

DIAGNÓSTICO DA HIDROCEFALIA EM ANIMAIS PELA ULTRASSONOGRAFIA, TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Alexandra Frey Belotta¹
Vânia Maria de Vasconcelos Machado²
Luiz Carlos Vulcano³

RESUMO

A hidrocefalia é caracterizada por um distúrbio na circulação do fluido cerebrospinal (FCS) que leva ao aumento do volume de líquido e consequente dilatação do sistema ventricular cerebral. O diagnóstico definitivo é realizado por métodos de imagem como a radiografia, ultrassonografia (US), tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM). Métodos de mensuração quantitativa dos ventrículos foram propostos por diversos autores para a detecção de ventriculomegalia por US, TC e RM. A US constitui-se de um método confiável, pouco oneroso e não invasivo. Entretanto, apenas pode ser utilizada em animais com fontanelas abertas quando se deseja uma boa resolução das imagens. A TC e RM são excelentes métodos para a obtenção de imagens seccionais, sem sobreposição de estruturas e com maior diferenciação entre tecidos moles. A RM torna-se mais vantajosa em relação à TC por permitir a obtenção de informação anatômica mais detalhada e da composição do cérebro hidrocefálico.

Palavras-chave: hidrocefalia; animais; diagnóstico por imagem.

HIDROCEPHALUS DIAGNOSIS IN ANIMALS USING ULTRASONOGRAPHY, COMPUTERIZED TOMOGRAPHY AND MAGNETIC RESONANCE

ABSTRACT

Hydrocephalus is characterized by a disturbance in cerebrospinal fluid circulation, which leads to increased CSF volume and, as a consequence, enlarged cerebral ventricular system. The definitive diagnosis in live animals is accomplished by imaging methods such as radiography, ultrasonography (US), computerized tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI). Methods for quantitative measurement of the ventricles have been proposed by several authors for the detection of ventriculomegaly using US, CT and MRI. US is a reliable, inexpensive and noninvasive technique for the detection of ventricular enlargement. However, can only be used in animals with open fontanelles to acquire good image resolution. CT and MRI are excellent methods for obtaining cross sectional images without overlapping structures and have greater differentiation between soft tissue. MRI becomes advantageous compared to CT while allows to obtain more detailed anatomical information and the composition of the hydrocephalic brain.

Keywords: hydrocephalus; animals; imaging diagnosis.

DIAGNÓSTICO DE HIDROCEFALIA EN ANIMALES MEDIANTE EL USO DE ECOGRAFÍA, TOMOGRAFÍA COMPUTADA Y RESONANCIA MAGNÉTICA

¹ Residente Área de Diagnóstico por Imagem do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, FMVZ – UNESP - Botucatu

² Docente do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, FMVZ – UNESP – Botucatu

³ Professor Titular do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, FMVZ – UNESP - Botucatu

RESUMEN

La hidrocefalia se caracteriza por una alteración en la circulación del líquido cefalorraquídeo que lleva el aumento de volumen de este y a la consecuente dilatación del sistema ventricular cerebral. El diagnóstico definitivo se realiza a través de métodos de imagen como la radiografía, la ecografía, la tomografía computada (TC) y la resonancia magnética (RM). Han sido propuestos varios métodos de medición cuantitativa de los ventrículos para la detección de ventriculomegalia por ecografía, TC y RM. La ecografía es una técnica confiable, barata y no invasiva para la observación de la dilatación ventricular. Sin embargo, solamente se obtiene buena resolución de imagen en animales cuyas fontanelas están abiertas. La TC y la RM son métodos excelentes para obtener imágenes de cortes transversales, sin superposición de estructuras y una mayor diferenciación entre los tejidos blandos. La RM tiene más ventajas en relación a la TC, ya que permite la obtención de información anatómica detallada y de la composición del cerebro hidrocefálico.

Palabras claves: hidrocefalia, animales, diagnóstico por imagen.

INTRODUÇÃO

A hidrocefalia é o resultado de um distúrbio na dinâmica circulatória do fluido cerebrospinal (FCS) e caracteriza-se pelo aumento do volume do FCS e conseqüente dilatação dos ventrículos cerebrais (1).

A hidrocefalia congênita é a forma mais comumente encontrada na rotina de pequenos animais e freqüentemente ocorre em cães de raças pequena e miniatura dentro do primeiro ano de vida: Maltês, Yorkshire terrier, Buldogue inglês, Chihuahua, Lhasa apso, Pomerânio, Poodle, Pug, Chowchow e Pequinês são as raças mais relatadas. Gatos são afetados ocasionalmente (2).

Os sinais clínicos mais comumente descritos são ataxia, dificuldade de caminhar, andar em círculos e gagueira (3).

A ultrassonografia constitui um método confiável, pouco oneroso e não invasivo para a constatação de ventriculomegalia quando comparado à tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM) (4). Entretanto, a melhor resolução obtida com a TC é vantajosa em relação à ultrassonografia na diferenciação da ventriculomegalia clinicamente significativa e da variação individual normal.

A TC é um excelente método para a obtenção de imagens seccionais, sem sobreposição de estruturas e com maior diferenciação entre tecidos moles, entretanto, várias estruturas não são visibilizadas diretamente (5).

A RM permite a obtenção de informação anatômica detalhada e da composição do cérebro hidrocefálico, como os danos causados à substância branca (6).

REVISÃO DE LITERATURA

De Lahunta e Glass (7) classificaram a hidrocefalia como compensatória ou obstrutiva e, esta última, em adquirida ou congênita. Na hidrocefalia compensatória, uma enfermidade ocasiona a perda de parênquima encefálico e o volume do FCS aumenta ocupando o local dessa ausência de tecido sem que haja aumento da pressão do FCS. Alguns exemplos incluem hidranencefalia e a diarreia viral bovina que ocasiona hipoplasia e atrofia cerebelar. A hidrocefalia obstrutiva ocorre devido à obliteração do fluxo ou ausência de absorção de FCS gerando aumento da pressão do FCS e dilatação do sistema ventricular. Algumas causas de hidrocefalia obstrutiva adquirida incluem neoplasias (sendo os meningiomas mais comuns,

ependinomas, meduloblastomas, entre outros), hemorragia intracraniana, infecção/inflamação do sistema nervoso central e alterações degenerativas em cães. Essas várias alterações podem ocasionar hidrocefalia seja por fibrose das vilosidades da camada aracnóide impedindo a absorção do fluxo do FCS ou pela obstrução mecânica do fluxo.

Regiões anatômicas do sistema ventricular como o forame interventricular, aqueduto mesencefálico, aberturas laterais do quarto ventrículo e espaço subaracnóide, que apresentam diâmetro reduzido, são pontos comuns de obstrução (8).

Raramente, a hidrocefalia adquirida pode resultar de uma superprodução de FCS, como ocorre no papiloma de plexo coróide, comum em humanos (3).

A hidrocefalia obstrutiva congênita está associada a malformações que interferem na circulação ou absorção do FCS e tem sido atribuída à malformação do aqueduto mesencefálico e, raramente, à malformação das vilosidades da camada aracnoide. A primeira está frequentemente associada à fusão dos colículos rostrais e produz um aumento da pressão intraventricular com atrofia do tecido cerebral e distorção dos ossos moles da calvária – cabeça em forma de cúpula (7).

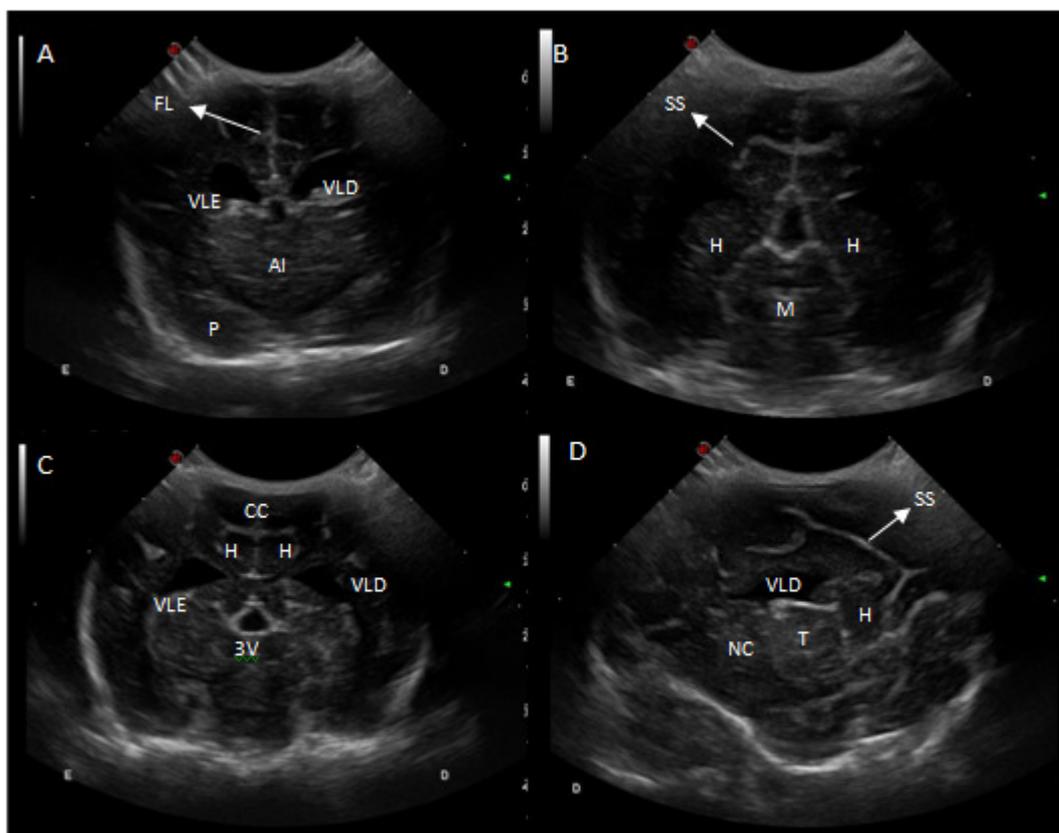
De Lahunta e Glass (7), também dividiram as hidrocefalias em comunicantes (não obstrutivas) – em que há dilatação ventricular secundária a obstrução extraventricular do fluxo de FCS – e não comunicantes – dilatação ventricular devido a uma obstrução intraventricular do fluxo de FCS.

Ultrassonografia

A ultrassonografia como meio diagnóstico utilizado na investigação do encéfalo é rotineiramente empregada em animais jovens, cujas fontanelas permanecem abertas, servindo como janela acústica. Embora seu uso em animais adultos seja restrito devido à barreira proporcionada pelos ossos do crânio, Lorigados (5) concluiu que o exame pode ser realizado utilizando como janela acústica os ossos temporal e parietal, entretanto com resolução inferior das imagens. Estruturas como os ventrículos laterais e o terceiro ventrículo, o tecido cerebral com seus sulcos, a fissura longitudinal, corpo caloso, plexo coróide, núcleo caudado, vermis e o tentório do cerebelo foram passíveis de visibilização (9).

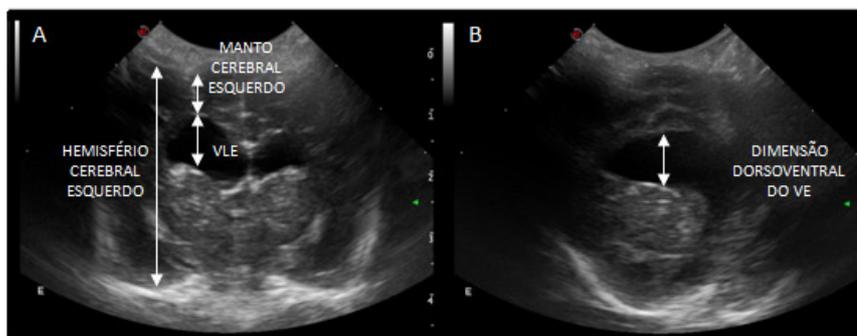
Alguns animais podem apresentar aumento de volume mínimo nos planos descritos para medida, mas ventrículos muito aumentados em outras áreas, como a parte caudal do corno central e o corno temporal (10). Entretanto, a ventriculomegalia não deve ser sempre igualada à hidrocefalia clinicamente significativa. As diferenças raciais e a gravidade dos sinais clínicos devem ser consideradas (11).

Vários métodos foram propostos por diferentes autores para mensurar quantitativamente os ventrículos laterais. De acordo com Hudson et al. (9), os ventrículos laterais são considerados aumentados quando sua altura excede, em corte transversal, na altura da aderência intertalâmica ou caudalmente, 0,35cm no seu eixo dorsoventral; quando excedem 0,19cm a relação ventrículo-hemisfério ou quando excedem 0,25cm a relação ventrículo-manto. Em corte sagital, a altura ventricular lateral não deve exceder 0,14cm. Spaulding e Sharp (10), classificaram como ventriculomegalia moderada quando a relação entre a medida dorsoventral do ventrículo lateral e a medida dorsoventral do cérebro encontram-se entre 15% e 25% e, como ventriculomegalia grave, quando a relação resulta acima de 25%.



FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Figura 1. Anatomia ultrassonográfica transcraniana de Pinscher, 3A, F, com hidrocefalia discreta. A) Corte transversal realizado na altura do tálamo; B) Corte transversal com o feixe apontando caudalmente para demonstrar o mesencéfalo; C) Sonograma realizado na altura da hipófise; D) Corte parasagital direito (FL: fissura longitudinal, SS: sulco esplenial do lado direito, VLE/D: ventrículo lateral esquerdo/direito, AI: aderência intertalâmica, P: lobo piriforme, H: hipocampo, M: mesencéfalo, CC: corpo caloso, 3V: terceiro ventrículo; NC: núcleo caudado).



FMVZ – UNESP – BOTUCATU

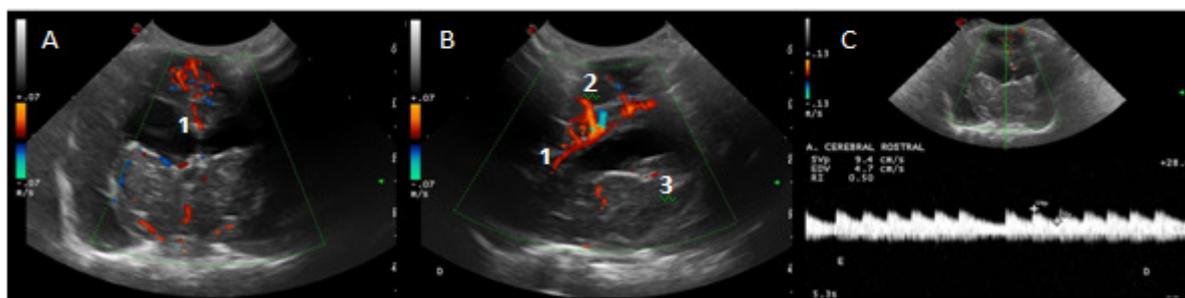
Figura 2. Yorkshire, 5M, hidrocefalia assimétrica de ventrículos laterais. A) Corte transversal: relação ventrículo-manto esquerdo e relação entre a dimensão dorsoventral do VE (ventrículo esquerdo) para a dimensão dorsoventral do hemisfério cerebral esquerdo; B) Corte parasagital: dimensão dorsoventral do VLE (ventrículo lateral esquerdo).

Em humanos, diversos vasos cerebrais foram mapeados e seus parâmetros caracterizados utilizando a ultrassonografia Doppler transcraniana. Entretanto, na Medicina Veterinária, existem poucos relatos em uma população limitada de pacientes (12). O índice de resistividade (IR) normal, de acordo com Seo et al. (12), varia entre $0,55 \pm 0,04$, sendo que não há diferença significativa entre as artérias cerebrais rostral e caudal.

Hudson et al. (9), realizaram ultrassonografia Doppler das artérias cerebral rostral, cerebral média e carótida interna de 19 cães neonatos e a maioria dos IR permaneceram entre 0,6 e 0,7 e não excederam 0,86.

O círculo arterioso dos cães, também conhecido como círculo de Willis, é suprido por três fontes: lateralmente pelas artérias carótidas internas (ramos terminais das artérias carótidas comuns) e caudalmente pela artéria basilar, que origina-se da união das artérias vertebrais. Dos ramos rostrais da artéria carótida interna, emergem as artérias cerebrais rostral e média (13).

Em estudo realizado por Saito et al. (14), verificou-se que o IR da artéria basilar era mais elevado em cães com hidrocefalia clínica quando comparado aos cães com hidrocefalia assintomática e, cães assintomáticos, com ventriculomegalia grave e IR elevado, mais tarde desenvolveram sinais clínicos. O aumento do IR ocorre devido a uma redução do fluxo sanguíneo no cérebro, cerebelo e tronco encefálico.



FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Figura 3. US Doppler colorido no corte transversal (A) e parassagital direito (B): 1-artéria cerebral rostral; 2-ramos calosos; 3-porção da artéria carótida interna. C) US Doppler espectral demonstrando índice de resistividade normal (0,5) da artéria cerebral rostral em cão com hidrocefalia clínica aguda.

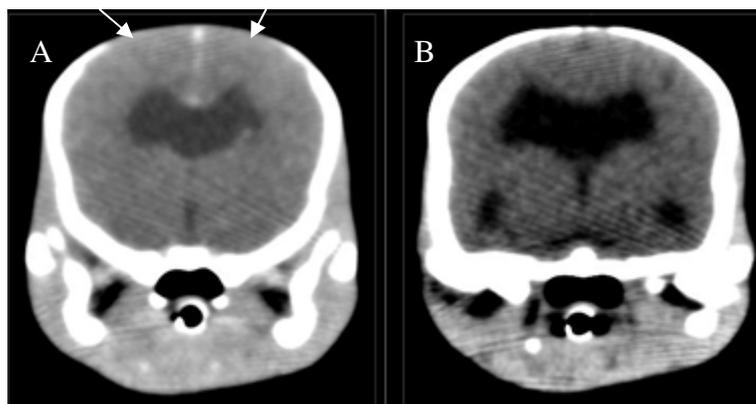
Carvalho et al. (4), ao realizarem ultrassonografia transcraniana em 32 cães com hidrocefalia diagnosticada ao modo B, observou que o IR reduzia de acordo com a melhora no estado clínico do animal, após medicação. Não houve alterações ao modo B em relação à melhora do paciente. As artérias cerebrais rostral, média e caudal foram mapeadas nos dois hemisférios em duas ocasiões: antes do tratamento clínico e após 30 dias de terapia com diuréticos e corticóides. Desse modo, a autora concluiu que o dúplex Doppler transcraniano é um método de avaliação hemodinâmica capaz de monitorar mais precisamente o tratamento da hidrocefalia em cães e verificar a resposta dos pacientes pelo IR das artérias cerebrais.

Tomografia computadorizada e ressonância magnética

A maioria das pesquisas relacionadas a hidrocefalia encontradas na literatura utilizam a RM como método diagnóstico. Alguns estudos tomográficos e de ressonância envolvendo a hidrocefalia experimental em cães e ratos foram encontrados na literatura médica simulando o aumento da pressão do FCS e do volume ventricular após injeção de caulin ou outros agentes na cisterna magna. É de consenso geral que, apesar do possível diagnóstico da hidrocefalia pela ultrassonografia, a TC e a RM tornaram atualmente o diagnóstico da doença mais simples, revelando, em algumas ocasiões, a própria causa da obstrução liquórica. Permitem a visualização de anomalias congênitas (como a avaliação da extensão da atrofia cerebral), e lesões focais como massas intracranianas e processos traumáticos que possam levar à hidrocefalia.

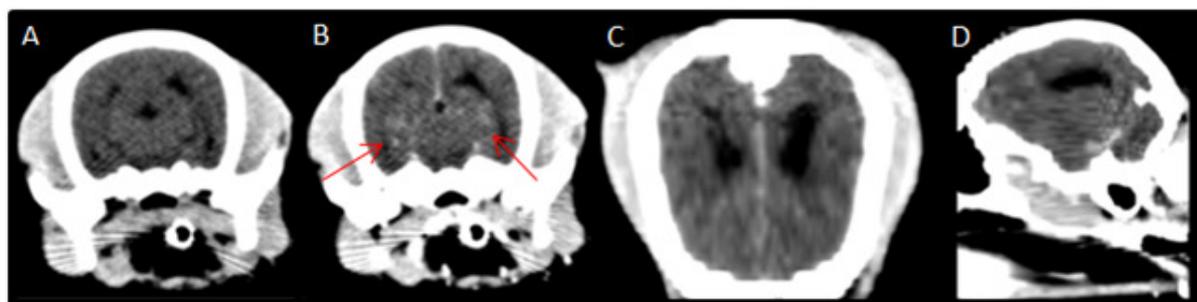
Os ventrículos laterais, terceiro e quarto ventrículos são bem definidos na tomografia computadorizada enquanto o aqueduto mesencefálico é pequeno demais para ser demonstrado. O FCS possui valores de absorção discretamente reduzidos em relação ao tecido

cerebral circundante e, portanto, sem qualquer alteração, o sistema ventricular aparece como áreas hipodensas circunscritas pela coloração hiperdensa do tecido cerebral (15).



FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Figura 4. TC. Onça, 45d, hidrocefalia congênita. A) Severa descontinuidade óssea de temporal bilateral (setas); B) Dilatação moderada de ventrículos laterais.



FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Figura 5. TC. Cão com suspeita de encefalite. A) Corte transversal do encéfalo na altura da hipófise antes e B) após a administração de meio de contraste com captação difusa (setas vermelhas). C) Corte dorsal e D) sagital demonstrando ventriculomegalia discreta.

De acordo com o local do sistema ventricular que encontra-se dilatado e a presença ou ausência de assimetria dos ventrículos laterais, pode-se sugerir a localização anatômica da lesão que está causando a ventriculomegalia: dilatação de apenas um dos ventrículos laterais pode sugerir uma lesão focal obstrutiva em topografia de forame interventricular ipsilateral, assim como dilatação apenas dos ventrículos laterais indica obstrução caudal ao terceiro ventrículo. Quando o terceiro ventrículo está dilatado, a lesão provavelmente situa-se em topografia do aqueduto mesencefálico e, quando inclusive o quarto ventrículo dilata-se, ocorre obstrução das aberturas laterais ou caudal a elas (16).

Garcia (17), por meio da TC realizou mensuração dos ventrículos laterais, terceiro ventrículo e volume ventricular total em 50 cães de diversas raças (a maioria deles Cocker e Golden Retriever). As médias encontradas foram: 463,93mm³ para o volume ventricular lateral direito, 535,87mm³ para o volume ventricular lateral esquerdo, 110,54mm³ para o volume do terceiro ventrículo e 1110,50mm³ para o volume ventricular total. A assimetria ventricular esteve presente em 62% dos cães, revelando um aumento predominante do ventrículo esquerdo. Outros autores também documentaram a assimetria dos ventrículos laterais como sendo normal (9, 17).

Nam et al. (18) realizaram mensurações da relação entre a altura do ventrículo em relação à altura do cérebro, da relação entre a área do ventrículo em relação à área do cérebro e do volume do ventrículo em relação ao volume cerebral em cães maltês com e sem hidrocefalia pela RM ao nível da aderência intertalâmica. Enquanto nos animais sadios as medidas foram menores que 15%, 7% e 5%, respectivamente; nos hidrocefálicos foram

maiores que 30%, 17% e 16%, respectivamente, o que significa que os três métodos são excelentes para a avaliação de hidrocefalia pela RM. Entretanto, outros estudos são necessários para investigar os valores de referência para outras raças.

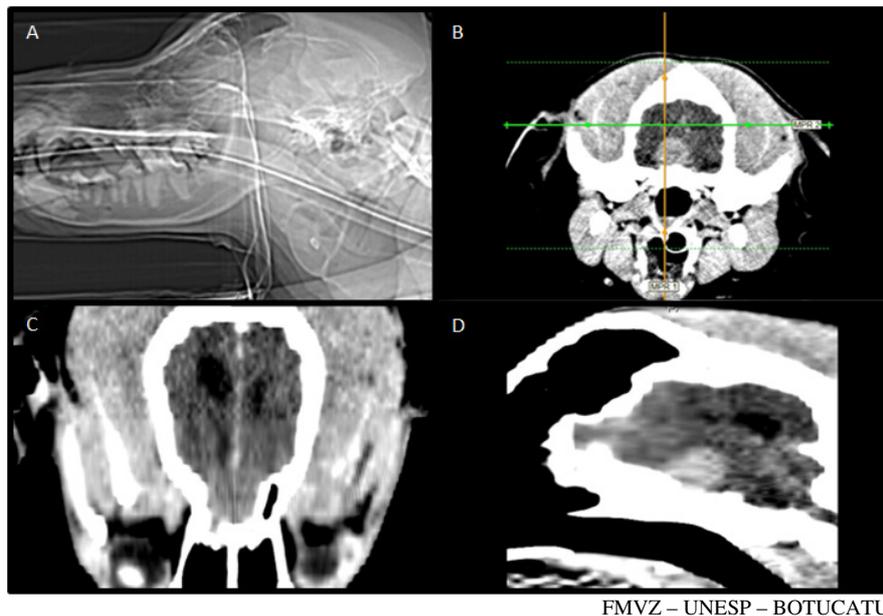


Figura 6. TC. Bernese Mountain Dog, 7A, F, suspeita de Histiocitoma maligno. A) Scout; B) Estrutura hiperdensa com realce após administração de contraste localizada em topografia de hipófise e estendendo-se para a direita levando a compressão do corno rostral do VLD e dilatação assimétrica; C) Corte dorsal e D) Corte parassagital direito: dilatação moderada do corno caudal do VLD.

Em condições normais, na RM, o sistema ventricular preenchido por FCS aparece hipointenso (escurido) na sequência de relaxamento T1 e hiperintenso (esbranquiçado) na sequência de relaxamento T2. A capacidade da RM de fornecer cortes anatômicos em múltiplos planos e com detecção de diferenças sutis nos tecidos permite uma avaliação mais precisa do sistema ventricular (8) e a torna ideal para a detecção antecipada de neoplasias precoces e quando a resolução de contraste de tecidos moles deve ser altamente detalhada (17). A RM também é superior à TC para definição de estenose do aqueduto mesencefálico e fusão do colículo rostral em casos de hidrocefalia obstrutiva congênita (19).

As encefalites e meningites, que podem levar à hidrocefalia devido à redução da absorção do FCS, costumam aparecer mais evidentes na sequência de relaxamento T2 e, na sequência FLAIR, como áreas de hiperintensidade multifocais no parênquima ou como um sinal hiperintenso na superfície do cérebro após administração de contraste. As neoplasias, que podem causar obstrução mecânica do fluxo, apresentam-se com variados aspectos: o meningioma (tumor cerebral mais comum em cães e gatos) geralmente aparece iso ou hipointenso na sequência de relaxamento T1 e com captação de contraste posterior (8).

Hidrocefalia ex-vácuo

A hidrocefalia ex-vácuo - ou hidrocefalia externa - se refere ao aumento discreto ou não das dimensões ventriculares, secundário à perda de parênquima cerebral (8) e com a maior parte do FCS localizado no espaço subaracnóide circunscrivendo os giros cerebrais (20). A dinâmica do FCS responsável pelo desenvolvimento da hidrocefalia ex-vácuo ainda não foi elucidada, mas acredita-se que possa ocorrer como uma consequência da hidrocefalia interna severa (2). Em humanos, está frequentemente associada à macrocefalia em crianças como uma síndrome congênita, mas também foi relatada em adultos secundária à hemorragia subaracnóide. Na literatura são relatados sintomas neurológicos discretos e evolução favorável do quadro após tratamento (2, 20).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos de diagnóstico por imagem constituem a melhor ferramenta para a detecção da hidrocefalia em animais *in vivo*. Dentre eles, a US é o menos oneroso e não invasivo capaz de visibilizar ventriculomegalia em animais com fontanela aberta e mensurá-la. Apesar de existirem, na literatura, diversos experimentos buscando a padronização das mensurações ventriculares - em malteses, yorkshires, beagles, pastores alemão, cockers e goldens retriever com e sem hidrocefalia -, uma grande dificuldade no diagnóstico da hidrocefalia por meio dos cortes transversais de imagem seria a diferenciação entre variação normal do indivíduo e ventrículos laterais aumentados anormalmente. Portanto, mais estudos com maior número de amostragem e em outras raças, avaliados de acordo com peso e faixa etária, são necessários.

A TC e RM se tornam superiores à US no que diz respeito à possibilidade de serem realizados em animais com fontanelas fechadas, sem que haja perda de resolução da imagem por artefatos e na capacidade de realizar múltiplos cortes impedindo a sobreposição de estruturas. Portanto, permitem uma melhor definição dos ventrículos e possível visibilização da causa da obstrução líquórica, em alguns casos.

Apesar de ser uma modalidade diagnóstica restrita a poucas instituições e hospitais veterinários particulares no Brasil, a maioria dos artigos encontrados na literatura estrangeira utilizaram a RM, o que demonstra ser um método acessível em países desenvolvidos. Apresenta maior sensibilidade na resolução de contraste de tecidos moles permitindo a avaliação de estruturas como aqueduto mesencefálico e colículos rostrais, que frequentemente encontram-se alterados na hidrocefalia obstrutiva congênita. Também possui maior importância na definição das relações anatômicas de um tumor e estruturas normais envolventes bem como para a detecção de áreas sugestivas de inflamação do parênquima cerebral e meninges – causas comuns de hidrocefalia adquirida.

REFERÊNCIAS

1. Vite CH, Braund KG. Braund's clinical neurology in small animals: localization, diagnosis and treatment [Internet]. Ithaca: International Veterinary Information Service; 2004 [cited 2002 Jan 24]. Available from: http://www.ivis.org/special_books/braund/jones/ivis.pdf
2. Dewey CW. External hydrocephalus in a dog with suspected bacterial meningoencephalitis. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2002;38:563-7.
3. Mandara MT, Pavone S, Vitellozzi G. Internal hydrocephalus and associated periventricular encephalitis in a young fox. *Vet Pathol.* 2007;44:713-6.
4. Carvalho CF, Chammas MC, Andrade Neto JP, Jimenez CD, Diniz AS, Cerri GG. Transcranial duplex doppler in dogs with hydrocephalus. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2010;62:54-63.
5. Lorigados CAB. Utilização da ultra-sonografia modo B e da tomografia computadorizada no estudo do encéfalo de cães adultos [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2008.
6. Del Bigio MR, Crook CR, Buist R. Resonance imaging and behavioral analysis of immature rats with kaolin-induced hydrocephalus: pre and postshunting observations. *Exp Neurol.* 1997;148:256-64.

7. De Lahunta A, Glass E. Cerebrospinal fluid and hydrocephalus. In: Veterinary neuroanatomy and clinical neurology. 3^a ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2009. p.67-76.
8. Gavin PR, Bagley RS. Diagnosis of intracranial disease. In: Bagley RS, Gavin PR, Holmes SP. Practical small animal MRI. Ames: Wiley-Blackwell; 2009. p.54-97.
9. Hudson JA, Simpson ST, Buxton DF, Cartee RE, Steiss JE. Ultrasonographic diagnosis of canine hydrocephalus. *Vet Radiol Ultrasound*. 1990;31:50-8.
10. Spaulding KA, Sharp NJH. Ultrasonographic imaging of the lateral cerebral ventricles in the dog. *Vet Radiol Ultrasound*. 1990;31:59-64.
11. Hudson JA, Cox N. Nervous system. In: Penninck D, D'anjou M. Atlas of small animal ultrasonography. Iowa: Blackwell Publishing; 2008. p.14-9.
12. Seo M, Choi H, Lee K, Choi M, Yoon J. Transcranial doppler ultrasound analysis of resistive index in rostral and caudal cerebral arteries in dogs. *J Vet Sci*. 2005;6:61-6.
13. Carvalho CF, Dupré ASA, Perez RB. Ultrassom doppler transcraniano. In: Carvalho CF. Ultrassonografia doppler em pequenos animais. São Paulo: Roca; 2009. p.159-77.
14. Saito M, Olby NJ, Spaulding KA, Munana K, Sharp NJH. Relationship among basilar artery resistance index, degree of ventriculomegaly, and clinical signs in hydrocephalic dogs. *Vet Radiol Ultrasound*. 2003;44:667-94.
15. Potts DG, Gomez DG. Radiological studies of cerebrospinal fluid and hydrocephalus. *Exp Eye Res*. 1977;25:377-85.
16. Hecht S, Adams WH. MRI of brain disease in veterinary patients part 1: Basic principles and congenital brain disorders. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2009. 40:21-38.
17. Garcia BMF. Medição do volume do sistema ventricular cerebral em cães mesocefálicos [tese]. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa; 2010.
18. Nam JW, Choi CB, Woo DC, Ryu KN, Kang EH, Chang HS, et al. Evaluation of hydrocephalic ventricular alterations in maltese dogs using low field MRI. *Intern J Appl Res Vet Med*. 2011;9:58-67.
19. Nycamp S, Scrivani P, De Lahunta A, Yu-Speight A. Chronic subdural hematomas and hydrocephalus in a dog. *Vet Radiol Ultrasound*. 2001;42:511-4.
20. Dewey CW, Coates JR, Ducoté JM, Stefanacci JD, Walker MA, Marino DJ. External hydrocephalus in two cats. *J Am Anim Hosp Assoc*. 2003;39:567-72.

Recebido em: 28/05/12

Aceito em: 30/01/13