

Avaliação ecocardiográfica em bezerros da raça Holandesa¹

Lilian E.S. Michima^{2*}, Marta L.R. Leal³, Heloísa G. Bertagnon², Wilson R. Fernandes² e Fernando J. Benesi²

ABSTRACT. Michima L.E.S., Leal M.L.R., Bertagnon H.G., Fernandes W.R. & Benesi F.J. 2007. [Echocardiographic evaluation in Holstein calves.] Avaliação ecocardiográfica em bezerros da raça Holandesa. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 27(12):481-486. Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva 87, Bloco 12/14, São Paulo, SP 05508-270, Brazil. E-mail: lilianm@usp.br

With the purpose of establishing echocardiographic measurements in Holstein calves, 25 calves, 8 to 28 days of age and body weight ranging from 27 to 57 kg, were used. The echocardiographic examination was proceeded in B and M-modes to obtain the following parameters, in diastole and systole: right ventricle (2.05 ± 0.13 cm and 1.59 ± 0.13 cm) and left ventricle internal diameter (3.91 ± 0.09 cm and 2.52 ± 0.13 cm), and interventricular septum (1.24 ± 0.04 cm and 1.62 ± 0.06 cm) and left ventricle free wall thickness (0.92 ± 0.04 cm and 1.50 ± 0.05 cm). The values for both left and right atria in systole were 2.97 ± 0.12 cm and 4.11 ± 0.21 cm, respectively. The left diastolic (67.90 ± 3.65 ml), systolic (25.32 ± 3.05 ml) and ejection (42.58 ± 2.46 ml) volumes, cardiac output (3857 ± 339 ml/min), aortic root diameter (2.52 ± 0.05 cm), E-point septal separation (0.65 ± 0.08 cm), left ventricle ejection time (0.39 ± 0.02 s), fractional shortening (36.27 ± 2.40 %) and ejection fraction (64.67 ± 3.22 %) were also calculated. There was a mean positive linear correlation (66.4%, $P < 0.01$) between the aortic root diameter and the bodyweight, mean negative linear correlation ($P < 0.01$) heart rate (69.1%) and cardiac output (62.4%). There was a tendency of the calves in between the left ventricle ejection time and presenting a smaller left chamber diameter, although maintained the relationship between myocardial wall thickness and functional indexes.

INDEX TERMS: Echocardiography, cardiac indexes, calf.

RESUMO. Com o objetivo de estabelecer valores de medidas ecocardiográficas em bezerros da raça Holandesa, utilizaram-se 25 animais, com idade entre 8 e 28 dias e peso entre 27 e 57 kg. Procedeu-se o exame ecocardiográfico em modo-B e modo-M para a obtenção dos valores médios dos seguintes parâmetros, em diástole e sístole, respectivamente: diâmetros internos dos ventrículos direito ($2,05 \pm 0,13$ cm e $1,59 \pm 0,13$ cm) e esquerdo ($3,91 \pm 0,09$ cm e $2,52 \pm 0,13$ cm), espessuras do septo interventricular ($1,24 \pm 0,04$ cm e $1,62 \pm 0,06$ cm) e da parede li-

vre do ventrículo esquerdo ($0,92 \pm 0,04$ cm e $1,50 \pm 0,05$ cm). Obtiveram-se ainda valores do diâmetro dos átrios direito e esquerdo em sístole ($2,97 \pm 0,12$ cm e $4,11 \pm 0,21$ cm, respectivamente), dos volumes diastólico ($67,90 \pm 3,65$ ml), sistólico ($25,32 \pm 3,05$ ml) e de ejeção ($42,58 \pm 2,46$ ml) do ventrículo esquerdo, do débito cardíaco (3857 ± 339 ml/min), do diâmetro aórtico ($2,52 \pm 0,05$ cm), da distância entre o ponto de maior abertura do folheto anterior da valva atrioventricular esquerda até o septo interventricular ($0,65 \pm 0,08$ cm) e tempo de ejeção ($0,39 \pm 0,02$ s), das frações de encurtamento ($36,27 \pm 2,40$ %) e de ejeção do ventrículo esquerdo ($64,67 \pm 3,22$ %). Houve média correlação linear positiva (66,4%, $P < 0,01$) entre diâmetro aórtico e peso dos animais, média correlação linear negativa ($P < 0,01$) entre tempo de ejeção do ventrículo esquerdo e frequência cardíaca (69,1%) e com o débito cardíaco (62,4%). Observou-se uma tendência dos bezerros em apresentar menor diâmetro da câmara cardíaca esquerda, apesar de mantidas as relações de espessura de parede e índices funcionais do miocárdio.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Ecocardiografia, índices cardíacos, bezerro.

¹ Recebido em 18 de maio de 2007.

Aceito para publicação em 26 de novembro de 2007.

² Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva 87, Cidade Universitária, São Paulo, SP 05508-270, Brasil. *Autor para correspondência: lilianm@usp.br

³ Departamento de Clínica de Grandes Animais, Universidade Federal de Santa Maria, Hospital Veterinário, Avenida Roraima 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, Santa Maria, RS 97105-900, Brasil.

INTRODUÇÃO

O sistema cardiovascular é importante para a manutenção do adequado aporte de oxigênio a todos os sistemas orgânicos. Apesar dos avanços dos métodos diagnósticos, na prática clínica de grandes animais, o exame cardiovascular ainda está limitado ao exame físico e à eletrocardiografia. Embora estes métodos tenham um valor considerável, eles fornecem poucas informações sobre a anatomia, as dimensões e a função cardíaca.

A ecocardiografia é uma técnica que proporciona uma avaliação anatômica, qualitativa, quantitativa e funcional do coração, de uma maneira não-invasiva e segura. Em relação à sua aplicação em bovinos, muitas pesquisas efetuadas enfocam a descrição de enfermidades comuns na clínica buiátrica. Doenças adquiridas, como cardiomiopatia dilatada, pericardite e endocardite bacteriana, que podem levar ao desenvolvimento de insuficiência cardíaca congestiva, e congênitas, como tetralogia de Fallot, foram descritas (Gentile et al. 1998, Ivany & Illanes 1999, Honma et al. 2001, Guglielmini et al. 2002, Starke et al. 2003, Tharwat et al. 2004). O exame ecocardiográfico pode prover imagens das lesões provocadas por essas doenças, mas a interpretação das respostas cardíacas frente a elas, para o estabelecimento de um prognóstico mais acurado, necessita do conhecimento de valores normais das dimensões das câmaras e paredes musculares cardíacas e dos índices funcionais do miocárdio (O'Grady et al. 1986). No entanto, são escassos os estudos sobre a descrição quantitativa do coração em bovinos (Amory & Lekeux 1991, Amory et al. 1991), e os existentes trazem somente algumas informações sobre a função ventricular esquerda. Diante da carência desses dados na literatura, este trabalho teve o objetivo de estabelecer valores ecocardiográficos de dimensões e índices cardíacos em bezerros da raça Holandesa.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se 25 bezerros da raça Holandesa, clinicamente saudáveis, com idade entre 8 e 28 dias, pesando entre 27 e 57 kg. Procedeu-se o exame ecocardiográfico nos modos B e M, pela janela cardíaca direita, segundo as orientações da American Society of Echocardiography (Reef 1990). As mensurações em modo-B foram feitas como descrito por Patteson et al. (1995), e as em modo-M como descritas por Long et al. (1992).

Para o exame utilizou-se um aparelho de ecocardiografia (modelo Sonosite 180 Plus v.1.9), com transdutor microconvexo de 2-4MHz, com alcance de profundidade de 15cm. Realizou-se tricotomia na região da janela cardíaca direita, do terceiro ao quinto espaços intercostais, da altura da articulação escápulo-umeral àquela da articulação úmero-rádio-ulnar, com a aplicação posterior de gel de contato. Durante o exame, os animais permaneceram em repouso, em estação, com o membro anterior direito mantido em posição cranial em relação ao membro contralateral.

A avaliação ecocardiográfica se iniciou em modo-B, com o estabelecimento dos planos de imagens ecocardiográficas descritos a seguir, avaliando-se a morfologia das estruturas cardíacas e seus movimentos de uma maneira geral. A primeira imagem obtida a ter mensurações foi a do corte longitudinal das quatro câmaras, com a observação dos ventrículos, das valvas atrioventriculares e dos átrios. Posicionando-se o transdutor de maneira a melhorar a observação

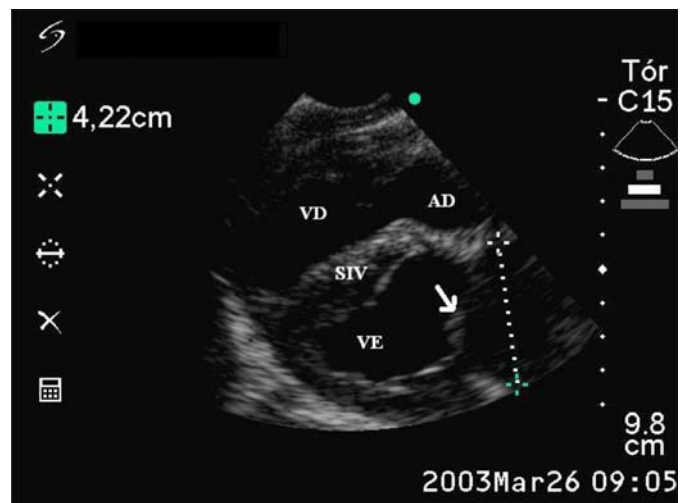


Fig.1. Imagem ecocardiográfica em modo-B das quatro câmaras de bezerro da raça Holandesa com 20 dias de idade. Exemplo de mensuração de diâmetro atrial esquerdo (linha tracejada). A seta indica os folhetos coaptados (fechados) da valva atrioventricular esquerda. AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo; SIV: septo interventricular. Profundidade: 9,8cm.

de cada átrio, pelo direcionamento mais cranial ou caudal, dorsal ou ventral do feixe de ultra-som, devido às variações individuais, obtiveram-se as medidas em final de sístole do diâmetro interno dos átrios direito (AD) e esquerdo (AE, Fig.1), dorsais ao ânulo, imediatamente antes da abertura das valvas atrioventriculares direita e esquerda, respectivamente. Estas mensurações foram feitas em modo-B.

Girando-se o transdutor em 90° no sentido horário, obteve-se o corte transversal do ventrículo esquerdo, no plano das cordoalhas tendíneas, observando-se a simetria dos músculos papilares e da forma do ventrículo esquerdo. A partir de uma linha imaginária

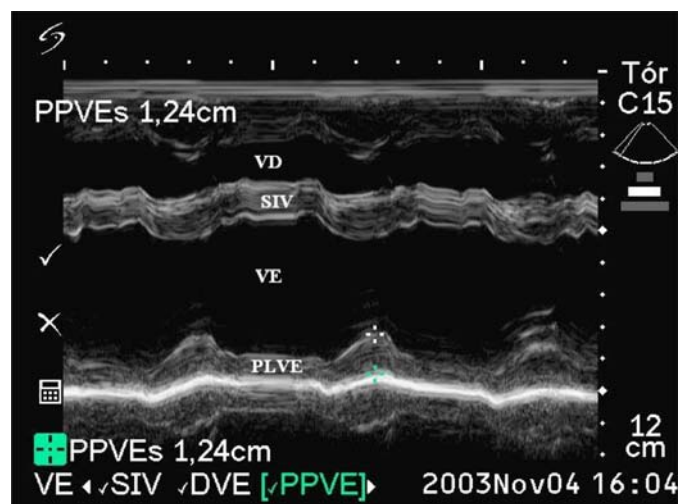


Fig.2. Imagem ecocardiográfica em modo-M de corte transversal do ventrículo esquerdo de bezerro da raça Holandesa com 28 dias de idade. Exemplo de mensuração de espessura de PLVE em sístole, dada pelo intervalo entre os marcadores. PLVE (PPVE): parede livre do ventrículo esquerdo; SIV: septo interventricular; VD: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo. Profundidade: 12cm.

Quadro 2. Índices ecocardiográficos (média \pm erro padrão da média) obtidos para bezerros da raça Holandesa

	Esta pesquisa	Amory et al. (1991)	Amory & Lekeux (1991)	
Idade (dias)	8-28 ^a	81,83,7	18,1 \pm 2,5	30,6 \pm 5,3
Peso (kg) ^b	40,34 \pm 1,37	84,9 \pm 5,0	33,9 \pm 1,7	45,4 \pm 0,8
Volume diastólico (ml)	67,90 \pm 3,65	-	-	-
Volume sistólico (ml)	25,32 \pm 3,05	-	-	-
Volume de ejeção (ml)	42,58 \pm 2,46	-	-	-
Débito cardíaco (ml/min)	3857,00 \pm 339,00	-	-	-
AE:Ao ^c	1,61 \pm 0,07	0,79 \pm 0,02	0,81 \pm 0,03	0,80 \pm 0,02
SSPE (cm) ^d	0,65 \pm 0,08	-	-	-
TEVE (s)	0,39 \pm 0,02	-	-	-
FS%	36,27 \pm 2,4	42,8 \pm 2,1	36,9 \pm 1,6	39,1 \pm 1,8
EF%	64,67 \pm 3,22	-	-	-
SIV:PLVEs	1,11 \pm 0,056	1,01 \pm 0,02	1,03 \pm 0,04	1,01 \pm 0,05

^a Variação, ^b n=22, ^c n=21, ^d n=16; AE:Ao: razão diâmetro do átrio esquerdo em sístole pelo diâmetro aórtico em diástole; EF%: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; FS%: fração de encurtamento do ventrículo esquerdo; SIV:PLVEs: razão espessura do septo interventricular pela espessura da parede livre do ventrículo esquerdo na sístole; SSPE: distância do ponto E de abertura da valva mitral ao septo interventricular; TEVE: tempo de ejeção do ventrículo esquerdo.

atrioventriculares, quando da diástole ventricular, abriam-se em direção aos ventrículos e fechavam-se com a coaptação de seus folhetos em direção aos átrios durante os momentos de sístole ventricular. Por sua vez, a valva aórtica, abria-se durante a sístole ventricular em direção à aorta, fechando-se ao final desta etapa do ciclo cardíaco.

A musculatura cardíaca, menos ecogênica que as superfícies endocárdica e epicárdica, apresentou-se com aspecto homogêneo e íntegro, sendo menos espessa na parede livre ventricular direita em relação ao septo interventricular e à parede livre do ventrículo esquerdo. A movimentação miocárdica também era avaliada, caracterizando-se pelo espessamento muscular durante a sístole em direção ao interior das câmaras ventriculares, no caso das paredes livres ventriculares direita e esquerda, e em direção ao interior da câmara ventricular esquerda, no caso do septo interventricular. Esta movimentação, tanto durante a contração sistólica, como também no caso do relaxamento diastólico ocorria de maneira contínua, uniforme, com duração maior do momento de diástole em relação à sístole.

Não foi observada a presença de alterações congênitas ou adquiridas, como comunicações interventriculares, presença de espessamento endocárdico ou de vegetações hiperecogênicas nos folhetos valvares ou até mesmo de corpos estranhos.

Observou-se média correlação linear positiva (66,4%, $P < 0,01$) entre Ao e o peso dos animais. Observou-se ainda média correlação linear negativa (69,1%, $P < 0,01$) com a frequência cardíaca e da mesma maneira, média correlação linear negativa (62,4%, $P < 0,01$) entre TEVE e débito cardíaco.

DISCUSSÃO

A análise dos dados demonstrou uma tendência dos bezerros apresentarem um menor tamanho da câmara esquerda, nos valores de DIVE e de espessura da PLVE, ambos em diástole e sístole, quando comparados a resultados de outros pesquisa-

dores (Amory & Lekeux 1991, Amory et al. 1991, Quadro 1). Nota-se que existe maior semelhança entre os valores obtidos com os relatados por Amory & Lekeux (1991) para os animais mais jovens, cuja idade é também mais próxima à dos animais deste estudo. Provavelmente este achado se deve à influência da idade e do peso sobre os parâmetros ecocardiográficos.

O DIVD, por outro lado, apresentou valores maiores que os relatados por Amory & Lekeux (1991), podendo essa discrepância de resultados ser devida à forma assimétrica e à falta de pontos anatômicos que permitam uma precisa mensuração do diâmetro desta câmara direita (Long et al. 1992, Patteson et al. 1995). Dessa forma, a avaliação do ventrículo direito se torna qualitativa, sendo observada uma forma geralmente de meia-lua ao redor do ventrículo esquerdo e correspondendo a cerca de 1/3 de seu tamanho no corte transversal, ao nível das cordoalhas tendíneas. A movimentação do septo interventricular durante o ciclo cardíaco se faz em direção à câmara ventricular esquerda, pois do contrário, esse movimento septal em direção ao ventrículo direito pode indicar sobrecarga ventricular direita (Bonagura et al. 1985).

Não foram encontrados na literatura valores de referência para o AD em bezerros. Devido à impossibilidade de posicionamento adequado do transdutor pelo tamanho e conformação do tórax nestes animais, é possível a ocorrência de equívocos durante a mensuração desta estrutura, com a determinação de valores referentes ao apêndice atrial somente, e não do átrio como um todo. Portanto, como ocorre na avaliação do ventrículo direito, deve-se atentar para a avaliação qualitativa do átrio direito, de seu tamanho em relação às outras câmaras cardíacas, em especial o átrio esquerdo, bem como em sua movimentação e na movimentação anormal ou não da valva atrioventricular direita e da presença ou não de alterações congênitas ou adquiridas, como as comunicações interatriais.

Deve-se ressaltar ainda a maneira pela qual foram realiza-

das as medidas de AE, se pelo diâmetro da câmara atrial esquerda ou se as mensurações referem-se ao apêndice atrial, cujos valores são menores, levando-se em consideração também o momento eleito para a mensuração, se no final da sístole ventricular ou na diástole ventricular, momentos de diferentes cargas volumétricas atriais. Disto depende a subsequente interpretação dos achados: o átrio esquerdo normal pode ser confundido com um apêndice atrial dilatado, o que levaria ao diagnóstico errôneo de insuficiência ou estenose mitral. Nesta pesquisa, a posição do transdutor visava a obtenção de imagens do maior diâmetro atrial esquerdo no final da sístole ventricular em modo-B, para que não houvesse dúvida quanto à mensuração do apêndice atrial ao invés do átrio (Fig.1). Talvez este seja o motivo da diferença encontrada para os valores citados por outros autores (Amory & Lekeux 1991, Amory et al. 1991), cuja metodologia empregada para a mensuração desta câmara cardíaca visava o diâmetro atrial meso-diastólico em modo-M. Desta forma, os autores podem indicar a dimensão do apêndice atrial e não do átrio esquerdo, como pretendido, além de avaliar o átrio já em fase de esvaziamento (diástole ventricular), cujo volume será menor que o obtido no final da sístole ventricular (Quadro 1).

A observação de relação entre o diâmetro aórtico e o peso dos animais deste trabalho também foi relatada por Amory & Lekeux (1991), que encontraram altas correlações lineares positivas, principalmente entre peso e diversos parâmetros ecocardiográficos, incluindo Ao ($r = 90\%$, $P < 0,001$).

Em relação aos índices de funcionalidade cardíaca, devido à carência de dados na literatura, somente é possível comparar alguns resultados. Embora isto seja possível entre diferentes espécies, pois alguns índices independem de tamanho, área corporal ou peso (Boon et al. 1983), esta comparação pode ser incerta devido às diferenças fisiológicas entre espécies (Amory & Lekeux 1991).

A FS% observada é próxima aos valores reportados por outros autores para bezerros de diferentes idades (Quadro 2), assim como àquela de 39,06% em eqüinos de enduro (Michima et al. 2004), aos 37,42% de eqüinos de corrida (Patteson et al. 1995) e aos 29-35% relatados para gatos (Bonagura 1985). Este valor indica a existência de uma adequada contração do miocárdio para a ejeção de sangue durante a sístole, para a manutenção da homeostasia.

Como a FS%, a EF%, que indica a porcentagem de sangue que se ejeta durante a sístole, também parece ser apropriada, em analogia à espécie eqüina - 67,2% para eqüinos de diversas raças (Lightowler et al. 2000) e 66,38% para eqüinos de enduro (Michima et al. 2004) - e aparentemente maior que a relatada por O'Grady et al. (1986) para cães (50%).

As estimativas dos volumes diastólico, sistólico e de ejeção do ventrículo esquerdo e do débito cardíaco não podem ser comparadas com outras espécies, pois se originam de medidas altamente correlacionadas ao peso do animal (Amory & Lekeux 1991), não havendo na literatura dados em bezerros para um confronto. Da mesma forma, a SSPE, que é um indicativo do tamanho da via de saída do ventrículo esquerdo (Reef 1998), não pode ser avaliada, pois este parâmetro

pode ser influenciado por variações de tamanho e espécie animal.

O TEVE parece também sofrer influência da espécie. Atkins & Snyder (1992) observaram um TEVE médio de 0,15s em cães, e em eqüinos, na pesquisa conduzida por Lightowler et al. (2003), seu valor médio foi de 0,532s. Estas espécies diferem tanto em tamanho como em frequência cardíaca basal, a qual influi no TEVE.

Nesta pesquisa, a relação negativa entre TEVE e frequência e débito cardíaco indica que o tempo de sístole diminui em detrimento do aumento da frequência cardíaca e, conseqüentemente, do débito cardíaco, como descrito por Atkins & Snyder (1992).

A razão AE:Ao, índice que possibilita inferir sobre a proporção do aumento atrial em relação ao aumento aórtico, difere dos valores relatados para bezerros por outros autores (Quadro 2), provavelmente pelo maior valor do diâmetro do átrio esquerdo, o que conseqüentemente leva ao maior valor desta relação. Também é possível observar a diferença de comportamento desse índice entre as diversas espécies: de 0,83-1,13 em cães (Boon 1983), de 1,3 em gatos (Jacobs & Knight 1985) e de 1,38 em eqüinos (Michima et al. 2004).

A razão SIV:PLVE é um índice importante porque demonstra a diferença entre hipertrofia simétrica ou assimétrica do septo interventricular em relação à PLVE. Nos primeiros dias de vida, ocorre modificação de hipertrofia ventricular direita fisiológica fetal para hipertrofia ventricular esquerda. Assim, somente mais tardiamente a razão SIV:PLVE se aproxima de 1,0 (Amory & Lekeux 1991). Esta dinâmica pode ser observada comparando-se os valores obtidos neste estudo com os referidos por outros autores (Amory & Lekeux 1991, Amory et al. 1991) em animais mais velhos em diversos grupos etários (Quadro 2).

REFERÊNCIAS

- Amory H., Jakovljevic S. & Lekeux P. 1991. Quantitative M-mode and two-dimensional echocardiography in calves. *Vet. Rec.* 128:25-31.
- Amory H. & Lekeux P. 1991. Effects of growth on functional and morphological echocardiographic variables in Friesian calves. *Vet. Rec.* 128:349-354.
- Atkins C.E. & Snyder P.S. 1992. Systolic time intervals and their derivatives for evaluation of cardiac function. *J. Vet. Int. Med.* 6:55-63.
- Bonagura J.D. 1985. Echocardiography: principles of interpretation. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 15:1177-1194.
- Bonagura J.D., Herring D.S. & Welker F. 1985. Echocardiography. *Vet. Clin. North Am. Eq. Pract.* 1:311-333.
- Boon J., Wingfield W.E. & Miller C.W. 1983. Echocardiographic indices in the normal dog. *Vet. Radiol.* 24:214-221.
- Gentile A., Guglielmini C., Bevilacqua D. & Cipone M. 1998. Echocardiographic findings in four cases of bovine pericarditis (dairy cows - Emilia-Romagna). *Atti Soc. Ital. Buiat.* 30:217-224.
- Guglielmini C., Zappulli V., Testoni S. & Castagnaro M. 2002. A case of bovine dilation cardiomyopathy: clinical, echographic and pathological aspects. *Atti. Soc. Ital. Buiat.*, 34:305-311.
- Honma A., Miyahara K., Shirai A., Yamada K., Hirose T. & Sato M. 2001. Long-term serial echocardiographic evaluation of Holstein dairy heifers with bacterial endocarditis. *J. Jap. Vet. Med. Assoc.* 54:537-541.
- Ivany J.M. & Illanes O.G. 1999. Congestive heart failure due to epicardial lymphosarcoma in a Holstein cow. *Can. Vet. J.* 40:819-820.

- Jacobs G. & Knight D.H. 1985. M-mode echocardiographic measurements in nonanesthetized healthy cats: effects of body weight, heart rate, and other variables. *Am. J. Vet. Res.* 46:1705-1711.
- Lightowler C.H., Piccione G., Fazio F., Pidal G. & Cattaneo M.L. 2003. Systolic time intervals assessed by 2-D echocardiography and spectral Doppler in the horse. *Anim. Sci. J.* 74:505-510.
- Lightowler C.H., Pidal G., Mercado M. & Cattaneo M.L. 2000. Evaluación ecocardiográfica de la función sistólica en el caballo. Parte 1: valores de referencia para el porcentaje de acortamiento fraccional y fracción de eyección. *Arch. Med. Vet.* 32:229-234.
- Long K.J., Bonagura J.D. & Darke P.G.G. 1992. Standardised imaging technique for guided M-mode and Doppler echocardiography in the horse. *Eq. Vet. J.* 24:226-35.
- Michima L.E.S., Latorre S.M., Andrade A.F.C. & Fernandes W.R. 2004. B-mode and M-mode echocardiography of endurance horses raised in São Paulo State, Brazil. *J. Eq. Vet. Sci.* 24:451-457.
- O'Grady M.R., Bonagura J.D., Powers J.D. & Herring D.S. 1986. Quantitative cross-sectional echocardiography in the normal dog. *Vet. Radiol.* 27:34-49.
- Patteson M.W., Gibbs C., Wotton P.R. & Cripps P.J. 1995. Echocardiographic measurements of cardiac dimensions and indices of cardiac function in normal adult thoroughbred horses. *Eq. Vet. J.* 27:18-27. (Supl.19)
- Reef V.B. 1990. Echocardiographic examination in the horse: the basics. *Comp. Cont. Vet. Educ.* 12:312-319.
- Reef V.B. 1998. Cardiovascular Ultrasonography, p.215-272. In: Reef V.B. (ed.), *Equine diagnostic ultrasound*. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Starke A., Hollenberg C., Strattner A., Wohlsein P. & Rehage J. 2003. Ultrasound examinations of endocarditis in cattle. *Proc. 4th Centr. Eur. Buiat. Congr., Lovran*, p.349-357.
- Tharwat M., Sato H., Kurosawa T., Oikawa S., Nakade T. & Koiwa M. 2004. Tetralogy of fallot in a calf: clinical, ultrasonographic, laboratory and postmortem findings. *J. Vet. Med. Sci.* 66:73-76.