também foram levados em consideração a redução no tempo de internação e o emprego excessivo de antibioticoterapia, incluindo a probabilidade de amputação, além de oferecer melhores condições de recuperação para a paciente; fatores estes que, ao término do estudo, foram condizentes com os referidos por Alcântara *et al.* (2010).

O modelo cirúrgico, adotado neste relato, estabeleceu que o fechamento da lesão seria postergado e somente realizado após criteriosa análise do leito vascular da ferida, bem como mediante a inexorável ausência de infecção local, devidamente alinhado aos ensinamentos de Pavletic (2010), e diretamente antagônico às proposituras de *fix and flap* ou fechamento precoce, delineadas por Stocchero (2013), comungando assim as diretrizes de uso da oxigenoterapia hiperbárica, publicada pela SBMH (2019).

Em abordagem ao desbridamento tecidual realizado neste relato de caso, resta incontroverso ser um procedimento indeclinável na manutenção de um ambiente cicatricial frutuoso. Sendo, no entanto, objeto de intenso debate quanto aos critérios de sua efetivação, exemplificados pela agressiva e precoce intervenção sustentada por Albernaz, Ferreira e Castro (2015), a imprecisão da área de desbride quando determinada de forma prematura, ponderada por Stocchero (2013), ou os relevantes resultados revisados por Brito (2014), onde animais submetidos a oxigenoterapia hiperbárica recobram a integridade tecidual de maneira mais eficaz, a partir de uma desbridagem menos agressiva e mais tardia, como foi adotada neste relato.

Dos exames complementares na investigação do caso, a radiografia simples como primeira etapa foi descartada pela natural visualização da estrutura óssea, dadas as dimensões do ferimento, o hemograma completo não apresentou alterações dignas de nota, convergindo a Cunha *et al.* (2007), ao descrever a contagem de leucócitos como um pobre indicador de osteomielite, e a Slatter (2007), que elenca ao hemograma a inespecífica capacidade de buscar a presença de agentes infecciosos. Por sua vez, a cultura e antibiograma revelaram-se de particular relevância neste caso, ao identificar os agentes infecciosos, em concordância com Piermattei, Flo e Decamp (2009), e a Ferreira, Rezende e Neder Filho (2019), que registraram a predominância de *Staphylococcus* sp e *Pasteurella multocida* nas ocorrências de mordeduras de gatos.

Frente ao tempo hábil para o resultado da cultura e antibiograma e o caráter de urgência averiguado, o empirismo na escolha da antibioticoterapia fez-se necessária, sendo, no entanto, balizados pelos protocolos elaborados pela Medicina Hiperbárica Humana (SBMH, 2017) e pela propositura de Arnold *et al.* (2006), na escolha da clindamicina como antibioticoterapia de eleição, que se mostrou compatível com a tabela de sensibilidade e assertiva.

Sobre a terapia tópica adotada, a papaína produziu um desbridamento enzimático seguro e eficaz, atuando somente em tecido inviável e não prejudicando a evolução do tecido de granulação. A paciente apresentou leves sinais de incômodo no início do tratamento, mas que foram bem tolerados no transcorrer do processo, o que convergiu aos efeitos secundários suaves e transitórios, referidos pela Unicamp (2016).

Neste relato de caso, não foi empregada antibioticoterapia tópica, em contraponto a sua rotineira utilização na clínica veterinária, baseando-se no entendimento que não haveriam quaisquer propriedades destes sobre enzimas proteolíticas ou tecidos desvitalizados (HENGEL; HAAR; KIRPENSTEIJN, 2013).

Abordando-se a metodologia de análise da lesão, tais registros foram considerados indispensáveis, pois a mera avaliação visual do processo seria subjetiva e imprecisa quanto à área lesionada e sua evolução. Descartou-se a metodologia tradicional de multiplicação das duas maiores dimensões (comprimento e largura) para determinação de área da lesão, e confrontou-se o modelo apresentado por Serafini *et al.* (2012), que, em síntese, compunha-se de seis fases distintas para sua realização, e o modelo proposto por Weber e Santos (2019), composto por três fases para sua finalização. O emprego do software Image J®, descrito por Weber e Santos (2019), apresentou grande praticidade de execução e um alto índice de precisão e confiabilidade.

Durante a realização das sessões hiperbáricas, não foram registrados episódios de intoxicação por O₂, expressados por quadros convulsivos, ou efeitos colaterais como vocalizações de dor, meneios de cabeça e otalgia, característicos do barotrauma de ouvido médio, intercorrências estas de possível averiguação no emprego desta terapia (HOCHMAN; SHMALBERG, 2017).

O protocolo hiperbárico empregado no presente relato foi o da pressão de tratamento de 2,4 ATA, adequada para oscilação de 2,0 e 2,5 ATA, indicada para os casos de osteomielite e estabelecida pela Undersea and Hyperbaric Medical Society, Lacerda *et al.* (2006), e abaixo do limite de segurança de 3,0 ATA, norteado por Nikitopoulou e Papalimperi (2015). O tempo de duração média das sessões foi de 90 minutos, mantendo-se inferiores ao tempo limite de 120 minutos, sustentado por Nikitopoulou e Papalimperi (2015). A resolução do quadro patológico descrito no presente relato em 12 sessões hiperbáricas sugere existência de possíveis diferentes níveis de resposta e de sensibilidade à terapia nas mais variadas espécies contempladas pelos cuidados veterinários, haja vista, a recomendação da UHMS, da execução de, no mínimo, trinta sessões para esta patologia em humanos (LACERDA *et al.*, 2006). Portanto, no presente relato, foi observada uma significativa redução no tempo total de tratamento em 60%, se comparado ao protocolo mínimo humano.

A análise das mensurações e gráfico de regressão da lesão, revelou a existência de um claro ritmo e dinâmica cicatricial organizada e de sincronidade alternada entre suas maiores expressões, ora nas dimensões de área, ora na profundidade do ferimento, que foi aferido pela exposição do tecido ósseo, convergindo tanto aos efeitos primários e seus desdobramentos, quanto aos efeitos indiretos da terapia, descritos por Rabelo (2012) e por Birchard e Sherding (2008).

Há de se destacar o importante caráter integrativo que a terapia hiperbárica representa, e como é posicionada pelo ECHM (2017), a não ser condicionada de maneira isolada, salvo em casos específicos.

Se, do ponto de vista clínico, o tratamento empregado no presente relato propiciou uma evolução do quadro satisfatória, acelerada e normotrófica; no prisma de bem-estar animal, a sua eficácia foi contundente, pois restabeleceu a liberdade de dor, ferimentos e doença, a liberdade de desconforto, a liberdade para expressar comportamento natural e a liberdade de distresse, contemplando, desta forma, quatro das cinco liberdades dos animais propostas por Molento (2006).

A despeito da oxigenoterapia hiperbárica mostrar-se benéfica para o tratamento de curto prazo de feridas crônicas e hipóxicas em humanos, não existiam dados sobre a sua utilização na Medicina Veterinária (FOSSUM, 2019). Contudo, em respeitosa, porém franca divergência a tal afirmação, há na atualidade um crescente e considerável volume de trabalhos sobre o tema: Elan (2019), Gautier *et al.* (2020), Gouveia *et al.* (2021, 2022), Hochman e Shmalberg (2017), Levitan *et al.* (2021), Mazzi (2018, 2022), Mazzi e Dias (2021), Schmidt (2021).

Conclusão

Para os padrões da Medicina Veterinária contemporânea, a Oxigenoterapia Hiperbárica Veterinária é um tratamento relativamente novo, mas que não deve ser tratado como “mágico” e que possa ser aplicado a qualquer doença, pois há claras indicações e contraindicações, estabelecidas e reconhecidas internacionalmente, e amplamente aceitas pela comunidade médica. O presente trabalho confirmou a possibilidade da utilização da oxigenoterapia hiperbárica como terapia integrativa no combate à infecção e no processo de cicatrização e recobertura óssea em lesões das extremidades dos membros em cães. &

Agradecimentos

À Mazzi Vet – Medicina Veterinária Avançada.

Referências

ALBERNAZ, V. G. P.; FERREIRA, A. A.; CASTRO, J. L. C. Queimaduras térmicas em cães e gatos. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 22, n. 3, p. 322-334, set. 2015.

ALCÂNTARA, L. M. *et al.* Aspectos legais da Enfermagem hiperbárica brasileira: por que regulamentar? **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 63, n. 2, p. 312-316, abr. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71672010000200022>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/reben/v63n2/22.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ARNOLD, S. R. *et al.* Changing patterns of acute hematogenous osteomyelitis and septic arthritis: emergence of community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 26, n. 6, p. 703-708, Nov./Dec. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000242431.91489.b4>.

AUERBACH, P. S. **Wilderness Medicine**. Mosby: St. Louis, 2012. p. 2277.

BERBARI, E. F. *et al.* 2015 Infectious Diseases Society of America (IDSA) clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of native vertebral osteomyelitis in adults. **Clinical Infectious Diseases**, v. 61, n. 6, p. e26-e46, Sept. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/cid/civ482>.

BIRCHARD, S. J.; SHERDING, R. G. **Manual Saunders**: clínica de pequenos animais. [S.l.]: Roca, 2008. v. 3.

BRASIL. ANS. **Parecer técnico nº 36/GEAS/GGRAS/DIPRO/2018**. Cobertura: oxigenoterapia hiperbárica. 2 jan. 2018. Disponível em: https://www.gov.br/ans/pt-br/arquivos/aceso-a-informacao/transparencia-institucional/pareceres-tecnicos-da-ans/2018/parecer_36-2018_oxigenoterapia-hiperbica-dut_verso-final_28122017.pdf. Acesso em: 22 jan. 2023.

BRITO, T. Tratamento coadjuvante com oxigenoterapia hiperbárica em pacientes grande queimados. **Revista Brasileira de Queimaduras**, v. 13, n. 2, p. 58-61, 2014.

BUBENIK, L. J.; SMITH, M. M. Infecções ortopédicas. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2007. v. 2, cap. 132, p. 1862-1875.

CANDIDO, L. C. **Nova abordagem no tratamento de feridas**. São Paulo: Senac, 2001. p. 128.

CFM. Resolução CFM nº 1.457/95. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, 15 set. 1995. Disponível em: <https://sistemas.cfm.org.br/normas/visualizar/resolucoes/BR/1995/1457>. Acesso em: 21 jan. 2023.

CUNHA, L. A. M. *et al.* **Osteomielite hematogênica aguda**. Projeto Diretrizes. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia; Associação Brasileira de Cirurgia da Mão; Colégio Brasileiro de Radiologia. 5 out. 2007. Disponível em: https://amb.org.br/files/_BibliotecaAntiga/osteomielite-hematogênica-aguda.pdf. Acesso em: 10 jan. 2023.

DIAS, M. D. *et al.* The University of São Paulo (USP) severity score for hyperbaric oxygen patients. **Undersea & Hyperbaric Medicine**, v. 24, suppl., p. 35, 1997.

ECHM. 2017. Disponível em: <http://www.echm.org/>. Acesso em: 25 jun. 2022.

ECHM. **7th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine**. Dec. 2004. Disponível em: <http://www.echm.org/documents/ECHM%207th%20Consensus%20Conference%20Lille%202004.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2023.

ELAN, L. **Diving in**: hyperbaric oxygen therapy in Veterinary Medicine. Today's Veterinary Practice, December 16, 2019. Disponível em: <https://todaysveterinarypractice.com/integrative-alternative-medicine/hyperbaric-oxygen-therapy-in-veterinary-medicine>. Acesso em: 25 mar. 2023.

FERREIRA, G. P. M.; REZENDE, B. M.; NEDER FILHO, A. T. Infecções da mão. **Revista Mineira de Ortopedia e Traumatologia**, v. 10, n. 11, p. 13-19, 2019.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. cap. 36, p. 1391-1410.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia en pequenos animales**. 5. ed. [S.l.]: Elsevier Health Sciences, 2019. cap. 15, p. 189.

GAMA, R. *et al.* Oxigenoterapia hiperbárica em Otorrinolaringologia: o estado da arte. **Acta Otorrinolaringológica Gallega**, v. 11, n. 1, p. 128-141, 2018.

GAUTIER, A. *et al.* Effects of ovariohysterectomy and hyperbaric oxygen therapy on systemic inflammation and oxidation in dogs. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, p. 506, Jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00506>.

GIGLIO, R. F. *et al.* Estudo retrospectivo de radiografias com fraturas rádio e ulna em cães. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, suppl., p. 122-124, 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/26600/28383>. Acesso em: 23 dez. 2022.

GOUVEIA, D. *et al.* Effects of hyperbaric oxygen therapy on wound healing in Veterinary Medicine: a pilot study. **Open Veterinary Journal**, v. 11, n. 4, p. 544-554, Oct./Dec. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5455/OVJ.2021.v11.i4.4>.

GOUVEIA, D. *et al.* Hyperbaric oxygen therapy in systemic inflammatory response syndrome. **Veterinary Sciences**, v. 9, n. 2, p. 33, Jan. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci9020033>.

HADDAD JUNIOR, V.; CAMPOS NETO, M. F.; MENDES, A. L. Mordedura de animais (selvagens e domésticos) e humanas. **Revista de Patologia Tropical**, v. 42, n. 1, p. 13-19, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5216/rpt.v42i1.23587>. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/index.php/iptsp/article/view/23587>. Acesso em: 14 nov. 2022.

HENGEL, T. V.; HAAR, G. T.; KIRPENSTEIJN, J. Wound management: a new protocol for dogs and cats. *In*: KIRPENSTEIJN, J.; HAAR, G. T. **Reconstructive surgery and wound management of the dog and cat**. London: Manson Publishing, 2013. p. 21-48.

HOCHMAN, L.; SHMALBERG, J. Veterinary hyperbaric oxygen therapy: a critical appraisal.

Plumbs Therapeutic Brief, June 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318311115_Veterinary_hyperbaric_oxygen_therapy_a_critical_appraisal. Acesso em: 3 jun. 2022.

HOLT, D.; THAWLEY, V. Bite wounds. *In*: ARONSON, L. R. **Small animal surgical emergencies**. [S.l.:s.n.], 2016. cap. 46, p. 431-441.

LACERDA, E. P. *et al.* Atuação da Enfermagem no tratamento com oxigenoterapia hiperbárica. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 14, n. 1, p. 118-123, jan./fev. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/Qf5qHHqLPKy6X3SnHfFmHCt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2023.

LEVITAN, D. M. *et al.* Rationale for hyperbaric oxygen therapy in traumatic injury and wound care in small animal Veterinary practice. **Journal of Small Animal Practice**, v. 62, n. 9, p. 719-729, Sept. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jsap.13356>.

LIMA, T. B. *et al.* Osteomielite fúngica em fratura de tíbia de cão: relato de caso. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, n. 3, p. 132-136, jul./set. 2013. DOI: <https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.069>.

MATHIEU, D. **Handbook on hyperbaric Medicine**. Dordrecht: Springer, 2006. p. 15-24.

MAZZI, M. A utilização da oxigenoterapia hiperbárica no tratamento de fascíte necrotizante do prepúcio de um cão idoso. **Pubvet**, v. 12, n. 7, jul. 2018. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n7a122.1-7>

MAZZI, M.; DIAS, M. D. Ceratite ulcerativa corneana traumática em cão: tratamento com oxigenoterapia hiperbárica. **Pubvet**, v. 12, n. 12, p. 136, dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n12a226.1-8>.

MAZZI, M. F. A oxigenoterapia hiperbárica e a ozonioterapia integradas ao tratamento de infecção crônica por *Acinetobacter sp.* em gato vítima de maus tratos: relato de caso. **Revista Lusófona de Ciência e Medicina Veterinária**, v. 12, p. 34-51, 2022.

MAZZI, M. F.; DIAS, M. D. Fourth degree facial burn in dog: treatment with hyperbaric oxygen therapy and 5% papain ointment: case report. **Journal of Veterinary Science and Public Health**, v. 8, n. 1, p. 112-120, 2021.

MOLENTO, C. F. M. **Repensando as cinco liberdades**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. Disponível em: <http://www.labea.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2013/10/MOLENTO-2006-REPENSANDO-AS-CINCO-LIBERDADES.pdf>. Acesso: 20 maio 2022.

MORAILLON, R. *et al.* **Manual Elsevier de Veterinária**: diagnóstico e tratamento de cães, gatos e animais exóticos. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 1008.

NIKITOPOULOU, T. S.; PAPALIMPERI, A. H. The inspiring journey of hyperbaric oxygen therapy, from the controversy to the acceptance by the scientific community. **iMedPub Journals**, v. 9, n. 4, p. 1-8, 2015.

PAVLETIC, M. M. **Atlas of small animal wound management and reconstructive surgery**. 3rd. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2010.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L., DECAMP, C. E. **Ortopedia e tratamento de fratura de pequenos animais**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2009. cap. 5, p. 200-208.

RABELO, R. C. **Emergências de pequenos animais**. São Paulo: Elsevier, 2012.

SBMH. **Diretrizes de segurança, qualidade e ética**. 2017. Disponível em: <https://sbmh.com.br/wp-content/uploads/2018/04/DIRETRIZES-2016-2018-28-11-17-Revisada.pdf>. Acesso em: 31 maio 2022.

SBMH. **Diretrizes de uso: oxigenoterapia hiperbárica**. Florianópolis, 1 jun. 2019. Disponível em: <https://sbmh.com.br/wp-content/uploads/2019/06/SBMH-Diretrizes-de-Uso-da-Oxigenoterapia-Hiperbarica-2019.pdf>. Acesso em: 17 maio 2022.

SCHMIDT, L. **Exploring HBOT therapy: a case study**. Lancaster Veterinary Specialties, 2021. Disponível em: <https://www.lancastervs.com/wp-content/uploads/2021/06/HBOT-Schmidt-article-2021.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

SERAFINI, G. M. C. *et al.* Açúcar granulado ou em gel no tratamento de feridas em cães. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2213-2218, dez. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000104>

SLATTER, D. H. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. [S.l.]: Manole, 2007.

STOCCHERO, G. F. Tratamento da exposição óssea de membro inferior utilizando terapia por pressão negativa na fase aguda seguida de retalho livre na fase subaguda. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 28, n. 3, p. 483-489, 2013.

THOM, S. R. Oxidative stress is fundamental to hyperbaric oxygen therapy. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 3, p. 988-995, Mar. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91004.2008>.

THOMSON, R. G. **Patologia Veterinária especial**. [S.l.]: Manole, 1990. vol. 1.

UHMS. **Indications for hyperbaric oxygen therapy**. 2019. Disponível em: <https://www.uhms.org/resources/hbo-indications.html>. Acesso em: 23 jan. 2023.

UNICAMP. **Manual de processos de trabalho do Núcleo de Estomaterapia: estomias, feridas e incontinência**. 3. ed. Campinas: Unicamp, 2016. (Série Manuais do Hospital de Clínicas da Unicamp). Disponível em: https://www.academia.edu/74336760/Manual_de_estomaterapia?f_r=176996. Acesso em: 2 ago. 2022.

WALDRON, D. R.; ZIMMERMAN-POPE, N. Superficial skin wounds. *In*: SLATTER, D. **Textbook of small animal surgery**. 3rd. ed. Philadelphia: Saunders, 2003. vol. 1, p. 259-273.

WEBER, J. F.; SANTOS, A. L. F. Utilização do *software* ImageJ para avaliar área de lesão dermonecrotica. **Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 120-130, jan./ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.36517/resdite.v4.n1.2019.a9>.

Recebido: 11 de janeiro de 2023. Aprovado: 10 de abril de 2023.