

TRABAJOS ORIGINALES

VALORES DE REFERENCIA EN ECOCARDIGRAFIA CANINA: DIAMETRO AORTICO, DIAMETROS Y VOLUMENES DEL VENTRICULO IZQUIERDO

Carlos Lightowler S. (M.V.; D.A.),
Monica Mercado B. (M.V.; D.A.)*
y Maria Cattaneo (L.M.) * *

REFERENCE VALUES IN CANINE ECHOCARDIOGRAPHY AORTIC DIAMETER, DIAMETERS AND VOLUMES OF LEFT VENTRICLE

SUMMARY

The determination of the systolic and diastolic diameters of the left ventricle, the systolic and diastolic volumes of the same ventricle and the systolic diameter of the aortic root, was carried out in sixty normal dogs of different age and weight. The results were processed statistically in order to establish different universes based on ranges of weight, instead of using specific values for each weight, individually. This possibility was corroborated by the high correlation between each variable and the weight. Taking into consideration that all the variables were highly related to the weight and metabolic size, we suggest to use, as referential intervals, those obtained from the band of trust of the regression straight line.

Palabras claves: Diámetro, volumen, ventrículo izquierdo, aorta.

Key words: Diameter, volume, left ventricle, aorta.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la eco cardiografía constituye una importante herramienta diagnóstica en cardiología canina. Este tipo de estudio no solo permite visualizar las características de las

distintas estructuras que conforman el corazón sino que además posibilita la realización de una serie de cuantificaciones de utilidad, no solo desde el punto de vista anatómico, sino también funcional, todo ello de una forma incruenta y totalmente traumática (Cuesta Silva, y col. 1977; Esper y col., 1977; Feigenbaum, H., 1995; Kienle y col., 1995).

Varios son los estudios publicados que hacen referencia a los valores de las distintas mediciones ecocardiográficas e índices funcionales en caninos (Boon y col., 1983; Jacobs y col., 1988 (a y b); Lombard, 1984; Nashiro, y col., 1976; Morrison y col. 1992; O'Grady y col., 1986; Schillerv y col., 1983; Snyder y col., 1995; Gooding y col., 1986). Sin embargo, a la fecha no existen valores normales ampliamente aceptados para la especie (Kienle y col., 1995).

* Facultad de Ciencias Veterinarias.
Universidad de Buenos Aires.

* Departamento de Medicina.
Área Enfermedades Quirúrgicas.
Departamento Medicina Preventiva
y salud Pública.

** Facultad de Ciencias Veterinarias.
Universidad de Buenos Aires.

* Departamento de Medicina.
Área de Matemáticas y Estadística.

Financiado por Proyecto de Investigación VE-002,
Secretaría de Ciencia y Técnica
de la Universidad de Buenos Aires

Por otro lado, existen en eco cardiografía canina una serie de mediciones que se encuentran estrechamente relacionadas al peso/tamaño, lo que implica trabajar con una serie grande de valores normales para cada escala de peso (Jacobs y col., 1988b). El hecho de considerar subpoblaciones por peso, simplificaría, sin dudas la cantidad de valores a manejar y por ende simplificar la valorización ecocardiografica.

El presente estudio fue diseñado con el objeto de obtener valores referenciales de distintos accidentes anatómicas e índices de la función ventricular en perros normales a partir de ecotomogramas en modo-M guiado derivados de imágenes referenciales en modo-B (2D), separados por grupos de peso. En esta comunicación se presentan los valores del diámetro sistólico de la arteria aorta y los diámetros diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo y de los volúmenes ventriculares correspondientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizaron 60 caninos de ambos sexos, tamaños, pesos y edades variadas, incluyéndose varias razas y mestizos. El área de superficie corporal fue calculada a través de la formula: $ASC = K (\text{constante de } 10,1 \text{ para caninos}) \times P^{2/3} / 10^4$. Se seleccionaron animales cardiológicamente sanos, considerándolos como tales sobre la base de los datos obtenidos en la exploración física y los estudios electrocardiográficos y ecocardiográficos. Para la evaluación ecocardiográfica se utilizo un ecógrafo marca Kontron, modelo Sigma 1 AC Cardio, equipado con transductores sectoriales mecánicos cardiológicos de 3,5 y 7,5 MHz., empleados según el tamaño de los pacientes. Como equipos periféricos se utilizaron una videoimpresora marca Sony, modelo UP-870MD y una videograbadora VHS marca Philips, modelo VR-354n7.

La representación en pantalla se realizó de acuerdo a las especificaciones establecidas previamente, de tal manera que la porción cardiaca mas cercana al transductor se orientó hacia la parte superior de la pantalla y la base cardiaca hacia la derecha de la misma (Thomas, y col. 1993; Henry y col.1980).

Con el objeto de minimizar la influencia de las variables de calibración en el procesamiento de la imagen, en todos los casos, previo a cada estudio, se seleccionaron los siguientes parámetros: elección del programa Cardio general correspondiente al software del equipo. Controles TGC: mínima en la parte superior, máxima en la parte inferior e intermedia para la porción central para el transductor de 3,5MHz, máxima en todos los niveles para el transductor de 7,5MHz. Ganancia general para 2D: 50%, Ganancia general para TM: 50%, Rechazo de ecos: 50%. Realce: O, Post-procesado: 3 para ambos transductores. Enfoque de imagen: "near" para el transductor de 3,5MHz, "far" para el transductor de 7,5MHz. Profundidad de foco: inicial nivel 2 para ambos transductores (variándose según estructura a explorar). No se emplearon filtros.

Partiendo de los mencionados parámetros durante los estudios sólo se modifica, la "ganancia general", el "rechazo de ecos" para obtener una buena definición de interfaces y eventualmente el enfoque del campo para una adecuada visualización de las distintas partes de la imagen cardiaca.

Los estudios se realizaron con los pacientes en estación, sin ninguna forma de sedación química, realizando todas las mediciones desde imágenes obtenidas de la ventana paraesternal derecha (Thomas, 1984, Lightowler 1995). Todas las mediciones se realizaron en modo-M guiado, con velocidades de 100 cm/seg, a partir de ecotomogramas en modo-B, registrados a nivel de las cuerdas tendinosas para la determinación de los diámetros ventriculares y en eje corto, a nivel de la raíz aortica para determinar el diámetro de la misma.

Las mediciones se realizaron siguiendo los lineamientos establecidos por el Comité de estandarización para el modo-M de la Sociedad Americana de Eco cardiografía, empleando la técnica del "borde cercano" (Sahn y col. 1978). Cada paciente fue estudiado por dos ecografistas en días distintos y en cada caso se tomaron tres valores, cada uno ellos resultante del promedio de 5 mediciones efectuadas en ecotomogramas distintos del mismo nivel anatómico. Si los promedios de las mediciones para un mismo

paciente tomadas por distintos evaluadores difirieron en más del 12%, fueron eliminadas del computo final.

Los parámetros determinados fueron los siguientes: diámetro aórtico en sístole (DAOS), diámetros sistólico y diastólico del ventrículo izquierdo (DSVI, DDVI) y los volúmenes sistólico y diastólico del ventrículo izquierdo (VSVI, VDVI), empleando la fórmula cúbica modificada por Teichholz ($7 \times [DV^{-3/2}, 4 \times DV]$).

El estudio estadístico consistió en análisis de correlación y análisis de la varianza de un factor, considerando como factor el peso de los animales categorizado en intervalos de 5 Kg., en un rango de 0 a 35 kg. Se realizó, la comparación entre los valores medios en intervalos consecutivos, utilizando el método de Bonferroni, y los Intervalos de confianza para el valor medio de las poblaciones definidas por los intervalos de peso considerados. Se efectuó análisis de regresión lineal simple, utilizando el método de mínimos cuadrados tomando como variable regresora el tamaño metabólico.

RESULTADOS

Análisis de Varianza

Se observaron diferencias significativas entre los valores medios de DDVI correspondientes a los distintos intervalos de peso considerados ($p < 0,05$) e igualmente se comportaron los valores del DSVI ($p < 0,05$).

Los volúmenes ventriculares mostraron también diferencias significativas con los intervalos de peso (pero en este caso respecto de su logaritmo tanto para el VDVI como para el VSVI; $p < 0,05$) al igual que el diámetro aórtico en sístole ($p < 0,01$)

Análisis de Correlación

Se obtuvo correlación positiva significativa entre los valores del diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (DDVI) y los valores del peso corporal y entre los valores del DDVI y los correspondientes al tamaño metabólico ($r = 0,9690$ y $r = 0,97184$ respectivamente; $p < 0,05$). Los mismos resultados se obtuvieron en relación

al diámetro sistólico del ventrículo izquierdo (DSVI) ($r = 0,9602$ y $r = 0,96017$; $p < 0,05$).

En el caso de los volúmenes ventriculares se trabajó con la transformación logarítmica para obtener los supuestos requeridos para los análisis realizados. En este caso la correlación también fue positiva y significativa entre los valores del logaritmo de los volúmenes ventriculares y los valores del peso y del tamaño metabólico (VDVI: $r = 0,9563$ y $r = 0,9704$, respectivamente, $p < 0,05$; VSVI: $r = 0,9483$ y $r = 0,9601$ respectivamente, $p < 0,05$). Para el diámetro aórtico en sístole la correlación fue positiva y significativa tanto con el peso como con el tamaño metabólico ($r = 0,9848$ y $r = 0,9889$ respectivamente; $p < 0,01$). A su vez, el peso y el tamaño metabólico tienen alta correlación positiva ($r = 0,9928$; $p < 0,05$).

Comparación entre los valores medios de los parámetros estudiados

Se compararon entre sí los valores medios de los intervalos de peso consecutivos obteniéndose los siguientes resultados:

Se observaron diferencias significativas entre los valores medios del DDVI, DSVI, log. VDVI, log. VSVI y DAos entre los intervalos

5-10 kg. y 10-15 kg.;
10-15 kg. y 15-20 kg.;
15-20kg y 20-25kg;
10-25kg y 25-30kg;
25-30kg y 30-35 kg.;
 $p < 0,05$ y $p < 0,01$ para DAos

No se observaron diferencias significativas entre los valores medios de DDVI, DSVI, log. VDVI, log. VSVI y DAos en los intervalos 0-5 kg. y 5-10 kg.; $p > 0,05$ ($p > 0,01$ para DAos).

Intervalos de confianza

a) del 95% para los valores medios del DDVI y del DSVI*

INTERVALOS			
PESO (kg.)	del DDVI (mm)	del DSVI (mm)	n
5-10	(20,94 - 31,85)	(18,30 - 20,84)	13
10-15	(33,27 - 36,00)	(21,15 - 23,64)	13
15-20	(37,10 - 40,13)	(24,98 - 27,60)	12
20-25	(40,29 - 44,74)	(28,32 - 32,13)	7
25-30	(45,91 - 49,31)	(33,02 - 36,83)	7

DDVI: error estándar experimental: 23,26 con 52 g.l.

DSVI : error estándar experimental : 20,64 con 52 g.l.

Se descartaron los intervalos (0 - 5 Kg.) y 30-35 Kg.)
por resultar n =4 y n=3 respectivamente

b) para los valores medios del VDVI (95%)

INTERVALOS			
PESO (kg.)	log. VDVI	del VDVI (ml)	n
5-10	(3,4892 ; 3,6852)	(32,76 ; 39,85)	13
10-15	(3,7971 ; 3,9931)	(44,57 ; 54,22)	13
15-20	(4,0558 ; 4,2620)	(57,73 ; 70,95)	12
20-25	(4,2354 ; 4,5354)	(69,09 ; 93,26)	7
25-30	(4,4847 ; 4,7847)	(88,65 ; 119,67)	7

Error estándar experimental del log. VDVI: 0,1622 con 52 g.l.

c) para los valores medios del VSVI (95%)*

INTERVALOS			
PESO (kg.)	log. VDVI	del VDVI (ml)	n
5-10	(2,3425 ; 2,6105)	(10,41;13,61)	13
10-15	(2,6831 ; 2,9511)	(14,63 ; 19,13)	13
15-20	(3,0805 ; 3,3623)	(21,77 ; 28,85)	12
20-25	(3,3588 ; 3,7688)	(28,75 ; 43,33)	7
25-30	(3,7155 ; 4,1255)	(41,08 ; 61,90)	7

Error estándar experimental del log. VSVI: 0,2217 con 52 g.l.

Se descartaron los intervalos (0 kg.; 5 kg.) y (30 kg.;35 kg.)
por resultar n = 4 y n = 3 respectivamente

d) para los valores medios del DAos (99%)

PESO (kg.)	Intervalo del DAos(mm)	n
5-10	(16,43 ; 18,03)	13
10-15	(18,50 ; 20,10)	13
15-20	(20,55 ; 22,24)	12
20-25	(22,03 ; 24,68)	7
25-30	(24,19 ; 26,84)	7

Error estándar experimental = 0,09449 con 52 g.l

Se descartaron los intervalos (0 kg.; 5 kg.) y (30 kg.; 35 kg.)
por resultar n = 4 y n = 3 respectivamente

Rectas de Regresión

Estimadas ajustando los valores medios de la variable en estudio correspondientes a cada uno de los intervalos considerados en función del tamaño metabólico

a) para los valores medios de los DDVI y DSVI

$$\text{DDVI: } y=174,769+317,885 x$$

$$\text{DSVI: } y=79,768+279,328 x$$

resultando la regresión significativa ($p < 0,05$)

y un buen ajuste al modelo ($0,01 < p < 0,05$)

Error estándar residual del DDVI = 23,59 con 57 g.l.

Error estándar residual del DSVI= 22,03 con 57 g.l.

b) para los valores de los VDVI y VSVI

$$\text{VDVI: } y= 2,801+ 1,980 x$$

$$\text{VSVI: } y= 1,422+2,632 x$$

resultando la regresión significativa ($p < 0,05$)

y un buen ajuste al modelo ($p < 0,05$)

Error estándar residual del log. del VDVI = 0,1559 con 57 g.l.

Error estándar residual para el log. del VSDI = 0,2176 con 57 g.l.

c) para el valor del Daos

$$Y= 1,058+ 1,608 x$$

resultando la regresión significativa ($p \sim 0,01$)y un buen ajuste al modelo ($p < 0,01$)

Error estándar residual del DAos = 0,09511 con 57 g.l.

Intervalos de Confianza obtenidos de la banda de confianza del 95%

a) Diámetros ventriculares

$$\text{DDVI: } (174,769 + 317,885 x) \pm 2.002 \sqrt{9,432 + 207,281 (x - 0,629)}$$

$$\text{DSVI: } (79,768 + 279,328 x) \pm 2.002 \sqrt{8,224 + 180,729 (x - 0,629)}$$

Pto. medio del intervalo	tamaño metabólico	Intervalos del DDVI (en mm)	Intervalos del DSVI (en mm)
7,5	0,387	(28,85 - 30,71)	(17,92 - 19,66)
12,5	0,544	(34,11 - 35,43)	(22,55 - 23,79)
17,5	0,681	(38,49 - 39,76)	(26,41 - 27,59)
22,5	0,805	(42,27 - 43,86)	(29,72 - 31,21)
27,5	0,920	(45,68 - 47,76)	(32,70 - 34,65)

b) volúmenes ventriculares

$$\text{Log VDVI: } (2,80 + 1,98 x) \pm 2,002 \sqrt{4,12 * \exp. (-4) + 0,02 (x-0,63)}$$

$$\text{Log VSVI: } (1,42 + 2,63 x) \pm 2,002 \sqrt{8,03 * \exp. (-4) + 0,05 (x-0,63)}$$

Pto. Medio del Intervalo	tamaño metabólico	intervalos del log. VDVI	intervalos del VDVI
7,5	0,387	(3,47 ; 3,64)	(32,05 ; 38,05)
12,5	0,544	(3,83 ; 3,93)	(46,03 ; 50,73)
17,5	0,681	(4,11 ; 4,19)	(60,67 ; 66,22)
22,5	0,805	(4,33 ; 4,46)	(75,67 ; 86,76)
27,5	0,920	(4,52 ; 4,72)	(82,11 ; 112,39)

Pto. Medio del Intervalo	tamaño metabólico	intervalos del log. VSVI	intervalos del VSVI
7,5	0,387	(2,32 ; 2,56)	(10,18 ; 12,49)
12,5	0,544	(2,79 ; 2,92)	(16,22 ; 18,57)
17,5	0,681	(3,15 ; 3,28)	(23,41 ; 26,45)
22,5	0,805	(3,45 ; 3,64)	(31,36 ; 37,95)
27,5	0,920	(3,70 ; 3,98)	(40,46 ; 53,65)

c) diámetro de aorta en sístole

$$\text{Intervalo : } (174,769 + 317,885 x) \pm 2,002 \sqrt{9,432 + 207,281 (x - 0,629)}$$

Punto medio del Intervalo de peso	Tamaño metabólico	Intervalos del DAos (en mm)
7,5	0,387	(16,31; 17,31)
12,5	0,544	(19,34 ; 20,08)
17,5	0,681	(21,20 ; 21,88)
22,5	0,805	(23,10 ; 23,96)

CONCLUSIONES

La alta correlación existente entre cada una de las variables estudiadas (DDVI, DSVI, VDVI, VSVI y DAos) con el peso justifica la idea de obtener intervalos referenciales para sub-poblaciones de peso debidamente determinadas. Se consideraron cinco poblaciones en cuanto al peso de los animales: 5-10 kg., 10-15 kg., 15-20 kg., 20-25 kg. y 25-30 kg. en virtud de que las medias se diferenciaron significativamente y descartando aquéllas de menor tamaño de muestra. Los intervalos de confianza obtenidos para las medias de esas poblaciones con el error estándar experimental son de mayor amplitud que los intervalos obtenidos a partir de la banda de confianza de la recta estimada ajustando las medias de las poblaciones consideradas, debido a la corrección introducida por el tamaño

metabólico tomada como variable explicatoria. Para cada uno de los intervalos de peso considerados se observa que el intervalo obtenido con la recta estimada ajustando los valores medios de los DDVI, DSVI, log. VDVI, log. VSVI o DAos esta contenido o parcialmente superpuesto con respecto al intervalo correspondiente obtenido con el error estándar experimental.

En este caso, dado que las variables DDVI, DSVI, DAos, VDVI, VSVI (y los respectivos logaritmos de estas dos ultimas variables) están estrechamente relacionadas al peso y al tamaño metabólico, sugerimos tomar como intervalos referenciales a los obtenidos a partir de la banda de confianza de la recta de regresión. La metodología de construcción de intervalos utilizada en este trabajo en primer término queda

sugerida para el caso en que no hubieran buenas variables explicatorias. Cabe acotar, no obstante, que la cantidad de animales resultantes para la construcción de cada intervalo no es la suficiente como para considerarlos intervalos referenciales. Sin embargo, consideramos que estos valores pueden ser tomados como antecedentes válidos para el establecimiento de valores de referencia en el ecocardiograma canino.

RESUMEN

Se realizó la determinación de los diámetros sistólico y diastólico del ventrículo izquierdo, los volúmenes sistólico y diastólico del mismo ventrículo y el diámetro sistólico de la arteria aortica en sesenta caninos normales de distintas edades y pesos. Los resultados obtenidos fueron procesados estadísticamente con el objeto de determinar la posibilidad de establecer distintos universos construidos en función de rangos de peso, en vez de emplear valores específicos para cada peso individualmente, corroborándose esta posibilidad por la alta correlación encontrada entre cada variable y el peso. Asimismo y en función de que todas las variables se encontraron estrechamente relacionadas con el peso y tamaño metabólico, sugerimos utilizar como intervalos referenciales los obtenidos a partir de la banda de confianza de la recta de regresión.

REFERENCIAS

- Boon, J., Wingfield, W. E., Miller, C.W., 1983, Echocardiographic indices in the normal dog. *Veterinary Radiology* 24(5): 214-221
- Cuesta Silva, M., Boskis, P.F., Lerman, J., Binello, M.M., Torino, A.f., Scattini, M.C., Boskis, B. y Perosio, A.M., 1977. *Ecocardiografía clínica*. 18 Edición. Ed. El Ateneo. Buenos Aires
- Esper, R., Alday, L.E., Madoery, R.J., Moreiras, E., Panizza, J.S. y Yuste, P., 1977. *Introducción a la ecocardiografía*. 18 Ed. Ed. Stilcograf. Buenos Aires.
- Feigenbaum, H. 1995, *Echocardiography*. 5th Ed. Lea & Febiger.
- Gooding, J.P., Robindson, W.F., Mews, G.C., 1986. Echocardiographic assessment of left ventricular dimensions in clinically normal English Cocker Spaniels. *Am J Vet Res*, 47:296-300
- Gooding, J.P., Robindson, W.F., Mews, G.c., 1986. Ecocardiographic assesment of left ventricular dimensions in clinical normal English Cocker Spaniels. *Am J Vet Res*, 47:296-300
- Henry, W.L. et. al., 1980. Report of the American Society of Echocardiography Committee on Nomenclature and Standards in Two-dimensional echocardiography. *Circulation* 62:212-217
- Jacobs G., Mahjoob, K., 1988a. Influences of alterations in heart rate on echocardiographic measurements in dogs. *Am J Vet Res* 49:548-552
- Jacobs G., Mahjoob, K., 1988b, Multiple regression analysis using body size and cardiac cycle length in predicting echocardiographic variables in dogs. *Am J Vet Res*, 49: 1290-1294
- Kienle, E.D. and Thomas, W.P.. *Echocardiography in dogs* in Nyland, T.G. and Matton, J.S., 1995. *Veterinary Diagnostic Ultrasound*, 1 Ed. p. 198-255. Ed. WB Saunders
- Lightowler, C.H., 1995. Estandarizacion de la exploracion ecocardiografica en caninos. *Rev Ciencia Veterinaria*, 11:240-251
- Lombard, C.W. 1984. Normal values of canine M-mode echocardiogram. *Am J Vet Res* 45(10):2015-1018
- Mashiro, I., Nelson, R.R., Cohn J.N., Franciosa, J. A. 1976. Ventricular dimensions measured noninvasively by echocardiography in the awake dog. *J Appl Physiol*, 41:953-959
- Morrison, S.A., Moise, N.S., Scarlett, J.S., 1992. Effect of breed and body weight on echocardiographic values in four breeds of dogs of differing somatotype. *J Vet Int Med*. 6:220-222

- O'Grady, M.R., Bonagura, J.D., Powers, J.D., Herring, D.S., 1986. Quantitative cross-sectional echocardiography in the normal dog. *Veterinary Radiology* 27(2):34-49.
- Snyder, P.S., Sato, T., and Atkins, C.E., 1995. A comparison of echocardiographic indices of the nonracing healthy greyhound to reference values from other breeds, *Veterinary Radiology & Ultrasound* 36(5): 387-392
- Schiller, N.B., Skioldebrand, Schiller, E.J., Mavroudis, C.C., Silverman, N.H., Rahimtoola, S.H. & Lipton, M.J. 1983. Canine left ventricular mass estimation by two-dimensional echocardiography. *Circulation* 68(1)210-216
- Sahn, D.J. et.al. 1978, Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography measurements. *Circulation* 58:1072-1083
- Thomas, W.P. 1984, Two-dimensional, real-time echocardiography in the dog. Technique and anatomic validation. *Veterinary Radiology* 25:5064
- Thomas, W.P. et.al. 1993, Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in dogs and cats *J Vet Inter Med* 7:247-252