

## ASPECTOS DE INFARTOS HEMORRÁGICOS EM CÃES NA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Viviam Rocco Babicsak<sup>1</sup>  
Vânia Maria de Vasconcelos Machado<sup>2</sup>  
Débora Rodrigues dos Santos<sup>3</sup>  
Karen Maciel Zardo<sup>3</sup>  
Lídice Araújo Campos<sup>4</sup>  
Luiz Carlos Vulcano<sup>5</sup>

### RESUMO

Com o passar dos anos, a Medicina Veterinária obteve grandes avanços tecnológicos, possibilitando, dessa forma, o auxílio no diagnóstico de muitas doenças que resultou no aumento da expectativa de vida dos animais. Em consequência a essa nova situação, houve um aumento do número de atendimento clínico de animais idosos. Assim, enfermidades consideradas incomuns no passado, começaram a ser melhor identificadas, como é o caso de acidentes cerebrovasculares. Ultimamente, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, têm sido utilizadas como instrumentos de auxílio no diagnóstico de diversas afecções, possibilitando a identificação e avaliação de lesões do tecido nervoso central. Fornecem informações a respeito do tamanho, forma e localização da lesão, além de identificar a magnitude da compressão tecidual e seus efeitos secundários. Esta revisão tem como objetivo apresentar os principais aspectos dos infartos hemorrágicos observados nos exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética de cães.

**Palavras chave:** tomografia computadorizada, ressonância magnética, infarto hemorrágico, cães.

### COMPUTED TOMOGRAPHY AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING ASPECTS OF HEMORRHAGIC STROKES IN DOGS

#### ABSTRACT

Over the years, veterinary medicine has made great technological advances, allowing, thus, aid in the diagnosis of many diseases that resulted in increased animals life expectancy. As a result of this new situation, there was an increase of older animals clinical care. Thus, illnesses considered unusual in the past, began to be better identified, as is the case of strokes. Recently, computed tomography and magnetic resonance imaging, have been used as aid tools in the diagnosis of many diseases, enabling the identification and evaluation of the central nervous tissue lesions. Information is provided regarding the size, shape and location

<sup>1</sup> Programa de pós-graduação em Diagnóstico por imagem, Depto de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP/ Botucatu, 18618-970, São Paulo, Brasil. E-mail: viviam.babicsak@gmail.com. Autor para correspondência.

<sup>2</sup> Diagnóstico por imagem, Depto de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP/ Botucatu, 18618-970, São Paulo, Brasil. Docente do setor de Diagnóstico por imagem - FMVZ - UNESP/Botucatu, SP, Brasil

<sup>3</sup> Programa de pós-graduação em Diagnóstico por imagem, Depto de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP/ Botucatu, 18618-970, São Paulo, Brasil

<sup>4</sup> Médica veterinária

<sup>5</sup> Diagnóstico por imagem, Depto de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP/ Botucatu, 18618-970, São Paulo, Brasil. Docente do setor de Diagnóstico por imagem - FMVZ - UNESP/Botucatu, SP, Brasil

of the lesion, and the magnitude of tissue compression and its side effects. This review aims to present the main aspects of hemorrhagic strokes in computed tomography and magnetic resonance imaging in dogs.

**Keywords:** computed tomography, magnetic resonance, hemorrhagic stroke, dogs.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS INFARTOS HEMORRÁGICOS EN PERROS EVALUADOS CON TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA Y RESONANCIA MAGNÉTICA

### RESUMEN

A través de los años, la medicina veterinaria ha realizado grandes avances tecnológicos, permitiendo con ello el diagnóstico de muchas enfermedades y así, el aumento en la esperanza de vida de los animales. Con lo anterior, se ha registrado un incremento en la demanda de atención clínica para los animales geriatras. Así, enfermedades consideradas poco comunes en el pasado, como los accidentes cerebrovasculares, empezaron a ser mejor identificadas. Recientemente, la tomografía computarizada y la resonancia magnética, han sido utilizadas como herramientas auxiliares en el diagnóstico de muchas enfermedades, lo que permite la identificación y evaluación de lesiones en el tejido nervioso central. Estas técnicas, proporcionan información sobre tamaño, forma y localización de la lesión, y permiten identificar la magnitud de la compresión de los tejidos así como los efectos secundarios de dicha compresión. Esta revisión tiene como objetivo presentar las principales características de los infartos hemorrágicos en perros evaluados mediante las técnicas de tomografía computarizada y resonancia magnética.

**Palabras clave:** tomografía computarizada, resonancia magnética, infarto hemorrágico, perros.

### INTRODUÇÃO

A Medicina Veterinária obteve grandes avanços tecnológicos nos últimos anos, possibilitando, dessa forma, o diagnóstico de muitas doenças que resultou no aumento da expectativa de vida dos animais. Em consequência a essa nova situação, houve um aumento do número de atendimento clínico de animais idosos. Assim, enfermidades consideradas incomuns no passado, começam a ser melhor identificadas, como é o caso de acidentes cerebrovasculares (AVC), que são desordens agudas cerebrais resultantes de uma isquemia ou de uma hemorragia espontânea intracerebral. Considerados por muito tempo como incomuns, esses eventos começaram a ser reconhecidos com o avanço da neuroimagem (1). A incidência das desordens cerebrovasculares em cães não é conhecida, no entanto, acredita-se que estas ocorram em uma frequência inferior a do homem (2, 3).

Esta revisão tem como objetivo apresentar os principais aspectos dos infartos hemorrágicos observados nos exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética de cães.

### REVISÃO DE LITERATURA

A hemorragia intracraniana é um distúrbio causado pelo extravasamento de sangue para o interior do parênquima encefálico, ou suas adjacências e pode resultar em rápida disfunção

cerebral, geralmente por alteração no volume cerebral, denominado efeito de massa. Pode ser classificada como epidural, subdural, subaracnóide, intraparenquimal (primária ou secundária) ou intraventricular. Em cães, o local mais comum de ocorrência de hemorragia é intraparenquimal. Quando o sangramento é suficientemente severo para formar um volume adicional excessivo dentro do sistema nervoso central, os resultados podem ser fatais (4).

O hematoma, formado em virtude da hemorragia intracraniana, causa uma alteração da relação volume/pressão, podendo levar a um aumento da pressão intracraniana (5).

A presença do hematoma leva a edema e a danos neuronais do parênquima cerebral adjacente. Imediatamente após o evento hemorrágico, há um acúmulo de fluido na região adjacente ao hematoma, resultante da liberação e do acúmulo de proteínas osmoticamente ativas do soro sanguíneo, presentes no coágulo (4). Além disso, o referido edema pode ser resultante do extravasamento de plasma de capilares sanguíneos presentes dentro da lesão, ou na área adjacente em direção ao espaço extracelular cerebral, ou pode ser decorrente de necrose isquêmica compressiva do tecido nervoso adjacente (6).

Acreditava-se que a isquemia ocorria como resultado da compressão mecânica do tecido cerebral adjacente pelo hematoma. Entretanto, estudos recentes em animais e humanos não o confirmaram. Acredita-se que o sangue e os produtos do plasma mediam a maioria dos processos secundários que são iniciados após a hemorragia intracerebral. A morte neuronal na região ao redor do hematoma é predominantemente necrótica, com evidências recentes sugerindo a presença de apoptose, ou seja, morte celular programada (4).

As causas de hemorragias intracerebrais incluem hipertensão, que pode ser secundária a doença renal e hiperadrenocorticismismo (4); mal formação vascular; doença do colágeno vascular; coagulopatias e terapias anticoagulantes; angiopatia amilóide; vasculite; migração parasitária; neoplasia e origem idiopática (6, 7). A hemorragia também pode ocorrer como sequela de infarto (6).

O infarto hemorrágico é caracterizado clinicamente por uma disfunção neurológica focal e assimétrica, apresentando um início agudo ou subagudo. Neste tipo de infarto pode haver progressão dos sinais neurológicos, por um breve período de 24 a 72 horas pelo agravamento da hemorragia (4).

Os sinais clínicos podem se resolver em um período de dias a semanas dependendo da severidade e da localização da lesão (6, 8).

Os sintomas neurológicos decorrentes do infarto hemorrágico dependem da localização do dano vascular (telencéfalo, tálamo, mesencéfalo, tronco encefálico e cerebelo). Geralmente, os sinais clínicos mais apresentados nos animais são déficits neurológicos focais, ataxia, paresia ou paralisia, convulsões, andar em círculos, alterações comportamentais, depressão, perda de consciência e/ou morte (6, 8). Sinais sistêmicos podem ocorrer dependendo da presença de uma doença de base (6).

O exame do líquido cerebrospinal pode sugerir a presença de uma hemorragia recente por meio da presença de xantocromia (4), verificada quando o líquido apresenta-se com uma coloração amarelada decorrente da transformação da hemoglobina em pigmentos hematogênicos. O líquido cerebrospinal pode revelar um aumento da proteína e pleocitose neutrofílica ou mononuclear (4, 6). Além disso, na maioria dos casos, o líquido cerebrospinal pode apresentar uma pressão elevada, observada no momento de sua coleta (6).

As modalidades de imagem utilizadas para avaliação de infartos hemorrágicos incluem cintilografia, angiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética (6). A cintilografia cerebral estática não permite a diferenciação entre os tipos de infarto e outras desordens que levam a um distúrbio da barreira hematoencefálica (6).

A angiografia é o procedimento de escolha na determinação da etiologia de lesões hemorrágicas em humanos, entretanto, esta é raramente utilizada na Medicina Veterinária; diferentemente da tomografia computadorizada e da ressonância magnética que são

modalidades de imagem de grande importância no diagnóstico de acidentes cerebrovasculares com utilização crescente no Brasil (6).

A tomografia computadorizada e a ressonância magnética são métodos de imagem não invasivos e sem sobreposições, que permitem a detecção e avaliação de diversas lesões do sistema nervoso central. Estes fornecem informações a respeito da localização e da extensão da lesão, além de demonstrar a magnitude dos efeitos secundários como, o edema e o efeito de massa. A ressonância magnética apresenta uma qualidade superior na avaliação cerebral, entretanto, este exame apresenta custo elevado (9).

A tomografia computadorizada apresenta uma especificidade de aproximadamente 100% de identificação de hemorragia intracraniana (1) e é a técnica de imagem inicial para exclusão de hemorragia em humanos (10).

O hematoma apresenta diferentes aspectos tomográficos de acordo com a sua fase de evolução. Na fase aguda (menos de 1 semana de evolução), a hemorragia intracerebral é facilmente reconhecida devido à grande habilidade do sangue em atenuar a radiação. Isto ocorre devido à globina, a fração proteica da hemoglobina que faz com que a imagem tomográfica da hemorragia seja hiperdensa (mais atenuante) em relação ao tecido cerebral normal (2, 6). Além disso, a fibrina é outro fator que colabora com o aumento da densidade tomográfica (2). Esta característica tende a apresentar um aumento da sua atenuação nas primeiras 72 horas (4).

A área hemorrágica, na fase aguda, se apresenta como uma imagem hiperdensa e bem definida (2, 6), apresentando correlação linear entre a atenuação tomográfica e o hematócrito (11).

A densidade da área hemorrágica nesta fase pode apresentar uma variação entre 55 a 95 HU (6) e entre 60 a 80 HU (2). A unidade Hounsfield (HU) representa o valor da densidade do voxel de cada tecido baseada na mensuração do coeficiente de atenuação relativo à água (8).

O edema é visibilizado tomograficamente como uma área hipodensa (menos atenuante em relação ao tecido cerebral normal) nas adjacências da lesão (2, 6) e seu valor correspondente à unidade Hounsfield pode variar entre 10 a 20 (9).

Após a primeira semana de duração (fase subaguda), há uma diminuição da densidade tomográfica do hematoma, apresentando um valor de unidade Hounsfield variando entre 40 a 60 (6).

Durante as semanas após o evento agudo, a atenuação do hematoma diminui em uma média de 0,7 a 1,5 HU por dia, devido à reação química que leva a quebra das moléculas de globina (2). Com o tempo, geralmente um mês após o evento hemorrágico, a hemorragia se torna isodensa ao tecido cerebral normal e potencialmente imperceptível (2, 4, 6).

Com relação à ressonância magnética, o aspecto da imagem da hemorragia intracraniana é dependente de vários fatores intrínsecos (tempo de evolução, origem, tamanho e localização da hemorragia) e extrínsecos (sequência de pulso e campo de força). Dentro das primeiras 24 horas, assim como qualquer fluido com alta fração de proteína, a hemorragia intracraniana é relativamente isoíntensa na sequência T1-weighted e hiperíntensa nas imagens T2-weighted, devido à presença de oxihemoglobina intracelular. Após as primeiras 24 horas, o acúmulo de deoxihemoglobina dentro dos eritrócitos leva o hematoma a apresentar um aspecto isoíntenso a hipointenso em T1-weighted e hipointenso em T2-weighted. Por volta do quarto dia do evento hemorrágico, a deoxihemoglobina é oxidada em metahemoglobina no eritrócito íntegro, demonstrando hiperintensidade em T1 e hipointensidade em T2, devido aos efeitos paramagnéticos da metahemoglobina. A partir do sétimo dia ocorre a lise do eritrócito e a saída da metahemoglobina para o espaço extracelular, representado pela hiperintensidade em T1 e T2-weighted. Na sequência de T1-weighted a hemorragia apresenta uma hiperintensidade em formato de “anel”. No hematoma com mais de 14 dias de duração há um

infiltrado de macrófagos no tecido cerebral adjacente. Estes são responsáveis pela fagocitose de ferro da metahemoglobina extracelular. A deposição de ferro, assim como de hemossiderina e ferritina na periferia do infarto, encurta a relaxação de T2-weighted. O centro do hematoma eventualmente colapsa ou é preenchido por líquido cerebrospinal, que é hipointenso em T1-weighted e hiperintenso em T2-weighted (figura 1) (8).

A sequência “gradient-echo” (GRE) é a sequência de ressonância magnética mais acurada na determinação da hemorragia. Comparado com outras sequências, o GRE demonstra hipointensidade facilmente reconhecível independentemente do tempo de evolução, da origem e da localização da hemorragia, ou do campo de força. Entretanto, a hipointensidade na sequência GRE não é específica para hemorragia e pode ser observada em calcificações, ar, ferro, corpos estranhos e melanina. Contudo, calcificações, ar e muitos corpos estranhos são também hipointensos em outras sequências (5).

Tanto na tomografia computadorizada quanto na ressonância magnética, a intensificação de contraste pode ocorrer quando há um dano suficiente na barreira hematoencefálica, permitindo o extravasamento de meio de contraste. A captação de contraste pode ocorrer em menos de 24 horas da hemorragia, entretanto, esta não se torna máxima até o sétimo dia (8). A intensificação de contraste não é verificada na fase aguda da hemorragia devido à diminuição da perfusão sanguínea (4, 6, 12). Essa característica pode ser evidenciada a partir do sexto dia e se estender até a sexta semana (4, 6). Por volta de uma semana após o evento hemorrágico, o efeito em “anel”, visibilizado como uma margem intensificada na periferia da lesão, pode ser observado em decorrência da neovascularização na periferia do hematoma (2,6) e de distúrbios na barreira hematoencefálica na cápsula vascularizada (2).

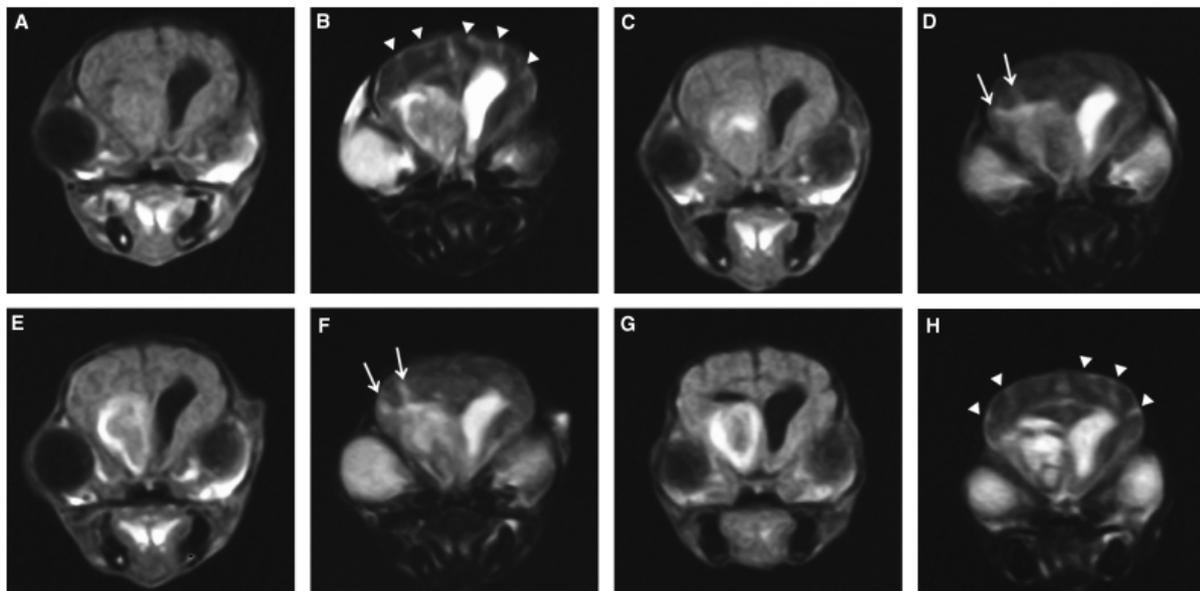


Figura 1. Imagens transversais de ressonância magnética de uma hemorragia cerebral em um cão. Há uma grande massa no lobo frontal direito. A massa se apresenta isointensa na sequência T1-weighted (A) e discretamente hiperintensa em T2-weighted (B), uma hora após a injúria. A intensidade do sinal aumenta gradualmente na periferia da massa nas imagens de T1-weighted (C: dia 3, E: dia 5, G: dia 14). As imagens de T2-weighted (D: dia 3, F: dia 5) demonstram uma área hipointensa no centro da massa; no dia 14 (H), a massa é hiperintensa na região central e hipointensa na porção periférica. O edema (setas pequenas) apresenta um crescimento por volta do dia 2 e diminuição no dia 14 nas imagens de T2. Os giros e os sulcos cerebrais (setas) são indistintos do dia 2 a 6, mas visível novamente por volta do dia 14. Fonte: Tamura et al. (13).

Na fase crônica, a intensificação de contraste apresenta um padrão variável (2, 13).

O efeito de massa secundário ao hematoma, verificado como um deslocamento da falx cerebral e/ou assimetria ventricular, pode persistir por até 17 dias após pequenos hematomas e até mais tarde em grandes hemorragias (3). De acordo com outros autores, o efeito de massa em hematomas permanece por até 28 dias (11).

Avaliando-se o desvio da falx cerebral em pacientes humanos com hemorragia intracerebral, foi observado que todos os casos de progressão inicial estavam associados ao aumento do hematoma, e os casos com progressão tardia do efeito de “massa” foram relacionados com o desenvolvimento de edema. Esta última progressão está mais propensa a ocorrer em casos de hematomas iniciais de grandes dimensões (14).

O efeito de massa persiste por um período de tempo maior em casos de hemorragia cerebral em comparação com o infarto isquêmico (3). O edema pode aumentar em dimensões até 4 a 5 dias em casos de hemorragias intracranianas (6). Geralmente, o edema persiste por 5 dias, entretanto, em algumas instâncias, este pode perdurar por 2 semanas (2).

No exame de ressonância magnética sequencial de um cão com hematoma intracraniano, o edema foi considerado moderado na fase hiperaguda da hemorragia (aproximadamente 1 hora), se tornando severo há aproximadamente 24 horas após o evento hemorrágico (fase aguda) e permanecendo desta forma até o décimo quarto dia (fase crônica) (13).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tomografia computadorizada e a ressonância magnética são métodos de imagem que permitem a detecção e a avaliação de diversas lesões do sistema nervoso central. Estes exames não invasivos fornecem informações a respeito da localização, extensão e magnitude dos efeitos secundários das alterações tais como, o edema e o efeito de massa. Dessa forma, as imagens obtidas na tomografia computadorizada e na ressonância magnética auxiliam no diagnóstico de infartos hemorrágicos, de grande importância para o prognóstico e tratamento de animais.

## REFERÊNCIAS

1. Berg JM, Joseph RJ. Cerebellar infarcts in two dogs diagnosed with magnetic resonance imaging. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2003;39:203-7.
2. Dennler M, Lange EM, Schmied O, Kaser-Hotz B. Imaging diagnosis – Metastatic hemangiosarcoma causing cerebral hemorrhage in a dog. *Vet Radiol Ultrasound.* 2007;48:138-40.
3. Dolinskas CA, Bilaniuk LT, Zimmerman RA, Kuhl DA. Computed tomography of intracerebral hematomas, I: transmission, CT observations on hematoma resolution. *Am J Roentgenol.* 1977;129:681-8.
4. Platt SR. Cerebrovascular disease in dogs. In: *Proceedings of the Annual Congress of the World Small Animal Veterinary Association; 2006, Praga. Praga: WSAVA; 2006. p. 542-7.*
5. Garosi LS. Cerebrovascular disease in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2010;40:65-79.

6. Tidwell AS, Mahony OM, Moore RP, Fitzmaurice SN. Computed tomography of an acute hemorrhagic cerebral infarct in a dog. *Vet Radiol Ultrasound*. 1994;35:290-6.
7. Hecht S, Adams WH. MRI of brain disease in veterinary patients part 2: acquired brain disorders. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2010;40:39-63.
8. Thomas WB, Sorjonen DC, Scheuler RO, Kornegay JN. Magnetic resonance imaging of brain infarction in seven dogs. *Vet Radiol Ultrasound*. 1999;37:345-50.
9. Tucker RL, Gavin PR. Brain imaging. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 1996; 26:735-58.
10. Wessmann A, Chandler K, Garosi L. Ischaemic and haemorrhagic stroke in the dog. *Vet J*. 2009;180:290-303.
11. Mutlu N, Berry RG, Alpers BJ. Massive cerebral hemorrhage: clinical and pathologic correlations. *Arch Neurol*. 1963;8:644-61.
12. Garosi LS. Advance diagnostic imaging in cerebrovascular accident. In: International Congress of the Italian Association of Companion Animal Veterinarians; 2009, Rimini. Rimini: SCIVAC; 2009. p.28-30.
13. Tamura S, Tamura Y, Tsuka T, Kazuyuki U. Sequential magnetic resonance imaging of an intracranial hematoma in a dog. *Vet Radiol Ultrasound*. 2006;47:142-4.
14. Zazulia AR, Diringner MN, Derdeyn CP, Powers WJ. Progression of mass effect after intracerebral hemorrhage. *Stroke*. 1999;30:1167-73.

**Recebido em: 12/08/10**

**Aceito em: 08/03/12**