Investigação

A ECOCARDIOGRAFIA NA CLÍNICA VETERINÁRIA DE PEQUENOS ANIMAIS: ROTEIRO PRÁTICO PARA GRADUANDOS EM ESTÁGIO

PRACTICAL REPORT FOR STUDENTS UNDERGOING PROFESSIONAL INTERNSHIP IN SMALL ANIMAL ECHOCARDIOGRAPHY

M.V. MSc. André L. V. Conrado^{1*}, DSc. Adriana S. Corredor-Castillo², M.V. MSc. Fernanda Cardoso¹, MSc. Cristiane C. Ramos¹, DSc. Renata G. Fontinele¹, DSc. Carlos E. M. Bruno¹

1 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil.

2 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Jaboticabal, Brasil.

* Autor para correspondência: Pós-graduação em Anatomia Veterinária, Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Avenida Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87, Cidade Universitária, São Paulo, CEP 05508-270, e-mail: andreveigaconrado@gmail.com

RESUMO

A Ecocardiografia é uma das áreas do rol da Imagenologia Veterinária em expansão nas clínicas veterinárias. Nesta revisão são descritas as noções básicas sobre o funcionamento dos equipamentos e a aquisição das imagens, a avaliação anatômica e fisiológica do coração a partir de modalidades de imagens em modo M (movimento) e em Doppler, além das alterações mais comuns observadas em exames ecocardiográficos de cães e gatos. Esta revisão é dirigida principalmente para alunos de Medicina Veterinária em estágio na área de diagnóstico por imagem.

Palavras-chave: Cardiologia de pequenos animais, Doppler, ecocardiografia, estágio, modo M.

ABSTRACT

Echocardiography is one of the areas of the Veterinary Imaging list in expansion in veterinary clinics. In this review it is described the basics of the operation of echocardiography equipment and the acquisition of the images, the anatomical and physiological assessment of heart in M-mode (motion mode) and Doppler images, besides the more common changes seen in echocardiographic examination of dogs and cats. This review is addressed primarily for students of Veterinary Medicine in diagnostic imaging internship.

Keywords: Echocardiography, Doppler, M-mode, small animal cardiology, internship.

INTRODUÇÃO

Nas faculdades de Medicina Veterinária as disciplinas que tem a tarefa de ensinar o raciocínio lógico do diagnóstico por imagem são elencadas como complementares ao diagnóstico clínico e ponto de partida para intervenções cirúrgicas e tratamentos medicamentosos em pacientes tanto de pequeno quanto de grande porte. A radiologia, ultrassonografia, tomografia computadorizada e recentemente a ressonância magnética atraem a atenção dos graduandos pela sua interface entre a anatomia, fisiologia e patologia. Neste elenco também está a ecocardiografia, definida por Abduch (2004) como o estudo de diversas estruturas cardíacas por meio de feixes de ultrassom.

A fim de familiarizar os graduandos em estágio na área de diagnóstico por imagem com a dinâmica da ecocardiografia, foi elaborado um roteiro prático sobre os usos, as referências anatômicas para a aquisição das imagens utilizadas, e as avaliações anatômicas e fisiológicas do coração de cães e gatos.

Por que e quando solicitar o exame ecocardiográfico?

A ecocardiografia é requisitada quando há necessidade de informações sobre a anatomia, morfologia, fisiologia e hemodinâmica do coração (ABDUCH, 2004). De acordo com Henik (2002), o exame ecocardiográfico é indicado para a avaliação diagnóstica e manejo adequado de cães e gatos com suspeita de doença cardíaca congênita; com sopro cardíaco, porém com policitemia ou cianose; com indício de insuficiência cardíaca congestiva esquerda

(edema pulmonar) ou direita (efusão pleural, distensão da veia jugular, ascite); portadores de arritmias cardíacas sem causa definida; com suspeita de doença pericárdica ou neoplasia cardíaca; com suspeita de endocardite bacteriana; raças de cães de grande porte com sopro adquirido (sintomático ou não) e gatos com cardiomiopatia hipertrófica (BRANQUINHO et al., 2010) e com sopro adquirido que sofrem de hipertensão ou hipertireoidismo.

Como funciona o transdutor de ecocardiografia?

O funcionamento dos transdutores ecocardiográficos baseia-se no efeito piezoelétrico, pelo qual cristais de quartzo no interior dos transdutores se expandem ou se contraem quando expostos a um campo elétrico criado pela passagem de corrente elétrica, e a vibração destes cristais cria ondas sonoras (ou ecos) em frequência acima da faixa audível (50-12.000Hz). Os ecos são emitidos e refletidos de volta ao transdutor, e posteriormente convertidos em sinais elétricos que são amplificados e dispostos em um monitor como pontos de brilho variado (OYAMA, 2004).

Os transdutores utilizados em Medicina Veterinária são do tipo setorial e, atualmente, multifrequenciais de 2,5-3,5 MHz para cães adultos e de 4,0-8,0 MHz em cães de pequeno porte, filhotes e gatos (ABDUCH et al., 2014).

Janelas acústicas, planos ou eixos dos cortes ecocardiográficos

As janelas acústicas são os locais em que os transdutores são posicionados no tórax dos animais. Em cães e gatos são representadas pelo terceiro e quarto espaços intercostais direito e esquerdo, cerca de 1 a 2 centímetros do bordo esternal e pelo quinto espaço intercostal esquerdo, na região do ictus (onde é

possível sentir o choque de ponta do coração, correspondente ao sangue sendo ejetado através da aorta) (ABDUCH, 2004; ABDUCH et al., 2014). Nestes locais a ponta do sulco ou a fenda do transdutor (índice) deverão ser direcionadas à base do coração ou cranialmente para se obter a orientação correta (KEALY e Mc ALLISTER, 2005). De acordo com Silva et al. (2004), o sulco deve indicar a borda do plano de imagem à direita do monitor e que a imagem na tela do aparelho de ultrassom é uma imagem em espelho da região examinada.

Definida a posição dos transdutores, os feixes ecográficos fornecem imagens a partir da interação com os tecidos cardíacos, mas durante a execução do exame ecocardiográfico devem ser respeitados os planos de imagem para a aquisição padronizada das imagens ecocardiográficas.

Um plano de imagem que atravessa o ventrículo esquerdo paralelamente ao eixo longitudinal do coração, do ápice à base, é denominado plano paraesternal longitudinal, também chamado de eixo longo (HENIK, 2002).

Um plano que atravessa o ventrículo esquerdo ou a aorta perpendicularmente ao eixo longitudinal do coração é denominado plano paraesternal transversal, ou também conhecido como eixo curto (HENIK, 2002).

Técnica do exame ecocardiográfico

Posicionamento dos pacientes para o exame ecocardiográfico

No ecocardiograma transtorácico não é necessário qualquer preparo anterior do paciente, tal como jejum ou utilização de fármacos. Como os pelos impedem a passagem do feixe de

ultrassom, deve-se realizar a tricotomia em todo o tórax do paciente, em ambos os lados. É necessária a utilização de gel, que atua como condutor, favorecendo a obtenção de imagens com qualidade satisfatória (ABDUCH, 2004).

A maioria dos cães de pequeno e médio porte e gatos posicionados em decúbito lateral apoia seus cotovelos sobre as janelas acústicas. Por isso é essencial ter um assistente (ou estagiário) para conter o paciente e abrir a região axilar para o transdutor. Um método eficaz é pedir para o estagiário segurar o paciente em decúbito lateral, uma das mãos segura o membro torácico ao nível do carpo e, com o punho ou antebraço da mesma mão, faz-se uma pequena pressão sobre o pescoço. Isto reduz a possibilidade de movimentos bruscos da região cervical e torácica durante o exame (BONAGURA e FUENTES, 2015). O antebraço então funciona como uma alavanca, com o cotovelo apoiado na mesa do exame. A outra mão mantém ambos os membros pélvicos presos ao nível do tarso. Em gatos pode-se utilizar o colar elizabetano, contudo, esta conduta não é rotineira nas clínicas (CÔTÉ, 2005).

Entretanto, cães de grande porte podem ser examinados em estação quando a mesa para a ecocardiografia for muito alta ou pequena para o tamanho do cão, ou se a resposta simpática desencadeada no cão pela ansiedade de ser erguido para uma mesa alta for prejudicial para o bem estar do paciente e alterar o resultado do exame ecocardiográfico (CÔTÉ, 2005).

Normalmente são necessários de 45 a 60 minutos para a aquisição das imagens de um ecocardiograma completo. Cerca de 15 a 30 minutos adicionais deverão ser reservados para os casos de maior complexidade (PICARD et al. 2011).

A sedação de cães e gatos para o exame ecocardiográfico

não é rotina nas clínicas diagnósticas no Brasil, mas, se necessário, Côté (2005) traz alguns protocolos de sedação para pacientes não cooperativos (Tabela 1).

Tabela 1: Protocolos de sedação utilizados em cães e gatos não cooperativos durante o exame ecocardiográfico (adaptado de CÔTÉ, 2005).

Pacientes	Protocolos	Contraindicações
Animais jovens, ativos e sem sinais clínicos ou suspeitas clínicas	- dose única de 0,1 a 0,2 mg/kg de Butorfanol e 0,0005 a 0,001 mg/kg de Acepromazina IV; - Butorfanol: Torbugesic® (Zoetis) 10mg/ml IV ou Torbugesic® SA (Zoetis) 2 mg/ml subcutâneo;	- hipotensão, obstrução na via de saída do ventrículo esquerdo, contraindicações da Acepromazina;
Animais adultos e idosos	- uso do Butorfanol como nos protocolos acima, sem a Acepromazina;	
Gatos compensados em que a miocardiopatia hipertrofica obstrutiva esteja entre os diagnósticos diferenciais	- dose única de Medetomidina 20 mcg/kg IM (0,02 mg/kg IM);	- hipertensão sistêmica e bradicardia preexistente;
Gatos irascíveis sem sinais clínicos atribuídos à hipertensão sistêmica	- Quetamina na dose de 0,02 mg/kg; - Medetomidina 1 mg/ml IM (0,1 mg/kg)	

Modalidades das imagens do estudo ecocardiográfico

Ecocardiografia modo-M (movimento)

O movimento das estruturas cardíacas e suas profundidades são representados em um gráfico, no qual o tempo situa-se no eixo X e no eixo Y estão indicados os pontos de intensidade ou brilho variáveis resultantes da reflexão das interfaces dos tecidos. A importância da ecocardiografia em modo-M é a mensuração dos diâmetros das câmaras cardíacas, da movimentação e espessura de suas paredes, das dimensões dos grandes vasos e da movimentação valvar (KIENTLE e THOMAS, 2004). Exemplo desta ferramenta diagnóstica é a explicitada na figura 1, em que a razão entre o diâmetro do átrio esquerdo e da aorta fornece indícios de alteração patológica, neste caso de hipertrofia ventricular. A razão entre esses dois valores é interpretado pelo médico veterinário e quando ultrapassa 1,6 é considerado como sinal patológico tanto em cães como em gatos (BOON, 1999);

Figura 1: Na avaliação em modo-M é possível mensurar o diâmetro da aorta (canto superior direito, sinal +) e do átrio esquerdo de cães e gatos (canto superior direito, sinal x).

Neste caso observa-se que o cão possui relação menor que 1,6; indicando um coração clinicamente sadio.

Ecocardiografia bidimensional

É o estudo do coração em duas dimensões. Refere-se à análise do órgão como um todo e nas relações que as estruturas cardíacas mantêm umas com as outras (Figura 2). Por oferecer uma visão mais anatômica do coração, permite o estudo acurado da morfologia cardíaca, sendo de extrema utilidade quando se trata de anomalias congênitas. Torna-se também útil na diferenciação entre trombos e massas intracardíacas e na análise de regiões de difícil acesso com o ecocardiograma unidimensional (HENIK, 2002);

Figura 2: Imagem ecocardiográfica do corte longitudinal paraesternal esquerdo do coração de um cão. Na ecocardiografia bidimensional é possível observar a aorta (AO), o átrio esquerdo (AE), e os ventrículos direito (VD) e esquerdo (VE).

Doppler

A ecocardiografia Doppler utiliza a mudança na frequência de um feixe de ultrassom que ocorre quando esse é refletido a partir do movimento dos elementos celulares sanguíneos, para medir a velocidade do fluxo sanguíneo. Quando esse é reproduzido graficamente, permite uma avaliação não invasiva de tempo, direção e características do fluxo sanguíneo dentro do coração e dos grandes vasos. No momento de sua utilização, já deve existir um diagnóstico estabelecido e o conhecimento da repercussão hemodinâmica da doença envolvida: a análise dos fluxos servirá apenas para quantificar informações previamente colhidas pelo ecocardiograma bidimensional e modo-M (ABDUCH, 2004; KIENLE, THOMAS, 2004);

Doppler contínuo

Utiliza um transdutor de cristal que transmite e recebe ecos simultaneamente. O som é refletido de todas as profundidades nas quais o raio de luz do ultrassom penetra e a imagem do coração pode ser obtida muito rapidamente, fornecendo informações sobre fluxos anormais (em velocidade ou direção) (ABDUCH, 2004; HENIK, 2002). A vantagem do Doppler contínuo é captar fluxos de qualquer velocidade (MARTÍN, 2008), mas não é possível diferenciar um alvo individualmente nem saber onde ele está em relação ao transdutor, inviabilizando o mapeamento de áreas específicas (Figura 3) (ABDUCH, 2004; HENIK, 2002);

Figura 3: A imagem ecodopplercardiográfica permite avaliar fluxos sanguíneos de alta velocidade e aferir a pressão interna em diferentes regiões do coração, como os registrados no interior do ventrículo direito. Na imagem, a seta indica a região em que é aferida a pressão de saída do ventrículo direito (PSVD).

Doppler pulsado ou espectral

O transdutor emite pulsos de ultrassom em intervalos regulares e recebe o sinal refletido no restante do tempo, comparando-o com aquele transmitido (MARTÍN, 2008). Após a aquisição dos ecos sonoros, o processamento do sinal transforma várias ondas de frequência diferentes num espectro de frequências. O sistema de processamento distribui as frequências de deslocamento Doppler em um gráfico, o espectro de velocidade (CARVALHO et al. 2008). A onda pulsada permite medir uma região específica dentro de um campo de imagem, possibilitando a medida de velocidade do fluxo sanguíneo em uma região específica do coração. Porém, se a velocidade ultrapassar o limite de detecção

do aparelho (limite de Nyquist), uma imagem com barras verticais aparecerá na tela, o que é conhecido como sinal de ambiguidade ou aliasing (Figura 4) (SZATMÁRI et al. 2001). Uma vez que a diferença entre a frequência emitida e a refletida (frequência de deslocamento Doppler) situa-se em uma faixa de frequência audível ao ouvido humano, ela é amplificada e enviada para os autofalantes do aparelho de ecocardiografia (CARVALHO et al. 2008; MARTÍN, 2008). O sinal audível geralmente é interpretado ao mesmo tempo em que a representação gráfica (KIENTLE e THOMAS, 2004). O Doppler pulsado permite estudar uma região pequena e específica (MARTÍN, 2008), possibilita a aferição das velocidades e pressão dos fluxos (MATHIAS JUNIOR, 2013) e é útil na identificação e quantificação de regurgitações valvares, na análise da função diastólica dos ventrículos e na identificação dos shunts presentes em comunicações interatriais, interventriculares e interarteriais (ABDUCH, 2004). Para tanto, é necessário atentar-se para os valores dos fluxos sanguíneos através das valvas cardíacas registrados para cães de porte pequeno (CASTRO et al., 2011); médio (MUZZI et al., 2000) e gatos (CARVALHO et al., 2006) clinicamente saudáveis;

Figura 4: Utilizando-se o Doppler pulsado, é possível registrar as velocidades do fluxo sanguíneo em regiões específicas do coração. Nesta imagem ecodopplercardiográfica observa-se o sinal de ambiguidade ou aliasing (seta amarela) nos intervalos de tempo em que a velocidade ultrapassa o limite de detecção.

Doppler Colorido

Constrói imagens codificadas da velocidade do fluxo sanguíneo em cores superpostas às imagens anatômicas bidimensionais ou em modo-M do coração. Ao contrário de uma única amostra de volume ao longo de um setor lineal, múltiplos sítios de amostras são avaliados simultaneamente, ao longo de múltiplas linhas de varredura. Cada volume de amostra tem sua direção, qualidade (variância) e velocidades médias avaliadas, e são designadas cores para representar essas propriedades (Figura 5).

Essa imagem de velocidade decodificada em cores é então superposta à imagem bidimensional (KIENTLE e THOMAS, 2004). O movimento do fluxo que se desloca em direção ao transdutor é mostrado em vermelho e o fluxo sanguíneo que se distancia do transdutor em azul. A variância é mostrada em verde e indica turbulência (velocidades e direções múltiplas de fluxo sanguíneo). Cor acentuada indica fluxo sanguíneo mais rápido e cor escura indica fluxo sanguíneo mais lento. Como o Doppler colorido é uma forma de Doppler pulsado, há propensão à ambiguidade, mostrada como uma inversão vermelho/azul (HENIK, 2002; MATHIAS JUNIOR, 2013).

Figura 5: Com o uso do modo bidimensional e do Doppler colorido observa-se o refluxo de sangue para o átrio direito, diagnosticado como insuficiência mitral de grau importante.

Cortes principais e medidas ecocardiográficas

As estruturas analisadas pelo ecocardiograma devem ser caracterizadas pelos seguintes critérios: tamanho e função; medições em cortes seccionais e análise com Doppler em suas

diferentes modalidades (PICARD et al. 2011).

Corte paraesternal transverso - plano da valva mitral

Neste corte se observam a valva mitral e seus dois folhetos em corte transversal. O folheto anterior localiza-se na parte de cima da tela e é o que tem maior excursão. O folheto posterior aparece na parte de baixo e tem excursão menor (ABDUCH, 2004). No ecocardiograma em modo-M, o folheto anterior produz uma excursão em forma de M, durante a diástole, enquanto o folheto posterior inscreve uma excursão menor em forma de W. Os pontos máximos de excursão da valva mitral são nomeados como se segue: C, ponto de fechamento sistólico inicial da valva mitral; D, fim do fechamento sistólico; E, máxima abertura diastólica inicial dos folhetos; F, fechamento parcial no meio da diástole; e A, abertura no final da diástole durante a sístole atrial (Figura 6) (KIENLE e THOMAS, 2004). Neste plano é avaliada a função diastólica do ventrículo esquerdo, que é a habilidade do coração em se encher suficientemente por pressões regulares de enchimento. Insuficiência diastólica é o resultado do aumento de resistência para o enchimento e aumento das pressões de enchimento do ventrículo esquerdo (BOON, 1999). O método mais comum de análise da função diastólica do ventrículo esquerdo é por meio do Doppler pulsado no ventrículo esquerdo, logo abaixo dos folhetos da valva mitral, para o registro de seu enchimento durante a diástole.

Figura 6: Excursões dos folhetos anterior e posterior da valva mitral. C, ponto de fechamento sistólico inicial da valva mitral; D, fim do fechamento sistólico; E, máxima abertura diastólica inicial dos folhetos; F, fechamento parcial no meio da diástole; e A, abertura no final da diástole durante a sístole atrial.

Em condições normais, a onda E deve ter velocidade maior que a onda A (ABDUCH, 2004). Pacientes com doença diastólica recente possuem comprometimento do relaxamento precoce do ventrículo esquerdo e tem redução na velocidade da onda E, quando comparada com a onda A, resultando em uma razão E/A menor que 1. O aumento da pressão atrial resulta em abertura antecipada da válvula mitral, enchimento precoce aumentado, velocidade alta da onda E, e um rápido aumento da pressão ventricular. Este padrão de fluxo mitral indica enchimento diastólico restritivo e é caracterizado por velocidade elevada de E, diminuição da

velocidade de A, e razão E/A muito maior do que 1 (OYAMA, 2004).

Corte paraesternal transverso - corte apical quatro câmaras

Com o transdutor na região do ictus (choque de ponta), tem-se a imagem das quatro câmaras: os ventrículos aparecem na parte de cima da tela, conectados aos átrios correspondentes que aparecem abaixo. À esquerda da tela está a valva tricúspide e à direita a valva mitral. As paredes ventriculares mostradas nesta abordagem são a septal e a lateral. A partir deste corte é possível a obtenção de dois outros: apical duas câmaras (direita e esquerda) e apical quatro câmaras (Figura 7) (ABDUCH, 2004; HENIK, 2002). Por meio deste corte pode-se fazer uma análise qualitativa do tamanho das câmaras, da espessura das paredes e do septo interventricular, da contração dos ventrículos e também analisar as valvas atrioventriculares utilizando-se as diferentes modalidades do exame ecocardiográfico, tanto o modo-M como as diferentes modalidades de Doppler.

Figura 7: Esquema do corte apical quatro câmaras. Na imagem ecocardiográfica bidimensional: AD, átrio direito; AE, átrio esquerdo; AS, septo interatrial; VD, ventrículo direito; VE, ventrículo esquerdo. Na ecocardiografia bidimensional é possível observar a valva mitral (elipse vermelha) entre o átrio e o ventrículo esquerdos.

Corte paraesternal transverso - plano dos músculos papilares

Neste corte o ventrículo esquerdo aparece em corte transverso, de formato esférico, com o músculo papilar ântero-medial em posição de 4h e o músculo papilar pôstero-lateral em posição de 8h. Acima do ventrículo esquerdo, em formato de meia-lua, é possível observar o ventrículo direito. Essa abordagem permite avaliar a contração e tamanho dos ventrículos, função sistólica e fração de ejeção do ventrículo esquerdo, e espessura do septo intraventricular e parede posterior do ventrículo esquerdo (ABDUCH, 2004).

Para o cálculo do volume do ventrículo esquerdo (Figura 8, VSF) existem diversos modos, tais como o método do cubo, o método de Teichholtz, método de área-comprimento e o método de Simpson. Porém, o mais preciso para o cálculo do volume ventrículo esquerdo é o método dos discos (método de Simpson modificado), que requer que o operador trace o contorno da câmara (KIENLE; THOMAS, 2004). Também é aqui calculada a massa do ventrículo esquerdo. Sua determinação é importante, pois nos casos de sobrecarga de pressão ou de volume, um dos mecanismos adaptativos é a hipertrofia muscular do ventrículo esquerdo (ABDUCH, 2004).

Juntamente com a avaliação anatômica, é realizada também a avaliação da função sistólica do ventrículo

esquerdo pela coleta de dados nas diferentes modalidades de Doppler e dos cálculos automaticamente realizados pelo aparelho de ultrassom. O volume sistólico é calculado subtraindo-se o volume sistólico final do volume diastólico final (ABDUCH, 2004). Já a fração de ejeção (Figura 8, FE) é a medida da porcentagem do volume diastólico final ejetado com cada batimento cardíaco e reflete a fração do volume sistólico em relação ao volume diastólico final (KIENLE e THOMAS, 2004). Existe uma margem de erro em se calcular a fração de ejeção porque o formato do ventrículo é variável para as múltiplas raças e tamanhos de animais examinados (BURKE e FEENEY, 2003). A porcentagem de encurtamento da fibra miocárdica (Figura 8, F. enc) reflete de forma rápida e direta a função sistólica do ventrículo esquerdo (ABDUCH, 2004). As variações normais de encurtamento são da ordem de 28-45% no cão e 29-55% no gato (KEALY e McALLISTER, 2005). A velocidade de encurtamento circunferencial da fibra miocárdica mede o grau de mudança na circunferência do ventrículo esquerdo durante a sístole, incorporando a fração de encurtamento ventricular esquerdo e o

tempo de ejeção (KIENLE e THOMAS, 2004).

Figura 8: A partir da mensuração dos ventrículos direito e esquerdo em diástole e sístole, calcula-se o volume do ventrículo esquerdo e os cofatores da função sistólica do ventrículo esquerdo. No canto esquerdo superior (de cima para baixo): DVDd – diâmetro do ventrículo direito em diástole; SIVd – diâmetro do ventrículo direito em sístole; DIVEd – diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole; PPVED – perímetro do ventrículo esquerdo; F. enc - porcentagem de encurtamento da fibra miocárdica; FE - fração de ejeção; VSF - volume do ventrículo esquerdo; DIVEs - diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole.

Considerações finais

A ecocardiografia transtorácica é um dos exames complementares utilizados na cardiologia de pequenos animais pela facilidade na contenção dos cães e gatos e aquisição das imagens das câmaras cardíacas, valvas e grandes vasos. Portanto, para a avaliação do coração, é importante somar ao conhecimento de sua anatomia e fisiologia o conhecimento técnico da ecocardiografia a fim de detectar alterações que não apresentam sinais clínicos e aqueles já com repercussões clínicas. Estudos retrospectivos sobre a incidência de cardiopatias estão disponíveis na literatura nacional e internacional tanto para cães (SERFASS et al., 2006; CASTRO et al., 2009) quanto para gatos (FERASIN et al., 2003; PAIGE et al., 2009).

REFERÊNCIAS

- Abduch MCD. 2004. Ecocardiografia. In: Carvalho CF. 2004. *Ultra-sonografia em pequenos animais*. São Paulo: Roca, p. 287-346.
- Abduch MCD, Assad RS, Mathias Junior W, Aiello VD. 2014. The echocardiography in the cardiovascular laboratory: a guide to research with animals. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 102(1): 97-103.
- Bonagura JD, Fuentes VL. 2015. *Echocardiography*. In: Mattoon JS, Nyland TG. 2015. *Small animal diagnostic ultrasound*. 3. ed. Saint Louis: Saunders, p. 217-331.
- Boon JA. 1999. *Manual of veterinary echocardiography*. Baltimore: Williams and Wilkins, 478p.
- Branquinho J, Monzo M, Cláudio J, Rosado M, Carvalho J, Lacerda R, Rodrigues K. 2010. Diagnóstico imagiológico de cardiomiopatia hipertrófica. *Revista Lusófona de Ciências e Medicina Veterinária*, 3: 36-44.
- Burk RL, Feeney DA. 2003. *Small Animal Radiology and Ultrasonography: a Diagnostic Atlas and Text* 3. ed. Saint Louis: Elsevier, p. 47-60.
- Carvalho CF, Chammas MC, Cerri GG. 2008. Princípios físicos do Doppler em ultrassonografia. *Ciência Rural*, Santa Maria, 38(3): 872-879.
- Carvalho RO, Araújo RB, Silva EF. 2006. Ecocardiografia modo Doppler pulsado em gatos clinicamente saudáveis. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58(3): 333-340.
- Castro MG, Veado JCC, Silva EF, et al. 2009. Estudo retrospectivo ecodopplercardiográfico das principais cardiopatias diagnosticadas em cães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(5): 1238-1241.
- Castro MG, Tôrres RCS, Araújo RB, et al. 2011. Ecocardiografia de cães da raça Yorkshire Terrier clinicamente normais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63(5): 1079-1086.
- Côté E. 2005. Echocardiography: common pitfalls and practical solutions. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 20:156-163.
- Ferasin L, Strugess CP, Cannon MJ, et al. 2003. Feline idiopathic cardiomyopathy: a retrospective study of 106 cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 5: 151-159.
- Henik RA. 2002. *Ecocardiografia e Ultra-som Doppler*. In: Tilley LP, Goodwin JK. 2002. *Manual de Cardiologia para Cães e Gatos* 3. ed. São Paulo: Roca, p. 71-98.
- Kealy JK, McAllister H. 2005. *O tórax*. In: _____. 2005. *Radiologia e Ultra-sonografia do Cão e do Gato*. 3. ed. Barueri: Manole, p. 211-218.
- Kienle RD, Thomas WP. 2004. Ecocardiografia. In: Nyland TG, Mattoon JS. 2004. *Ultra-som Diagnóstico em Pequenos Animais* 2. ed. São Paulo: Roca, p. 354-424.
- Martín CM. 2008. Princípios da ultra-sonografia Doppler e aplicabilidade na cavidade abdominal de pequenos animais – Parte1. *Revista da Anclivepa São Paulo*, 60:6-10.
- Mathias Junior W. *Manual de Ecocardiografia*. 2013. 3. ed. Barueri: Manole. 256p.
- Muzzi RAL, Araújo RB, Muzzi LAL, et al. 2000. Ecocardiografia modo M em cães normais da raça Pastor Alemão (origem americana) do canil da polícia militar do estado de Minas Gerais, Brasil. *Ciência Rural* (Santa Maria), 30(5): 819-824.
- Oyama MA. 2004. Advances in echocardiography. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 34(5):1083-1104.
- Paige CF, Abbott JA, Elvinger F, et al. 2009. Prevalence of cardiomyopathy in apparently healthy cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234(11): 1398-1403.
- Picard MH, Adams D, Bierig SM, et al. 2011. American Society of Echocardiography Recommendations for Quality Echocardiography Laboratory Operations. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 24(1): 1-10.
- Serfass P, Chetboul V, Sampedrano CC, et al. 2006. Retrospective study of 942 small-sized dogs: prevalence of left apical systolic heart murmur and left-sided heart failure, critical effects of breed and sex. *Journal of Veterinary Cardiology*, 8: 11-18.
- Silva CES, Tasca R, Weitzel, LH, et al. 2004. Normatização dos Equipamentos e Técnicas de Exame para Realização de Exames Ecocardiográficos. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 82(Suppl. 2), 1-10.
- Szarmáti V, Sótónyi P, Vörös K. 2001. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 42(2):93-107.