

Índices e dimensões ecocardiográficas de equinos da raça Mangalarga Marchador¹

Sabrina M. Latorre², Carolina C.M. Bonomo^{2*}, Lilian E.S. Michima², Stefano C.F. Hagen³ e Wilson R. Fernandes²

ABSTRACT- Latorre S.M., Bonomo C.C.M., Michima L.E.S., Hagen S.C.F. & Fernandes W.R. 2016. [Echocardiographic indexes and dimension in horses of the Mangalarga Marchador breed.] Índices e dimensões ecocardiográficas de equinos da raça Mangalarga Marchador. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 36(6):533-538. Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Avenida Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva 87, Cidade Universitária, São Paulo, SP 05508-270, Brazil. E-mail: carolina.bonomo@usp.br

Aiming to establish the echocardiographic reference values of cardiac dimensions and indexes in horses of the Mangalarga Marchador breed, 80 horses, weighing 320 to 500 kg, that were divided in four group by gender and age, as follows: 1.6 to 4-year-old females (G1), more than 4-year-old females (G2), 1.6 to 4-year-old males (G3) and above 4-year-old males (G4), were evaluated by standardized technique. The evaluation consisted of B-mode and guided M-mode echocardiography, by which the following measurements were made: from the right cardiac window, by B- and M-mode: systolic and diastolic RVID, IVS, LVID, LVFW, Aod, FS% and EF%, by B-mode: Las, Aod, and Las/Aod, by M-mode: S-E point, from left cardiac window, by B- and M-mode: LVIDs, LVIDd, FS% and EF% and by B-mode: Las. There were statistic differences between means of the four groups for the following parameters: Aod, Las, RVIDs, RVIDd, IVSs, IVSd, LVIDs, LVIDd, LVFWs, LVFWd, Vs, Vd. There were statistic correlations between Aod, Las, IVSs, IVSd, LVFWs, LVFWd, Vd and age; Aod, Las, IVs, IVSd, LVIDd, LVFWs, Las/Aod and bodyweight and thoracic perimeter; and Aod, Las, IVSs, IVSd, LVIDs, LVFWs, Vd and height. Sex and age group influenced the reference values for the Mangalarga Marchador horses; males above 4 years presented higher ventricular measurement values. Height, weight and age of the horses influenced in the same way the results, all being positively related to the size of the cardiac structure.

INDEX TERMS: Equine, horses, echocardiography, Mangalarga Marchador.

RESUMO.- Com o objetivo de determinar os valores de referência ecocardiográficos de equinos da raça Mangalarga Marchador, foram avaliados 80 equinos desta raça, machos e fêmeas, com 1,6 a 16 anos de idade, pesando entre 320 a 500 kg, divididos igualmente em 4 grupos: fêmeas de 1,6 a 4 anos de idade (G1), fêmeas com mais de 4 anos de idade (G2), machos de 1,6 a 4 anos de idade (G3), machos com mais de 4 anos de idade (G4). A avaliação constou de exa-

me ecocardiográfico mono e bidimensional, tendo sido realizados através da janela cardíaca direita, nos modos B e M: DIVDs, DIVDd, SIVs, SIVd, DIVEs, DIVED, PLVEs, PLVED, Aod, FS%, EF%, AEs, Aod, Aes/Aod, ponto E-S. Através da janela cardíaca esquerda nos modos B e M: DIVEs, DIVED, FS%, EF%, AEs. Foram observadas diferenças estatísticas entre as médias dos quatro grupos dos seguintes parâmetros: Aod, AEs, DIVDs, DIVDd, SIVs, SIVd, DIVEs, DIVED, PLVEs, PLVED, Vs, Vd e correlações estatísticas positivas entre Aod, AEs, SIVs, SIVd, PLVEs, PLVED, Vd e a idade, entre Aod, AEs, SIVs, SIVd, DIVED, PLVEs, AEs/Aod e o peso e o perímetro torácico e entre Aod, AEs, SIVs, SIVd, DIVEs, PLVEs, Vd e a altura da cernelha. Houve influência tanto do sexo como da faixa etária sobre os valores de referência para equinos da raça Mangalarga Marchador, tendo os machos acima de 4 anos apresentados valores de medidas ventriculares maio-

¹ Recebido em 17 de junho de 2015.

Aceito para publicação em 1 de março de 2016.

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

³ Departamento de Cirurgia, FMVZ, USP, Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87, Cidade Universitária, São Paulo, SP 05508 270, Brasil.

res. O peso, altura e idade dos animais influenciaram da mesma forma os resultados, estando todos relacionados positivamente ao tamanho da estrutura cardíaca.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Equinos, cavalo, Mangalarga Marchador, ecocardiografia.

INTRODUÇÃO

A ecocardiografia trata-se de uma técnica não invasiva de visualização das estruturas cardíacas, que permite a avaliação da anatomia e movimentação cardíaca, a determinação das dimensões e função cardíaca, e a apreciação do fluxo sanguíneo. Na medicina equina, três modalidades de ecocardiografia são as mais utilizadas, sendo: modo monodimensional (modo M), o bidimensional (modo B ou 2D) e o Doppler (Reef 1998).

Desde que sejam adotadas técnicas padronizadas e convenções para a exibição das imagens, a variação entre os parâmetros mensurados inter e intra observador e inter e intra animal são baixas o suficiente para garantirem seus usos em estudos clínicos e experimentais, atingindo uma precisão suficiente para a detecção de alterações sutis na dimensão e índice da função cardíaca (Thomas et al. 1994, Kriz & Rose 2002).

Existem vários trabalhos que fornecem valores de referências para as dimensões e índices cardíacos em equinos das raças Puro Sangue Inglês no modo M (Pipers & Hamlin 1977, Lescure & Tamzali 1984, O'Callaghan 1985, Long et al. 1992, Slater & Herrtage 1995), no modo B (Vörös et al. 1991) e em ambas modalidades (Patteson et al. 1995), de Sela Francesa no modo M (Lescure & Tamzali 1984), Puro Sangue Árabe em ambas modalidades (Michima 2003, Michima et al. 2004), de modo M em cavalos Quarto de Milha (Bonomo et al. 2011), cavalos de trote em ambas modalidades (Bakos et al. 2002) e em mestiços no modo M (Lightowler et al. 2002a, 2002b).

O presente estudo tem como objetivo determinar valores de referência das dimensões e índices cardíacos para equinos da raça Mangalarga Marchador, comparando os dois modos ecocardiográficos e as janelas cardíacas, além determinar a influência do sexo e da idade sobre tais valores e correlacionar os parâmetros mensurados com o peso, perímetro torácico, altura da cernelha e idade dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 80 equinos da raça Mangalarga Marchador, machos e fêmeas, de 1,6 a 16 anos de idade pesando entre 320 e 500 kg.

Os equinos foram agrupados, segundo a idade e o sexo, em 4 grupos de 20 animais cada: fêmeas com 1,6 a 4 anos de idade (G1), fêmeas com mais de 4 a 16 anos de idade (G2), machos com 1,6 a 4 anos de idade (G3), machos com mais de 4 a 16 anos de idade (G4). A divisão dos grupos foi feita baseada no fato dos animais apresentarem desenvolvimento completo por volta dos 4 anos de idade (Buhl, Ersboll, Eriksen, 2004).

Foram incluídos apenas animais sem qualquer evidência de doença cardiovascular aos exames físico, eletrocardiográfico e ecocardiográfico.

Iniciou-se o exame físico pela mensuração do perímetro torácico (PT) em metros (m) e do peso corpóreo (PC) em quilogramas (kg) através de fita métrica e barimétrica, posicionada na região

posterior à axila, passando por sobre a cernelha. Com a mesma fita mediu-se a altura da cernelha (AC) em centímetros (cm) em relação ao solo. Em seguida foram avaliados: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (T°C), movimentos cecais (MC), caracterização do pulso arterial, coloração das mucosas (oral e ocular), tempo de preenchimento capilar (TPC), grau de hidratação, preenchimento da veia jugular, palpação do choque pré cordial e auscultação dos campos pulmonares, cardíaco e abdominal.

Para o exame eletrocardiográfico, os animais foram mantidos em ambiente tranquilo, posicionados com os membros em paralelo. Foram registradas as derivações padrões bipolares I, II e III e as unipolares aumentadas aVR, aVF e aVL, do plano frontal, na velocidade de 25 milímetros por segundo (mm/s) e sensibilidade de 1 milivolt (mV). Utilizou-se bateria como fonte de energia, dispensando o uso de fio terra.

Para o exame ecocardiográfico, os animais encontravam-se contidos somente pelo cabresto, em ambiente calmo e sem incidência de luz (Vörös et al. 1991); fez-se a limpeza com água e sabão das regiões compreendidas entre o terceiro e quinto espaços intercostais (Long et al. 1992), acima do olécrano e caudal em relação ao músculo tríceps, em ambos hemitórax (Reef 1998). Em seguida foi aplicado gel de contato ultrassonográfico no pelo do animal e no transdutor para evitar a presença de ar entre a pele e o transdutor, o que pode resultar em interferência acústica.

A técnica de exame ecocardiográfico utilizada foi a descrita por Long et al. (1992) e Reef (1998). O transdutor foi ajustado a uma profundidade de 25cm e a uma frequência de 2 MHz.

O aparelho de ultrassom utilizado o Sonoheart 180 Plus versão 1.9, Sonosite®, com capacidade de realizar exames no modo M, modo B e Doppler, equipado com transdutor C15 (Sonosite®) microconvexo, eletrônico e multi setorial de 2 a 4 megahertz (MHz).

Todas as variáveis foram mensuradas em três ciclos cardíacos, e então, fez-se o cálculo da média, para que possíveis erros de mensuração fossem atenuados (Sahn et al. 1995).

Os parâmetros avaliados foram: diâmetro interno do ventrículo direito (DIVD), septo interventricular (SIV), diâmetro interno do ventrículo esquerdo (DIVE) e parede livre do ventrículo esquerdo (PLVE), todos estes em diástole (d) e sístole (s); volume diastólico (Vd) e sistólico (Vs), diâmetro interno do átrio esquerdo no fim da diástole (AEs), diâmetro da raiz aórtica no fim da diástole (Aod), distância do ponto de maior abertura da valva mitral ao septo interventricular (ponto E-S), razão AEs/Aod, fração de encurtamento do ventrículo esquerdo (FS%) e fração de ejeção do ventrículo esquerdo (EF%).

Os parâmetros mensurados em cada uma das janelas estão apresentados no Quadro 1.

Fez-se a análise estatística descritiva das variáveis mensuradas: média, desvio padrão, coeficiente de variação, mediana, valor mínimo e máximo. Através da análise de variância (ANOVA), fez-se a comparação das médias dos parâmetros entre os diferentes grupos. Para a realização da ANOVA foram testadas: a identidade dos desvios-padrão dos grupos pelo método de Bartlett, e a normalidade das amostras pelo teste de Kolmogorov e Smirnov. O pós teste utilizado foi o teste de Comparações Múltiplas de Tukey-Kramer.

Foi utilizado o teste t pareado para comparar os valores obtidos para cada variável mensurada entre os dois diferentes modos e entre as janelas cardíacas, esquerda e direita.

Foram calculados os coeficientes de correlação entre os parâmetros ecocardiográficos e a idade, peso, perímetro torácico, altura de cernelha e o sexo. Sendo a idade uma variável considerada não paramétrica, para o cálculo das correlações entre esta e os diferentes parâmetros mensurados, foi utilizado o teste de Spearman. Para a correlação com o sexo, todas as fêmeas foram

agrupadas em um mesmo grupo, bem como os machos, sendo então utilizado o teste T para a comparação entre as médias dos dois grupos. Para as variáveis independentes paramétricas utilizou-se a correlação de Pearson. O nível de significância foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Ao exame físico e eletrocardiográfico os animais não apresentaram alterações evidentes. No Quadro 2 é possível verificar a análise descritiva do peso, perímetro torácico e altura de cernelha. Observou-se que as médias do peso e perímetro torácico do G3 foram menores que os demais grupos.

Os valores ecocardiográficos obtidos encontram-se descritos nos Quadros 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

A diferença entre as médias do DIVD no modo M, da

Quadro 1. Parâmetros ecocardiográficos avaliados, relacionados de acordo com a Janela Ultrassonográfica, Eixo, Plano e Modo

Janela ultrassonográfica	Eixo	Plano	Modo	Estruturas visualizadas
Paraesternal direita	Maior	Via de saída do ventrículo esquerdo	B	Aod
	Menor	Ventrículo esquerdo	B	AEs
			B e M	DIVDs, DIVDd, SIVs, SIVd, DIVEs, DIVEd, PLVEs, PLVEd
Paraesternal esquerda	Maior	Valva mitral	M	Ponto E-S
		Valva aórtica	B e M	Aod
		2 câmaras	B e M	DIVEs, DIVEd
			B	AEs

Quadro 2. Análise descritiva do peso, perímetro torácico e altura da cernelha dos equinos da raça Mangalarga Marchador

		G1	G2	G3	G4
Peso (kg)	Média	432	454	395*	432
	Desvio Padrão	39	30	40	25
Perímetro torácico (m)	Média	1,78	1,81	1,72*	1,78
	Desvio Padrão	0,06	0,05	0,07	0,04
Altura de Cernelha (m)	Média	1,50	1,50	1,50	1,52
	Desvio Padrão	0,04	0,04	0,04	0,05

Valores indicados com o símbolo * correspondem a $p < 0,05$, possuindo diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Quadro 3. Análise descritiva dos parâmetros ecocardiográficos (DIVDs, DIVDd, SIVs, SIVd, DIVEs, DIVEd, PLVEs, PLVEd) mensurados (cm) na imagem de eixo menor do ventrículo esquerdo no modo B, através da janela paraesternal direita de equinos da raça Mangalarga Marchador

	G1		G2		G3		G4	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
DIVDs	2,05	0,59	2,43	0,70	2,64	0,68	2,31	0,49
DIVDd	2,59	0,48	2,88	0,60	3,19	0,49	2,62	0,53
SIVs	3,73	0,22	3,75	0,30	3,75	0,33	4,09*	0,29
SIVd	2,40	0,21	2,43	0,20	2,44	0,26	2,66*	0,24
DIVEs	6,16	0,55	6,37	0,52	6,33	0,66	6,74*	0,54
DIVEd	10,22	0,75	10,56	0,42	10,26	0,78	11,04*	0,59
PLVEs	3,48	0,21	3,62	0,29	3,28	0,29	3,73	0,27
PLVEd	2,22	0,13	2,19	0,20	2,10	0,16	2,32	0,16

M = média, DP = desvio padrão.

FS% no modo B e M, da EF% no modo B e M, do ponto E-S e da razão AEs/Aod, dos quatro grupos amostrais não foi considerada significativa.

No entanto, considerando a janela cardíaca utilizada para avaliação, houve diferença significativa entre FS% e EF% (valores Quadros 10 e 11), tendo a janela esquerda apresentado valores maiores para estas variáveis.

Quando analisados os valores de SIV, DIVE e até de PLVE, os machos acima de 4 anos apresentaram os maiores valores quando comparados aos outros grupos (Quadros 3 e 4).

Quadro 4. Análise descritiva dos parâmetros ecocardiográficos (DIVDs, DIVDd, SIVs, SIVd, DIVEs, DIVEd, PLVEs, PLVEd) mensurados (cm) na imagem de eixo menor do ventrículo esquerdo no modo M, através da janela paraesternal direita de equinos da raça Mangalarga Marchador

	G1		G2		G3		G4	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
DIVDs	1,76	0,61	2,05	0,69	2,12	0,49	1,81	0,69
DIVDd	2,27	0,62	2,46	0,69	2,86	0,72	2,25	0,65
SIVs	3,87	0,28	3,97	0,31	3,90	0,39	4,18*	0,32
SIVd	2,32	0,28	2,46	0,19	2,48	0,26	2,64*	0,24
DIVEs	6,23	0,61	6,24	0,54	6,27	0,63	6,75*	0,54
DIVEd	10,25	0,85	10,38	0,51	10,39	0,80	10,96*	0,62
PLVEs	3,48	0,34	3,60	0,29	3,37	0,39	3,78*	0,38
PLVEd	2,31	0,22	2,31	0,22	2,19	0,20	2,54	0,19

M = média, DP = desvio padrão.

Quadro 5. Análise descritiva dos parâmetros diâmetro da aorta (Aod), átrio esquerdo em sístole (AEs), e da drazão entre AEs e Aod, dos valores através da janela paraesternal direita de equinos da raça Mangalarga Marchador

	G1		G2		G3		G4	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Aod (cm)	6,48	0,36	6,59	0,39	6,42	0,33	6,80	0,39
AEs	10,44	0,62	10,53	0,46	9,90*	0,56	10,46	0,61
AEs/Aod	1,65	0,11	1,66	0,12	1,58*	0,09	1,59	0,13

M = média, DP = desvio padrão. Valores indicados com o símbolo * correspondem a $p < 0,05$, possuindo diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Quadro 6. Análise descritiva do parâmetro diâmetro da aorta mensurado (cm) na imagem de eixo menor da valva aórtica no modo B e M, através da janela paraesternal direita de equinos da raça Mangalarga Marchador

	G1		G2		G3		G4	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Aod modo B	6,43	0,34	6,35	0,39	6,28	0,32	6,58	0,36
Aod modo M	6,47	0,36	6,59	0,30	6,44	0,33	6,79	0,34

M = média, DP = desvio padrão.

Quadro 7. Análise descritiva do parâmetro distância do ponto de maior abertura da valva mitral ao septo interventricular (ponto E-S) mensurado (cm) na imagem de eixo menor da valva mitral, obtida através da janela paraesternal direita de equinos da raça Mangalarga Marchador

	G1		G2		G3		G4	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Ponto E-S	1,81	0,25	1,73	0,26	1,73	0,25	1,85	0,31

M = média, DP = desvio padrão.

DISCUSSÃO

Quadro 8. Análise descritiva dos parâmetros ecocardiográficos (DIVEs, DIVEd, AEs) mensurados (cm) na imagem de eixo menor do ventrículo esquerdo, no modo B, obtida através da janela paraesternal esquerda de equinos da raça Mangalarga Marchador

	G1		G2		G3		G4	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
DIVEs	5,89	0,63	6,06	0,65	5,92	0,49	6,43	0,53
DIVEd	10,36	0,68	10,25	0,46	10,36	0,63	10,48	0,67
AEs	10,85	0,54	11,03	0,54	10,53	0,35	10,96	0,56

M = média, DP = desvio padrão.

Quadro 9. Análise descritiva dos parâmetros ecocardiográficos (DIVEs, DIVEd) mensurados (cm) na imagem de eixo maior de 2 câmaras, no modo M, obtida através da janela paraesternal esquerda de equinos da raça Mangalarga Marchador

	G1		G2		G3		G4	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
DIVEs	5,81	0,70	5,91	0,61	5,85	0,44	6,52	0,61
DIVEd	10,15	0,69	10,12	0,45	10,12	0,66	10,44	0,66

M = média, DP = desvio padrão.

Quadro 10. Índices cardíacos (FS%, Vs, Vd, EF%) calculados a partir dos valores dos diâmetros do ventrículo esquerdo mensurados, no modo B e M, na imagem de eixo menor do ventrículo esquerdo, obtidos através da janela paraesternal direita de equinos da raça Mangalarga Marchador

		G1		G2		G3		G4	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
FS%	B	39,68	4,42	39,68	4,82	38,25	4,94	39,47	3,41
	M	39,10	4,94	39,90	5,15	39,63	4,47	38,32	4,46
Vs(ml)	B	192,88	37,54	207,89	39,28	206,23	48,35	236,46	43,26
	M	198,72	44,64	198,53	38,62	201,50	45,52	237,18	42,34
Vd (ml)	B	600,80	108,00	615,01	66,38	618,30	103,11	691,44	85,21
	M	595,38	95,21	637,61	55,95	601,16	98,49	702,55	82,70
EF%	B	67,13	7,21	65,99	6,56	66,49	6,45	65,70	5,39
	M	66,61	5,58	68,73	6,30	66,31	6,12	66,02	6,32

M = média, DP = desvio padrão.

Quadro 11. Índices cardíacos (FS%, Vs, Vd, EF%) calculados a partir dos valores dos diâmetros do ventrículo esquerdo mensurados, no modo B e M, na imagem de eixo menor do ventrículo esquerdo, obtidos através da janela paraesternal esquerda de equinos da raça Mangalarga Marchador

		G1		G2		G3		G4	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
FS%	B	43,12	4,87	40,77	6,50	42,80	4,17	38,58	4,91
	M	42,80	4,86	41,63	5,77	42,17	3,49	37,48	4,84
Vs(ml)	B	175,25	41,17	187,02	48,16	176,05	33,55	212,34	37,06
	M	170,41	46,93	175,90	41,85	170,80	28,56	219,88	46,12
Vd (ml)	B	612,86	83,99	596,66	57,66	612,73	77,69	628,68	87,44
	M	586,96	86,30	580,61	56,52	582,22	81,45	622,46	85,54
EF%	B	71,42	5,39	68,49	8,21	71,12	4,71	65,96	5,99
	M	71,12	5,66	69,65	6,70	70,53	4,08	64,59	6,18

M = média, DP = desvio padrão.

O DIVEd no modo B e M, e o Vd no modo B e M, obtidos através da janela paraesternal esquerda, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos amostrais, quando feita análise de variância (Quadros 9 e 11).

A técnica de exame ecocardiográfico utilizada, descrita anteriormente por Long et al. (1992) e Reef (1990, 1998), mostrou-se adequada para avaliação qualitativa e quantitativa da estrutura e função cardíaca, sendo observada a superioridade da modalidade bidimensional na observação da anatomia deste órgão, já relatada por Bonagura e Bissit (1985), Carlsten (1987), Marr (1994) e Michima (2003).

Observou-se que o modo M, embora seja considerado mais preciso na determinação das dimensões cardíacas (Reef 1991), precisa ser conduzido com maior cautela e conhecimento da técnica devido à maior dificuldade de diferenciação da cordoalha tendínea em relação à superfície endocárdica da parede livre do ventrículo esquerdo, na janela cardíaca esquerda; e ao septo interventricular, na janela cardíaca direita, como advertido por Pipers & Hamlin (1977). Além disso, a colocação do cursor para o modo M deve ser feita o mais perpendicular possível à estrutura mensurada.

Os índices de função calculados, FS% e EF%, se comparados às duas janelas cardíacas apresentaram diferenças, já que estes são calculados a partir de dois parâmetros mensurados resultando na soma das diferenças existentes (Quadros 10 e 11). Portanto, confirmou-se o potencial quantitativo do modo M e do modo B, como ressaltado anteriormente por Vöros et al. (1991) e Patteson et al. (1995).

Quando a mensuração dos diâmetros internos do ventrículo e átrio esquerdos através da janela cardíaca direita não puderem ser acessados em sua totalidade, verificou-se a utilidade da janela esquerda para esta avaliação (Quadros 8 e 9), conforme preconizado por Long et al. (1992) e Michima (2003).

Apesar de Carlsten (1987) não ter observado correlação entre o peso corpóreo e a qualidade da imagem, notou-se subjetivamente que, em animais com sobrepeso esta era inferior, como notado por Long et al. 1992), possivelmente devido à dificuldade de colocação do transdutor sob a musculatura do tríceps, já que nesta região ocorre acúmulo de tecido adiposo.

Não foi observada correlação estatística entre as médias do DIVD, em sístole e em diástole, nos dois modos, sendo que estas apresentaram alto coeficiente de variação (31,35% a 38,29%); demonstrando baixa reprodutibilidade e pouco valor clínico, como já observado por Bonagura (1983), Bonagura et al. (1985), Long et al. (1992), Patteson (1996) e Michima (2003). Tal fato pode ser explicado pela característica da estrutura do ventrículo direito, sendo esta complexa, irregular e trabeculada, e pela inexistência de pontos de referência adequados à sua mensuração.

Os demais parâmetros mensurados e os índices calculados apresentaram baixos coeficientes de variação, estando os menores valores relacionados ao AEs e ao Aod (4,32% a 5,95%), e os maiores ao ponto E-S e à FS% (13,57% a 16,68%), confirmando a utilidade destes como valores de referência na prática clínica.

Ainda que não tenham sido evidenciadas diferenças estatisticamente significantes entre os valores obtidos para as fêmeas com mais de 4 anos de idade e para os machos e fêmeas de medidas ventriculares (Quadro 3 e 4), com até 4

anos de idade (com exceção do AEs que foi menor para os machos com até 4 anos de idade em relação aos três outros grupos), o primeiro grupo apresentou valores inferiores aos machos de mesma faixa etária somente em relação às espessuras do septo interventricular em sístole e diástole, no modo B, e ao DIVEs, PLVEd e ao Vs, no modo M, nos levando a entender que nas fêmeas adultas possa ocorrer hipertrofia cardíaca menos acentuada que nos machos com mais de 4 anos de idade.

Esta diferença entre as dimensões das estruturas cardíacas, entre os grupos de diferentes faixas etárias, pode ser explicada como resultados do crescimento fisiológico normal ou ainda devido a uma resposta fisiológica frente ao trabalho o qual são normalmente submetidos (Young 1999, Buhl et al. 2004, Bonomo 2014), porém este estudo não nos permite concluir a causa de tal alteração, visto que a atividade física não foi item de avaliação neste trabalho.

Ainda, a inexistência de diferenças entre os dois grupos de fêmeas, pode ser devido à semelhança de peso corpóreo, e ao fato de que a idade média das fêmeas com até 4 anos de idade (42 meses) era superior a mesma em machos com até 4 anos de idade (36 meses).

O diâmetro do átrio esquerdo foi significativamente menor no grupo de machos com até 4 anos de idade (Quadro 5), podendo ser um reflexo de diferença significativa de peso corpóreo deste, já que foi observado o maior coeficiente de correlação com o peso corpóreo para esta variável ($r=0,6125$ e $p<0,0001$).

Quanto aos índices da função ventricular, ponto E-S, FS% e EF%, e da razão AEs/ Aod, não foram detectadas diferenças entre as médias dos grupos, o que era previsto, já que estes, segundo Lightowler et al. (2000) não são influenciados pelo peso, altura e superfície corporal.

A correlação dos parâmetros ecocardiográficos e o peso corpóreo vêm sido extremamente referida, no entanto as conclusões diferem consideravelmente. Neste trabalho, foram observadas correlações positivas entre o peso corpóreo e SIV, em sístole e diástole, PLVEs, AEs, Aod, AEs/Aod no modo B, e com SIVs, DIVEd, PLVEs, Vd, Aod no modo Vöros et al. (1991), semelhantemente observaram uma correlação positiva entre o SIVs e o peso corpóreo, e Lombard et al. (1984) e Stewart et al. (1984), ao estudarem potros em crescimento, observaram correlações positivas com o DIVEs, DIVEd, Aod e AEs. Ainda que Long et al. (1992) e Slater & Herrtage (1995) não observaram correlação com nenhum dos parâmetros.

De maneira subjetiva, foi observado neste trabalho, que embora houvesse uma correlação positiva entre os parâmetros ecocardiográficos e o peso corpóreo, em animais com sobrepeso, esta não podia ser avaliada, pois o peso não representava apenas a massa muscular, mas também massa de tecido adiposo. Seria interessante corrigir o peso corpóreo com a porcentagem de massa muscular, para que este fosse então correlacionada com os parâmetros ecocardiográficos. O peso corpóreo dos animais avaliados foi estimado pelo perímetro torácico, logo suas correlações refletem as correlações do perímetro torácico.

No presente trabalho, foram observadas correlações positivas entre a altura de cernelha e o diâmetro da aorta,

do átrio esquerdo, SIVs, SVd, DIVEs, PLVEd e Vd, no modo B ($r=0,05467$, $p<0,05$). Sugere-se que tais correlações reflitam a influência do desenvolvimento e conformação corpórea sobre tais variáveis, já que a altura da cernelha, ao contrário do peso corpóreo, não é influenciada pela massa de tecido adiposo.

A correlação com a idade foi citada por Stewart, Rose e Barko (1984) em potros em crescimento. Eles também observaram uma correlação positiva desta variável com AEs, PLVE, SIV e DIVEd.

CONCLUSÕES

A avaliação cardíaca qualitativa pode ser realizada por ambas modalidades ecocardiográficas, tanto modo M como modo B. A janela cardíaca esquerda pode ser utilizada para a mensuração das câmaras cardíacas esquerdas, no entanto, dá-se preferência a janela cardíaca direita para o cálculo da FS% e da FE%.

Houve influência tanto do sexo como da faixa etária sobre os valores de referência para equinos da raça Mangalarga Marchador, tendo os machos acima de 4 anos apresentados valores de medidas ventriculares maiores. O peso, altura e idade dos animais influenciaram da mesma forma os resultados, estando todos relacionados positivamente ao tamanho da estrutura cardíaca.

Com este trabalho, reforça-se a necessidade do estabelecimento de valores de referência para cada uma das raças, levando em consideração os fatores fisiológicos que possam influenciar os parâmetros cardíacos, para que estes tenham um maior valor comparativo, permitindo a detecção de alterações estruturais mais sutis decorrentes das doenças cardíacas, ou ainda, da resposta cardíaca frente a exercícios e agentes inotrópicos.

Agradecimentos. - À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Bakos Z., Vöros K., Järvinen T. & Reiczigel J. 2002. Two-dimensional and M-mode echocardiographic measurements of cardiac dimension in healthy Standardbred trotters. *Acta Veterinaria Hungarica* 50:273-282.
- Bonagura J.D. 1983. M-mode echocardiography: basic principles. *Vet. Clin. North Am., Small Anim. Pract.* 13:299-319.
- Bonagura J.D., Herring D.S. & Welker F. 1985. Echocardiography. *Vet. Clin. North Am., Eq. Pract.* 1:311-333.
- Bonomo C.C.M., Michima L.E.S., Miyashiro P. & Fernandes W.R. 2011. Quantitative echocardiography of athletic Quarter horses. *Ars Vet.* 27:220-225.
- Bonomo C.C.M., Michima L.E.S., Miyashiro P. & Fernandes W.R. 2014. Avaliação ecocardiográfica do desenvolvimento cardíaco de cavalos atletas: comparação entre atividades físicas distintas. *Pesq. Vet. Bras.* 34:923-927.
- Buhl R., Erbsoll A.K. & Eriksen L. 2004. Low-intensity race training does not induce left ventricular hypertrophy in 2-year-old Standardbred trotters. *J. Equine Vet. Sci.* 24:295-300.
- Carlsten J.C. 1987. Two-dimensional, real time echocardiography in the horse. *Vet. Radiol.* 28:76-87.
- Kriz N.G. & Rose R.J. 2002. Repeatability of standard transthoracic echocardiographic measurements in horses. *Aust. Vet. J.* 80:362-370.
- Lescure F. & Tamzali Y. 1984. Valeurs de référence en échocardiographie chez le cheval de sport (Pur Sang Anglais - Cheval de Selle Français). *Revue Méd. Vét.* 135:405-418.

- Lightowler C.H., Pidal G. & Cattáneo M.L. 2002a. Estudio cuantitativo de la ecocardiografía equina. *InVet* 4:23-36.
- Lightowler C.H., Pidal G., Cattáneo M.L. & Liñeiro J.A.G. 2002b. Diámetros y volúmenes de ventrículo izquierdo del caballo determinados por ecocardiografía. *Archs Med. Vet.* 34:135-146.
- Lightowler C.H., Pidal G., Mercado M & Cattáneo 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. *Archs Med. Vet.* 32:229-234.
- Lombard C.W., Evans M., Martin L. & Tehrani J. 1984. Blood pressure, electrocardiogram and echocardiogram measurements in the growing pony foal. *Equine Vet. J.* 16:342-347.
- Long K.J., Bonagura J.K. & Darke P.G.G. 1992. Standardized imaging technique for guided M-mode and Doppler echocardiography in the horse. *Equine Vet. J.* 24:226-235.
- Marr C.M. 1994. Equine echocardiography: sound advice at the heart of the matter. *Brit. Vet. J.* 150:527-545.
- Michima L.E.S. 2003. Avaliação de dimensões e índices cardíacos obtidos por ecocardiografia de equinos de enduro criados no Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 71p.
- 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. Equine Vet. Sci.* 24:451-457.
- O'Callaghan M.W. 1985. Comparison of echocardiographic and autopsy measurements of cardiac dimensions in the horse. *Equine Vet. J.* 17:361-368.
- Patteson M.W. 1996. Diagnostic aids in equine cardiology, p.70-115. In: Patteson M.W. (Ed.), *Equine Cardiology*. Blackwell Science, Oxford.
- 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. *Equine Vet. J.* 19(Suppl.):18-17.
- Pipers F.S. & Hamlin R.L. 1977. Echocardiography in the horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 170:815-819.
- Reef V.B. 1998. Cardiovascular ultrasonography, p.215-272. In: *Ibid.* (Ed.), *Equine Diagnostic Ultrasound*. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Reef V.B. 1990. Echocardiographic examination in the horse: the basics. *Compend. Cont. Vet. Educ.* 12:1313-1319.
- Sahn D.J., Demaria A., Kisslo J. & Weyman A. 1978. Recommendations regarding quantifications in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 58:1072-1083.
- Slater J.D. & Herrtage M.E. 1995. Echocardiographic measurements of cardiac dimensions in normal ponies and horses. *Equine Vet. J.* 19(Suppl.):28-32.
- Stewart J.H., Rose J.R. & Barko A.M. 1984. Echocardiography in foals from birth to three months old. *Equine Vet. J.* 16:332-341.
- Tilley L.P. 1992. The approach to the electrocardiogram, p.40-55. In: *Ibid.* (Ed.), *Essentials of Canine and Feline Electrocardiography: interpretation and treatment*. 3rd ed. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Thomas W.P., Gaber C.E., Jacobs G.J., Kaplan P.M., Lombard C.W., Moise S. & Moses B.L. 1994. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. *Vet. Radiol. Ultrasound* 35:173-178.
- Vörös K., Holmes J.R. & Gibbs C. 1990. Anatomic validation of two-dimensional echocardiography in the horse. *Equine Vet. J.* 22:392-397.
- Vörös K., Holmes J.R. & Gibbs C. 1991. Measurement of cardiac dimensions with two-dimensional echocardiography in the living horse. *Equine Vet. J.* 23:461-465
- Young L.E. 1999. Cardiac responses to training in 2-year-old Thoroughbreds: an echocardiographic study. *Equine Vet. J.* 30:195-198.