



Archivos de Medicina Veterinaria
ISSN: 0301-732X
archmv@uach.cl
Universidad Austral de Chile
Chile

LIGHTOWLER, C.; PIDAL, G.; CATTÁNEO, M.; GARCIA LIÑEIRO, J.
Diámetros y volúmenes del ventrículo izquierdo del caballo determinados por ecocardiografía
Archivos de Medicina Veterinaria, vol. 34, núm. 1, 2002, pp. 135-146
Universidad Austral de Chile
Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173013842016>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

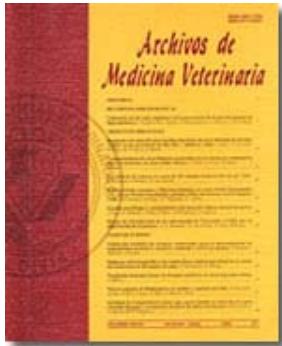
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

[Inicio Web Revistas](#) [Web Biblioteca](#) [Contacto](#)

Revistas Electrónicas UACH

[Artículos](#) [Búsqueda artículos](#)

[Tabla de contenido](#) [Anterior](#) [Próximo](#) [Autor](#) [Materia](#) [Búsqueda](#) [Inicio](#) [Lista](#)

 **Archivos de medicina veterinaria**
ISSN 0301-732X *versión impresa*

[Como citar este artículo](#)
[Aregar a favoritos](#)
[Enviar a e-mail](#)
[Imprimir HTML](#)

Arch. med. vet. v.34 n.1 Valdivia 2002

Arch. Med. Vet., Vol. XXXIV, N° 1, 2002, pp. 135-146

COMUNICACIONES

Diámetros y volúmenes del ventrículo izquierdo del caballo determinados por ecocardiografía *

Echocardiographic evaluation of left ventricular diameters and volumes in horses

C. LIGHTOWLER¹, M.V.; G. PIDAL², M.V.; M. CATTÁNEO³, Lic. en Matemáticas; J. GARCIA LIÑEIRO⁴, M.V.

* El presente estudio forma parte del Proyecto de Investigación TV021, aprobado y subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires.

^{1,2,4} Departamento de Medicina. ³ Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires (UBA), ARGENTINA. Chorroarin 280 (1427) Buenos Aires. Tel: 54-11-4524-8441, e-mail olmo@fvet.uba.ar

Summary

The purpose of this study was to establish by means of the echocardiographic evaluation the normal values of ventricular diameters and volumes in horses, to compare these values with those published by other authors and to establish if there is relationship between bodyweight and the variables studied. Ninety-nine horses, 296-546 kg body weight, cardiologically healthy and not trained were used. The measurements were made in guided M-mode, short axis images obtained from right parasternal window.

Summary statistics for each dimension were determined including the range, mean, median, standard deviation, coefficient of variation and limit values. Least squares linear regression analysis was used to evaluate any relationship between measured variables and bodyweight. Differences between mean values were compared using a Student's t test. Repeatability for each dimension was assessed using a two-way analysis of variance. Statistical comparison with values of similar variables obtained by other author were made.

The results were: Left ventricular diastolic diameter (LVDD) value: 10.31 ± 1.17 cm, Left ventricular systolic diameter (LVSD) value: 6.16 ± 0.98 cm; Left ventricular diastolic volume (LVDV) value: 600.50 ± 156.63 ml and left ventricular systolic volume (LVSV) value: 200.66 ± 77.71 . Pearson's coefficient (r): LVDD: 0.4731, LVSD: 0.3171, LVDV: 0.412, LVSV: 0.3163. The horses were divided in two groups according to bodyweight (> 500 kg and < 500 kg). Significant differences in mean values of the studied variables were found.

Key words: Horse, echocardiography, ventricular diameters, ventricular volumes.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue aportar nuevos valores de los diámetros y volúmenes ventriculares del caballo determinados ecocardiográficamente, compararlos con los publicados con otros autores y verificar si correlacionan con el peso corporal. Se emplearon 99 caballos cardiológicamente sanos, sin ninguna forma de entrenamiento previo y con pesos comprendidos entre 296 y 546 kilos. Las mediciones se realizaron a partir de ecotomogramas obtenidos desde la ventana paraesternal derecha en eje corto, a nivel de las cuerdas tendinosas valvulares y en modo-M guiado. Se realizaron comparaciones estadísticas con los valores de variables similares publicados por otros autores. El procesamiento estadístico consistió en la obtención de las medidas de estadística descriptiva (media, desvío estándar, coeficiente de variación, mediana, valores máximos y mínimos, 1er cuartil y 3er cuartil), análisis de varianza de un factor, prueba para diferencia de medias con distribución t de Student. Se realizó también un estudio de correlación y regresión lineal entre el peso corporal y las variables estudiadas.

Los resultados fueron los siguientes = DDVI: $10.31 \text{ cm} \pm 1.17 \text{ cm}$, DSVI: $6.16 \text{ cm} \pm 0.98 \text{ cm}$; VDVI: $615.50 \text{ ml} \pm 156.63 \text{ ml}$ y VSVI: $200.66 \text{ ml} \pm 77.71 \text{ ml}$. Coeficiente de Pearson (r) = DDVI: 0.47; DSVI: 0.32; VDVI: 0.47; VSVI: 0.32, obteniéndose además regresiones significativas pero que no permitieron utilizar el peso como variable predictora. Cuando se realizó la partición de la muestra en dos grupos según peso se obtuvieron valores medios de los parámetros estudiados significativamente diferentes para ambos grupos.

Palabras claves: Caballo, ecocardiografía, diámetros ventriculares, volúmenes ventriculares.

INTRODUCCION

El diagnóstico cardiológico y el monitoreo de los aspectos hemodinámicos relacionados al mejoramiento de la performance deportiva han experimentado cambios importantes en la última década, período en el cual la ecocardiografía desde su introducción en la clínica equina se ha convertido en una herramienta diagnóstica de

incuestionable valor para el estudio de ambos aspectos (Pipers y col., 1977, 1978, 1979; Kuramoto y col., 1989).

La necesidad de cuantificar correctamente las enfermedades detectadas y desarrollar un pronóstico exacto es de vital importancia por la índole de los enfermos estudiados, en su mayoría equinos destinados a prácticas deportivas.

Es bien conocida por los clínicos la dificultad que existe para la obtención de diagnósticos cardiológicos adecuados, para la evaluación del significado de muchos de los hallazgos clínicos y para el establecimiento del pronóstico de las alteraciones cardiovasculares sobre la base exclusiva de la evaluación física y el electrocardiograma, que sabemos es, en esta especie, poco sensible para la valorización de las modificaciones del tamaño de las cámaras cardíacas ([Bonagura y col., 1985](#); [Bonagura, 1985](#); [Reef, 1990](#); [Long y col., 1992a](#); [Patteson y col., 1995](#); [Kienle y col., 1995](#); [Marr y col., 1995](#); [Taylor y col., 1997](#)). Esto se ve agravado porque el acceso a la radiología de tórax es limitado en esta especie.

La evaluación anatómica y funcional cualitativa de las distintas estructuras cardíacas constituye un capítulo importante dentro de la evaluación ultrasónica del corazón. Sin embargo, el objetivo principal de la ecocardiografía MB es la obtención de la medida de los distintos accidentes y el cálculo de índices funcionales destinados a evaluar aspectos hemodinámicos relacionados específicamente a la función cardíaca (como bomba y como músculo).

Mucho se ha trabajado y escrito en relación a las mediciones e índices ecocardiográficos. La obtención de valores normales de referencia es un paso previo necesario para poder considerar sus desvíos como signos de alteración o enfermedad. Para que dichos valores sean exactos y repetibles deben ser fijados con una metodología perfectamente estipulada y acotada, prestándose particular atención a la orientación de los planos de las imágenes desde donde se derivarán las medidas, y atendiendo fundamentalmente a los reparos anatómicos internos fijados como estándares ([Schiller y col., 1989](#); [Kienle y col., 1995](#); [Slater y col., 1995](#); [Lightowler y col., 1999](#); [O'Callaghan, 1985](#)).

La cuantificación ecocardiográfica puede englobarse en tres ítems: A) la medición lineal de estructuras anatómicas, particularmente espesores sistólicos y diastólicos de paredes y septum, diámetros diastólicos y sistólicos de cavidades y diámetro de la válvula aórtica; B) el cálculo de volúmenes y de los índices de la fase de eyeccción, donde se engloba una serie de parámetros que dan idea sobre la capacidad de bomba de los ventrículos, y C) la medición de los denominados intervalos sistólicos, que arrojan datos sobre la performance sistólica ventricular.

Entre las distintas mediciones que se realizan durante los estudios ecocardiográficos de rutina se destacan la determinación de los diámetros ventriculares y el cálculo de los volúmenes de dichas cavidades.

Por lo mencionado es que fijamos como objetivo del presente estudio aportar nuevos guarismos que permitan la obtención de valores de referencia universalmente aceptados para los diámetros sistólico y diastólico del ventrículo izquierdo y los volúmenes sistólico y diastólico de dicho ventrículo, comparar los resultados con los publicados por otros autores y verificar si correlacionan con el peso corporal.

MATERIAL Y METODOS

Muestra. Se incluyeron en el presente estudio 99 caballos carentes de evidencias clínicas de enfermedad cardíaca, los cuales fueron estudiados sin ninguna forma de sedación. El grupo consistió en caballos mestizos, sin ninguna forma especial de entrenamiento, con edades comprendidas entre 3 y 14 años y pesos entre 296 y 546 Kg.

Metodología. Los estudios fueron realizados con los animales colocados en una manga, sin ninguna otra forma de sujeción física. Las imágenes se obtuvieron con ecógrafos marca KONTRON, modelos SIGMA 1AC y SIGMA IRIS 440, configurados con transductores sectoriales mecánicos de 2.9 MHz y 3.5 MHz, con una representación de la imagen en pantalla hasta una profundidad máxima de 23 cm. Como equipos periféricos se emplearon una videoimpresora marca SONY, modelo UP-870MD y una videograbadora VHS marca Philips, modelo VR354.

En todos los casos, antes de cada estudio se procedió a estandarizar el procesamiento de la imagen, con el objeto de obtener registros de calidad comparable. Se utilizó el programa cardio general de la configuración del ecógrafo. El resto de los controles se ajustaron de la siguiente manera para ambos transductores: TGC máxima a todos los niveles de la imagen; ganancia general para modo-B, 50% y para modo-M, 60%; nivel de rechazo, 50%; realce, 0; postprocesado 3; profundidad de foco, 5 con enfoque del transductor para campo lejano. No se empleó filtro de movimiento.

Durante la realización de las ecocardiografías y con el objeto de mejorar la definición de las interfaces a identificar para la realización de las mediciones, sólo se modificó el nivel de la ganancia general y de rechazo de ecos, según el transductor empleado. Como técnica general del examen se empleó la metodología previamente descrita ([Lightowler y col., 1999](#)).

Se determinaron los siguientes parámetros: Diámetro Diastólico del Ventrículo Izquierdo (DDVI), Diámetro Sistólico del Ventrículo Izquierdo (DSVI), Volumen Diastólico del Ventrículo Izquierdo (VDVI) y Volumen Sistólico del Ventrículo Izquierdo (VDVI).

Todas las mediciones se realizaron a partir de imágenes en modo-M guiado, derivadas de ecotomogramas en modo-B registrados desde la ventana paraesternal derecha, siguiendo los lineamientos establecidos por [Long y col. \(1992a\)](#). Las mediciones se realizaron de acuerdo a lo especificado por la American Society of Echocardiography, empleando los calibres del equipo ([Sahn y col., 1978](#)).

La medición de los diámetros ventriculares se realizó a partir de ecotomogramas registrados en eje corto, a nivel de las cuerdas tendinosas, colocando el cursor de corte en un punto equidistante de ambos paquetes de cuerdas tendinosas.

El diámetro diastólico se midió en telediástole (coincidentemente con el comienzo del complejo ventricular del electrocardiograma) y el diámetro sistólico en el punto de máxima excursión posterior del tabique interventricular ([figura 1](#)).

Para la determinación de los volúmenes ventriculares se emplearon ecotomogramas idénticos a los utilizados para la medición de los diámetros ventriculares, de donde se derivaron los diámetros ventriculares, aplicando para el cálculo de los mismos la fórmula cúbica, modificada por Teichholz ($7 \times (DD)^3 / 2.4 + DD$ y $7 \times (DS)^3 / 2.4 + DS$), donde DD corresponde a diámetro diastólico y DS a diámetro sistólico.

Para todas las mediciones, el valor computado resultó del promedio de cinco determinaciones efectuadas en ecotomogramas diferentes.

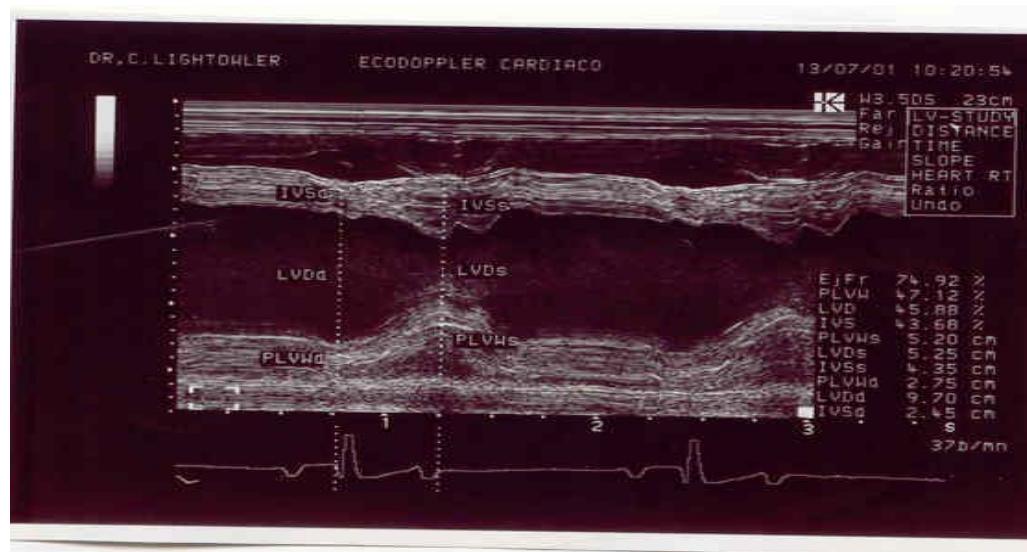


FIGURA 1. medición de los diámetros ventriculares. LVDd: diámetro ventricular izquierdo en diástole. LVDs: diámetro ventricular izquierdo en sístole.

Measurements of left ventricular diameters. LVDD: left ventricular diameter in diastole. LVDS: left ventricular diameter in systole.

Se compararon los valores del DDVI obtenidos en el presente estudio con los valores medios publicados por [Voros y col. \(1990\)](#), [Lescure y col. \(1984\)](#), [Slater y col. \(1995\)](#) y [Patteson y col. \(1995\)](#). Se observaron diferencias significativas entre los valores medios del DDVI obtenidos por los distintos autores ($p<0.01$) ([cuadro 1](#)).

El valor medio del DDVI calculado en el presente estudio difirió significativamente del publicado por [Patteson y col. \(1995\)](#) ($p<0.01$), y no presentó diferencias significativas con los publicados por el resto de los autores analizados ($p>0.01$). Asimismo, los valores medios del DDVI publicados por [Voros y col. \(1990\)](#), [Lescure y col. \(1984\)](#), [Slater y col. \(1995\)](#) y [Patteson y col. \(1995\)](#) no difirieron significativamente entre sí ($p>0.01$).

Los valores publicados por [Pipers y col. \(1977\)](#) y [Long y col. \(1992a\)](#) no se incluyeron en la comparación global de valores medios dado que sus varianzas son menores a las del resto y no cumplen con el supuesto de homoscedad requerido para el estudio. Para la comparación de estos dos valores con el valor medio obtenido en el presente estudio se utilizó una prueba para diferencia de medias con distribución t de Student, resultando que los valores medios difirieron significativamente ($p<0.01$).

2) *Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo (DSVI)* ($n = 99$). Las medidas resumen obtenidas para el diámetro sistólico del ventrículo izquierdo arrojaron los siguientes valores: Media = 6.16 cm, desvío estándar = 0.98 cm, Coeficiente de variación = 15.90%, valor mínimo = 4.45 cm, valor máximo = 9.75 cm, Mediana = 6.05 cm, primer cuartil = 5.55 cm, tercer cuartil = 6.60 cm.

El análisis de la varianza de un factor comparó el valor medio del DSVI obtenido en el presente trabajo con los valores medios publicados por [Voros y col. \(1990\)](#), [Lescure y col. \(1984\)](#), [Slater y col. \(1995\)](#), [Long y col. \(1992a\)](#) y [Patteson y col. \(1995\)](#), ([cuadro 2](#)).

Se observaron diferencias significativas entre los valores medios del DSVI obtenidos por los distintos autores ($p<0.00001$). El valor medio

Metodología estadística. El procesamiento estadístico consistió en la obtención de las medidas resumen (valores máximo y mínimo, media, mediana, primer cuartil, tercer cuartil, desviación estándar y coeficiente de variación). Con el propósito de comparar el valor medio de los distintos parámetros obtenidos en el presente estudio con los valores medios homólogos publicados por otros investigadores y de acuerdo a la verificación de supuestos, se realizó un análisis de varianza de un factor o una prueba para diferencias de medias con distribución t de Student. Posteriormente se realizaron comparaciones entre los valores medios utilizando el método de Scheffé. Se realizó, además, un estudio de correlación y regresión lineal entre los valores de los parámetros estudiados y el peso corporal. Se formaron grupos en función del peso corporal, estudiando dos particiones, comparando sus medias utilizando la distribución t de Student y efectuando un análisis de varianza de un factor y comparaciones múltiples a través del método de Bonferroni.

En todos los casos se trabajó con un nivel de significación de 0.01

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. RESULTADOS CORRESPONDIENTES A LA ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y COMPARACIÓN DE VALORES. Seguidamente se presentan los resultados obtenidos para cada una de las variables estudiadas y las correspondientes comparaciones con los valores medios publicados por distintos autores. Dichas comparaciones se realizaron teniendo en cuenta la semejanza de las condiciones experimentales según lo especificado en Material y Métodos.

1) *Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (DDVI)* (n = 99). Los valores obtenidos para las medidas resumen fueron las siguientes: Media = 10.31 cm, desvío estándar = 1.17 cm, Coeficiente de variación = 11.38%; valor mínimo = 7.75 cm, valor máximo = 13.80 cm, Mediana = 10.15 cm, primer cuartil = 9.60 cm, tercer cuartil = 11.05 cm. ([cuadro 3](#)).

CUADRO 1. Valores comparativos correspondientes al diámetro diastólico del ventrículo izquierdo.

Comparative values for left ventricular diastolic diameter.

Autor	n	Media (cm)	DS (cm)	V. Min. (cm)	Max. (cm)
Lescure, F. y col.	100	11.06	1.34	—	—
Lightowler, C. y col.	99	10.31	1.17	7.75	13.80
Long, K. y col.	26	11.90	0.71	10.50	13.55
Pipers, F. y col.	18	9.30	0.30	—	—
Slater, J. y col.	16	11.20	0.88	9.90	12.2
Patteson, M. y col.	38	11.47	0.85	—	—
Voros, K. y col	18	11.30	1.37	8.00	14.00

CUADRO 2. Valores comparativos correspondientes al Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo.

Comparative values for left ventricular systolic diameter.

Autor	n	Media (cm)	DS (cm)	V. Min. (cm)	Max. (cm)
Lescure, F. y col.	100	6.71	0.91	—	—
Lightowler, C. y col.	99	6.16	0.98	4.45	9.75

Long, K. y col.	26	7.35	0.72	6.10	8.70
Slater, J. y col.	16	7.30	0.80	6.40	9.80
Patteson, M. y col.	38	7.20	0.73	—	—
Voros, K. y col.	18	7.30	0.76	5.90	9.10
Pipers, F. y col	25	5.70	0.23	—	—

CUADRO 3. Resumen de los valores obtenidos en el presente estudio.

Values obtained in the present study.

Medición	n	MEDIA	DS	CV	V. Min.	V. Max.	Mediana	1er C	3er C.
DDVI (cm)	99	10.31	1.17	11.38	7.75	13.80	10.15	9.60	11.05
DSVI (cm)	99	6.16	0.98	15.90	4.45	9.75	6.05	5.55	6.60
VDVI (ml)	97	600.50	156.63	24.45	320.90	1.135.6	595.91	516.60	702.20
VSVI (ml)	97	200.66	77.71	38.73	90.18	533.99	183.30	150.52	232.49

de DSVI obtenido por [Lescure y col. \(1984\)](#) difirió significativamente de los valores medios obtenidos por [Long y col. \(1992a\)](#), [Voros y col. \(1990\)](#), [Slater y col. \(1995\)](#) y [Patteson y col. \(1995\)](#) ($p<0.01$).

El valor medio de DSVI obtenido en este trabajo difirió significativamente de los valores medios obtenidos por [Long y col. \(1992\)](#), [Voros y col. \(1990\)](#), [Slater y col. \(1995\)](#) y [Patteson y col. \(1995\)](#) ($p<0.01$).

Los valores medios de DSVI obtenidos por los restantes autores no difieren significativamente entre sí ($p>0.01$).

Para la comparación entre los valores publicados por [Piper y col. \(1977\)](#) y los encontrados en este estudio se realizó la prueba de medias con distribución t de Student con varianzas no homogéneas, encontrándose que los valores medios diferían significativamente ($p<0.01$).

3) *Volumen diastólico del ventrículo izquierdo (VDVI)* ($n = 97$). Los valores obtenidos para las medidas resumen correspondientes al volumen diastólico del ventrículo izquierdo fueron los siguientes: Media = 600.50 cm^3 , desvío estándar = 156.63 cm^3 , Coeficiente de variación = 25.45%, valor mínimo = 320.90 cm^3 , valor máximo = $1.135.60 \text{ cm}^3$, Mediana = 595.91 cm^3 , primer cuartil = 516.20 cm^3 , tercer cuartil = 702.20 cm^3 .

4) *Volumen sistólico del ventrículo izquierdo (VSVI)* ($n = 97$). Los valores obtenidos para las medidas resumen correspondientes al volumen sistólico del ventrículo izquierdo fueron los siguientes: Media = 200.66 cm^3 , desvío estándar = 77.71 cm^3 , Coeficiente de variación = 38.73%, valor mínimo = 90.18 cm^3 , valor máximo = 533.99 cm^3 , Mediana = 183.75 cm^3 , primer cuartil = 150.52 cm^3 , tercer cuartil = 232.49 cm^3 .

B. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA CORRELACION Y REGRESION.

1. *Peso.* La media de peso para la población estudiada fue de 428.44 kilos con un desvío estándar de 60.01 kilos, con valores extremos entre 296 y 546 kilos. El análisis de la regresión se realizó tomando

como variable independiente al peso corporal.

2. *Análisis de correlación.* Coeficiente de Pearson (r) DDVI: 0.47, DSVI: 0.31, VDVI: 0.47, VSVI: 0.31. Todas las variables estudiadas están significativamente correlacionadas con el peso corporal ($p < 0.01$).

3. *Análisis de regresión.* Probabilidad asociada al coeficiente de regresión (p) = DDVI: 0.0004, DSVI: 0.0014, VDVI: 0.0007, VSVI: 0.0016.

Coeficiente de determinación (R^2) = DDVI: 0.14, DSVI: 0.10, VDVI: 0.13, VSVI: 0.10.

Si bien todas las regresiones resultan significativas ($p < 0.01$), el hecho de que el coeficiente de determinación, tomado como medida de ajuste, resulte bajo (menor al 33 % en todos los casos), indica un grado de dispersión que no justifica la utilización del peso como variable predoctora. Tampoco se observó tendencia no lineal entre las variables en estudio y el peso.

Como consecuencia de los mencionado y con el objeto de comprobar si se podía mejorar la tendencia para emplear el peso como variable predoctora se realizaron distintas particiones de peso en la muestra analizada, estudiando el comportamiento de las variables en las nuevas condiciones.

4. *Comportamiento de las variables en distintas particiones del peso. Partición I.* Los animales incluidos en el presente estudio se dividieron en tres grupos según su peso corporal = Grupo 1 ($n = 30$): 400 kilos o menos, Grupo 2 ($n = 55$): desde 401 kilos y hasta 499 kilos y Grupo 3 ($n = 14$): 500 kilos o más.

El análisis de la varianza resultó significativo en todos los casos ($p < 0.01$), indicando que los valores medios de cada una de las variables difieren en los tres grupos formados en función del peso corporal. Debido a los requerimientos (normalidad y homocedacia) de la prueba se utilizaron los datos transformados, en este caso particular por falta de normalidad, utilizándose la fórmula: $y = x^{-0.1}$ obtenida por el método de Box-Cox.

Los resultados obtenidos al realizar comparaciones múltiples (nivel utilizado para Bonferroni: 0.01/3) indicaron que no se observan diferencias significativas entre los valores medios correspondientes a las categorías de peso 1 y 2, en ninguna de las variables estudiadas ($p > 0.003$), mientras que los valores medios de todas las variables del grupo 3 se diferencian significativamente de los de las categorías 1 y 2 ($p < 0.003$). ([cuadros 4 y 5](#)).

Partición II. En este caso fueron conformados dos grupos, uno compuesto por los caballos hasta 499 kilos ($n = 85$) y el otro por los caballos de 500 kilos o más ($n = 14$).

Se observaron diferencias significativas entre los valores medios correspondientes a las categorías de peso consideradas en todas las variables en estudio ($p < 0.01$). Se utilizaron los datos transformados ($y = x^{-0.1}$), debido a los requerimientos de la prueba, enunciados previamente.

CUADRO 4. Valores medios y desviación estándar correspondientes a la partición en tres grupos.

Mean values and standard deviation in the three group division.

GRUPO	PESO	DDVI (cm)	VDVI (cm)	VDVI (ml)	VSVI (ml)
1	400 o menos	9.75±1.10	5.87 ± 0.85	544.37 ± 137.51	179.30 ± 56.86
2	401-499	10.29 ± 0.85	6.11 ± 0.82	606.79 ± 110.65	194.54 ± 64.41
3	501 o más	11.59 ± 1.47	7.00 ± 1.37	796.44 ± 208.95	268.50 ± 120.78

CUADRO 5. Resultados de las comparaciones múltiples en la partición 1.
 Results of the multiple comparison in partition 1.

Comparaciones Múltiples (Bonferroni = 0.003)				
1 vs 2	p=0.0145	P=0.2025	p=0.0168	p=0.1242
2 vs 3	p=0.0003	P=0.0047	p=0.0000	p=0.0074
1 vs 3	p=0.0000	p=0.0008	p=0.0000	p=0.0017

La población correspondiente a los pesos menores a 500 kg se diferencia de la correspondiente a los pesos mayores o iguales a 500 kg en cuanto a sus valores medios, en todas las variables. ([cuadro 6](#)).

El estudio más adecuado de las variables DDVI, DSVI, VDVI y VSVI en relación al peso, fue el obtenido particionando a los animales en dos grupos: los de peso menor a 500 kg y los de peso mayor o igual a 500 kg.

En ecocardiografía la exactitud de las mediciones depende de una serie de factores entre los que se destacan la correcta elección del ecotomograma y la adhesión a alguno de los principios de medición universalmente aceptados ([Sahn y col., 1978](#); [Henry y col., 1980](#); [O'Rurke y col., 1984](#); [Carlsten, 1986](#); [Carlsten, 1987](#); [Moses, 1994](#); [Thomas, y col., 1994](#); [Feigenbaum, 1995](#)).

El problema más serio que se encuentra cuando se pretende comparar valores de referencia ecocardiográficos para el caballo es la falta de indicación o la poco precisa especificación de la metodología empleada para la recolección de los distintos valores. ([Stewart y col., 1984](#); [O'Callaghan, 1991](#)).

Además, los valores publicados pueden variar también en función de la población elegida para realizar el estudio y el estado de los individuos que la conforman, hecho que tampoco es especificado con claridad en muchas publicaciones.

CUADRO 6. Valores medios y desviación estándar de la partición en dos grupos.
 Mean values and standard deviation in the two group division.

Grupo	Peso (kg)	DDVI (mm)	DSVI (mm)	VDVI (mm)	VSVI (mm)
1	499 o menos	10.09 ± 0.97	6.03 ± 0.08	584.98 ± 123.56	189.30 ± 61.96
2	500 o más	11.59 ± 1.47	7.00 ± 1.37	796.44 ± 208.95	268.50 ± 120.78
p	-----	0.0000	0.0011	0.0000	0.0020

Otro aspecto poco tenido en cuenta cuando se realizan este tipo de estudios es el grado de entrenamiento que presentan los animales estudiados, dado que existe una amplia información sobre el efecto directo que tiene el entrenamiento sobre las medidas ecocardiográficas, al igual que el desentrenamiento ([Paull, 1978](#); [Reef, 1998](#); [Patteson, 1999](#)).

En el presente estudio hemos cuidado de establecer perfectamente la metodología empleada y definido adecuadamente la muestra utilizada para la investigación.

En los resultados del presente estudio surgen coincidencias y diferencias entre los valores obtenidos y los publicados por los diversos autores con los cuales fueron confrontados. Se entiende que las diferencias son debidas a alguno o a todos los factores mencionados precedentemente como fuentes de error.

Descontando que se cuenta con la calidad técnica para la recolección de los datos, se considera que el punto más importante a tener en cuenta para futuros estudios sobre el tema es la selección de la muestra a estudiar, atendiendo en especial a su biotipo, uso y, fundamentalmente grado y tipo de entrenamiento.

Respecto de los volúmenes ventriculares, no se encontraron valores publicados considerados referenciales, razón por la cual fue imposible realizar comparaciones. Muy pocas referencias existen sobre el estudio de los volúmenes ventriculares izquierdos en el caballo y menos aún sobre la utilización de las distintas fórmulas para su obtención a través de los estudios ecocardiográficos. ([Lord y col., 1990](#); [Voros y col., 1990a](#); [Voros y col., 1990b](#)). Es bien conocida la dificultad que existe en la especie que nos ocupa para obtener imágenes en eje largo donde pueda representarse el ventrículo entero y mostrar el ápex cardíaco verdadero. De ello surge que todas las fórmulas para calcular los volúmenes ventriculares en las cuales para el cálculo sea necesario contar con el valor del eje largo (Hemielipse, integral de Simpson) están vedadas para el caballo. En el presente estudio se ha empleado la fórmula cúbica modificada por Teichholz por ser la más ampliamente utilizada en el hombre y en el perro y considerada por un autor ([Lord y col., 1990](#)) como una de las más adecuadas para su empleo en el equino.

Está demostrado para humanos ([Feigenbaum, 1995](#)) y caninos ([Bonn, 1998](#); [Kienle y col., 1995](#)) que existen parámetros que se correlacionan con el peso o la superficie corporal (tamaño de cámaras, espesores, volúmenes), mientras que otros son independientes (básicamente los índices ecocardiográficos). Sin embargo, [Long y col. \(1992a\)](#) no encontraron correlación de los diámetros ventriculares con el peso. Nuestros resultados indican la existencia de una correlación débil entre el peso corporal y el DDVI (+ 0.4731), DSVI (+0.3171), VDVI (+0.4712) y VSVI (+0.3163). Por otro lado los resultados de la regresión no permitieron establecer una tendencia lineal o no lineal que posibilite desarrollar una gráfica Peso/Diámetros o Peso/Volúmenes. Teniendo en cuenta lo mencionado parecería inapropiado promediar los valores de los diámetros y volúmenes ventriculares.

Cuando se realizó el análisis por grupos de peso, en la primera partición (tres grupos) se detectaron diferencias significativas entre el grupo 3 (más de 500 kg) y los grupos 1 y 2, pero no entre éstos, hecho que se confirma cuando se investiga la segunda partición, donde aparecen diferencias significativas entre los dos grupos (mayores y menores de 500 kg).

Si se analiza la bibliografía se hace evidente que la mayoría de los investigadores publican promediados los valores de los diámetros ventriculares del caballo, obtenidos de animales con un amplio rango de pesos.

Así, por ejemplo, [Paull y col.\(1987\)](#) publicaron valores de diámetros ventriculares obtenidos de caballos con pesos entre 186 y 636 kg y 329 y 523 kg. Los valores para los mismos parámetros publicados por [Long y col. \(1992a, 1992b\)](#) corresponden al promedio de caballos con pesos entre 432 y 648 kg. [Voros y col. \(1991\)](#) obtienen y promedian valores para el DDVI y el DSVI de caballos que pesaban entre 411 y 551 kg. [Patteson \(1999\)](#) publicó valores de los diámetros ventriculares separados para tres grupos de peso: entre 123 y 306 kg, entre 274 y 469 kg y entre 540 y 620 kg. Finalmente [Reef. \(1998\)](#) publicó tres grupos de valores: el primero para caballos de "aproximadamente" 300 kg, el segundo de 445±87 kg y el tercero para un grupo de animales con 517 kg de promedio. Estos últimos dos autores no indican si las diferencias entre las medias publicadas son estadísticamente significativas.

Si se analizan estos números, el rango de peso que los autores promedian va desde los 80 kg ([Patteson, 1999](#)) hasta los 450 kilos ([Paull y col., 1987](#)). El rango de peso de la población estudiada

por nosotros fue de 250 kg, pero si se la separa, de acuerdo a la partición dos, el rango se acorta a 204 y 46 respectivamente. Todos los valores mencionados se presentan agrupados en el [cuadro 7](#) para un mejor análisis.

Tomando en cuenta los antecedentes mencionados y a pesar de existir correlación positiva Diámetro ventricular / Peso y Volumen ventricular. El peso no parecería cuestionable, en el caballo, promediar los valores de estos parámetros aún con amplios rangos de peso como vienen haciéndolo distintos investigadores hasta la fecha, más si se tiene en cuenta que es prácticamente imposible trazar una línea de regresión por la amplia dispersión de valores.

De acuerdo a los resultados obtenidos puede arribarse a las siguientes conclusiones:

- El valor determinado en el presente estudio para el Diámetro Diastólico del Ventrículo Izquierdo (DDVI) no tuvo diferencias significativas con los valores publicados por [Voros y col. \(1990\)](#), [Lescure y col. \(1984\)](#) y [Slater y col. \(1995\)](#), difiriendo significativamente de los publicados por [Patteson y col. \(1995\)](#) y [Long y col. \(1992a\)](#) (quienes publicaron los valores más altos) y [Pippers y col. \(1977\)](#) (quienes publicaron los valores más bajos).
- El valor obtenido para el Diámetro Sistólico del Ventrículo Izquierdo (DSVI) no difirió significativamente con el publicado por [Lescure y col. \(1984\)](#) y ambos valores difirieron significativamente de los publicados por los restantes autores con los que fueron comparados, sea por que fueron menores ([Long y col. \(1992a\)](#); [Voros y col. \(1990\)](#); [Slater y col. \(1995\)](#); [Patteson y col. \(1995\)](#)) o mayores ([Pippers y col. \(1977\)](#)).
- No se realizaron comparaciones con los valores correspondientes a los volúmenes diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo. Se determinó para el volumen diastólico un valor medio de $600.50 \text{ ml} \pm 156.63 \text{ ml}$ y para el volumen sistólico $200.6 \text{ ml} \pm 77.75 \text{ ml}$.
- Existe correlación positiva significativa entre el peso corporal y el valor del DDVI, DSVI, VDVI y VSVI.
- Las regresiones de los parámetros estudiados resultaron significativas ($p < 0.01$), pero al resultar bajo el coeficiente de determinación tomado como medida de ajuste indica un grado de dispersión que no justifica la utilización del peso como variable predictora.
- El grupo correspondiente a los pesos menores a 400 kg no se diferenció del grupo

CUADRO 7. Valores del DDVI y DSVI en función de los rangos de peso promediados.
LVDD and LVSD values relative to the rank of weights averaged.

INVESTIGADOR	DDVI (cm)	DSVI (cm)	PESO (Valores extremos)	Rango de kilos
Este estudio	10.09 ± 0.97	6.03 ± 0.83	296-499	203
Este estudio	11.59 ± 1.47	7.00 ± 1.37	500-546	46
Paull	10.10 ± 2	6.00 ± 2	186-636	450
Long, K. J. y col.	11.90 ± 0.71	7.35 ± 0.72	432-648	216
Voros, K. Y col.	11.3 ± 1.37	7.30 ± 0.76	411-551	140
Patteson, M.	6.1 ± 1	3.8 ± 0.4	125-306	281
Patteson, M.	8.90 ± 1.4	5.9 ± 0.9	274-469	195
Patteson, M.	11.2 ± 0.8	7.3 ± 0.8	540-620	80
Reef, V.	11.06 ± 1.34	6.11 ± 0.9	358-532	174

correspondiente a pesos entre 400 kg y 500 kg, pero sí con el grupo de pesos mayores o iguales a 500 kg en cuanto a sus valores medios, en todas las variables.

- La población de pesos entre 400 kg y 500 kg se diferencia de la de pesos mayores o iguales a 500 kg en cuanto a sus valores medios, en todas las variables. ([figuras 2 y 3](#))

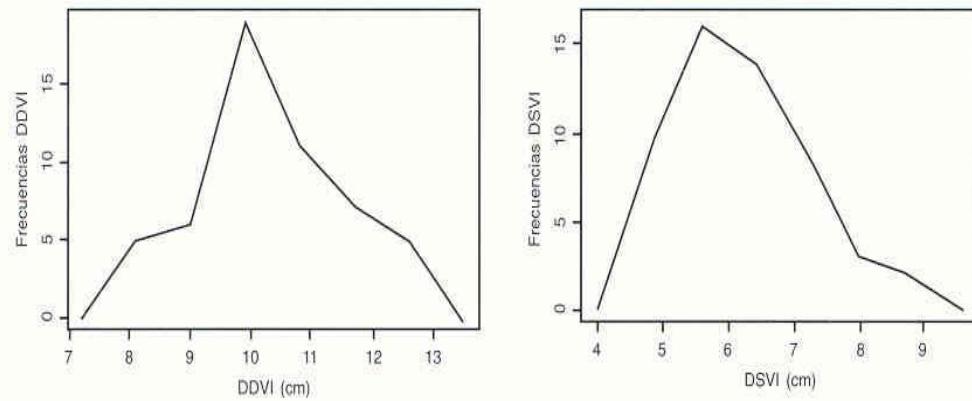


FIGURA 2. Polígonos de frecuencias correspondiente a los valores de los diámetros diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo obtenidos en el presente estudio.

Frequencies polygon corresponding to the left ventricular diastolic and systolic diameter values found in present study.

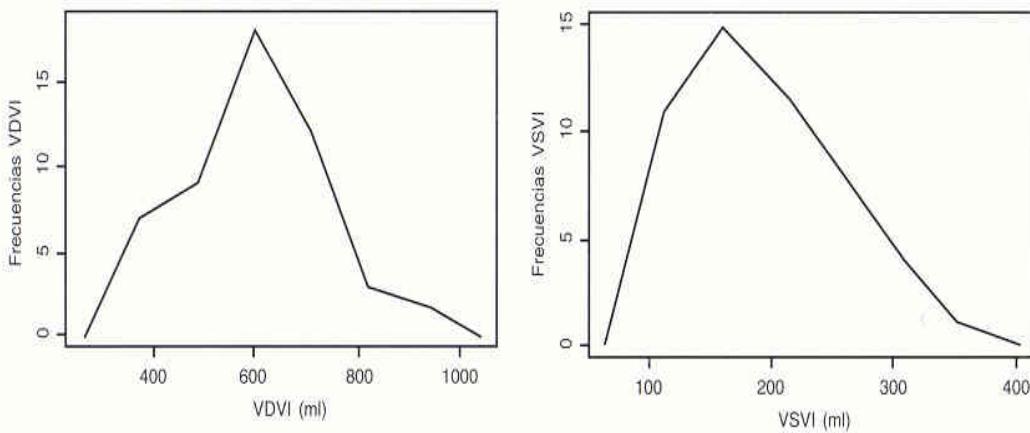


FIGURA 3. Polígonos de frecuencias correspondiente a los valores de los volúmenes diastólico y sistólico del ventrículo izquierdo obtenidos en el presente estudio.

Frequencies polygon corresponding to the left ventricular diastolic and systolic volume values found in present study.

BIBLIOGRAFIA

BONAGURA, J. D., D. S. HERRING, F. WELKER. 1985. Echocardiography. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.*

1: 311-333.

BONAGURA, J. D. 1985. Symposium on cardiology (Horse). *Vet Clin North Am Equine Pract.* 1: 265-435.

BOON, J. 1998. Manual of Veterinary Echocardiography. Williams & Wilkins.

CARLSTEN, J. C. 1986. Imaging of the equine heart. An angiocardiographic and echocardiographic investigation, Thesis. Faculty of Veterinary Medicine, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

CARLSTEN, J. C. 1987. Two-dimensional, real-time echocardiography in the horse. *Vet Radiol.* 28: 76-87.

FEIGENBAUN, H. 1995. Echocardiography. Lea and Febinger, Philadelphia.

HENRY, W. L., A. DEMARIA, R. GRAMIAK. 1980. Report of the American Society of Echocardiography committee on nomenclature and standards in two-dimensional echocardiography. *Circulation* 62: 212-217.

KIENLE, R. D., W. P. THOMAS. 1995. Equine Echocardiography. En: Nyland, T. G. and Mattoon, J. S. Veterinary diagnostic ultrasound. W. B. Saunders Co.

KURAMOTO, K., A. SHIRAISSI, Y. NAKANISHI, M. KAU, Y. UENO, Y. UEDA. 1989. Application of echocardiography for assessing left ventricular function of Thoroughbred horses at a resting stage. *Bull. Equine Res. Inst.* 26: 23-30.

LESCURE, F., Y. TAMZALI. 1984. Valeurs de reference en echocardiographie TM chez le cheval de sport. *Rev. Med. Vet.* 135: 405-418

LIGHTOWLER, C., G. PIDAL. 1999. Anatomía ecográfica del corazón equino. Un nuevo aporte para su conocimiento. *Rev. Med. Vet. Bs. As.* 80: 233-239

LONG, K. J., J. D. BONAGURA, P. G. G. DARKE. 1992. Standardized imaging technique for guided M-mode and Doppler echocardiography in the horse. *Equine Vet J.* 24: 226-235.

LORD, P. F., M. CROFT. 1990. Accuracy of formulae for calculating left ventricular volumes of the equine heart. *Equine Vet J. (suppl.)* 9: 53-56.

LONG, K. J. 1992. Two-dimensional and M-mode echocardiography. *Equine Vet. Educ.* 4: 303-310.

MARR, C. M., V. B. REEF. 1995. Pathophysiology and diagnosis of cardiovascular disease. En: Kobluk, C. N., Ames, T. R. and Geor, R. J. The Horse, Disease and clinical management. E. B. Saunders Co.

MOSES, B. L. 1994. Recommendations for standards in two-dimensional echocardiography in the dog and cat. *Vet. Radiol. Ultrasound.* 35: 173-178.

O'CALLAGHAN, M. W. 1985. Comparison of echocardiographic and autopsy measurements of cardiac dimensions in the horse. *Equine Vet J.* 17: 361-368.

O'CALLAGHAN, M. W. 1991. Echocardiography, En: Robinson, N. E. (ed). Current Therapy in Equine Medicine 2. Philadelphia: WB Saunders. pp. 151-159.

O'ROURKE, R. A., P. HANRATH, W. N. HENRY. 1984. Report of the joint International Society and Federation of Cardiology/World Health Organization task force on recommendations for standardization of measurements from M-mode echocardiograms. *Circulation*, 69: 854-857.

PATTESON, M. V., C. GIBBS, P. R. WOTTON, P. J. CRIPPS. 1995. Echocardiographic measurements of

- cardiac dimensions and indices of cardiac function in normal adult Thoroughbred horse. *Equine vet. J.*, (Suppl.). 19: 18-27.
- PATTESON, M. 1999. Two-dimensional and M-mode echocardiography. In Marr, C. (ed.) *Cardiology of the horse*. W. B. Saunders Co. p. 102.
- PAULL, K. S., W. E. WINGFIELD, J. J. BERTONE. 1987. Echocardiographic changes with endurance training. In Gillespie, J. R., Robinson, N. E. (eds): *Equine Exercise Physiology 2*. Davis. ICEEP Publications.
- PIPERS, F. S. R. HAMLIN. 1977. Echocardiography in the horse. *J Am Vet Medicine Ass.* 170: 815-819.
- PIPERS, F. S. 1978. Echocardiography in the horse. *Proceedings of the 23rd Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*. pp. 173-176.
- PIPERS, F. S., R. L. HAMLIN, V. REEF. 1979. Echocardiographic detection of cardiovascular lesions in the horse. *J. Equine. Med. Surg.* 3: 68-77.
- REEF, V. B. 1990. Echocardiographic examination in the horse: the basics. *Compendium Continuing Educ Pract Vet.* 12: 1312-1319.
- REEF, V. B. 1998. *Equine Diagnostic Ultrasound*. W.B. Saunders. 222 p.
- STEWERT, J. H., R. L. ROSE, A. M. BARKO. 1984. Echocardiography in foals from birth to three months old. *Equine Vet J.* 16: 332-341.
- SAHN, D. J., A. DEMARIA, J. KISSLO, A. WEYMAN. 1978. The committee on M-mode standardization of the American Society of Echocardiography. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic methods. *Circulation* 58: 1072-1083.
- SCHILLER, N. B., P. M. SHAN, M. CRAWFORD, A. DEMARIA, R. DEVEREUX, H. FEIGENBAUM, H. GUTGESELL, N. REICHEK, D. SAHN, I. SCHNITTGER, N. H. SILVERMAN, A. J. TAJIK. 1989. Recommendations for quantitation of the left ventricle by twodimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J. Am. Soc. Echocardiog.* 2: 358-367.
- SLATER, J. D., M. E. HERRTAGE. 1995. Echocardiographic measurements of cardiac dimensions in normal ponies and horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 19: 28-32.
- TAYLOR, F. G. R., M. H. MILLYER. 1997. Diagnostic techniques in equine medicine. Ed. W. B. Saunders Co.
- THOMAS, W. P., C. E. GABER, G. J. JACOBS, P. L. KAPLAN, C. W. LOMBARD, N. S. MOISE, B. L. MOSES. 1994. Recommendations for standards in two-dimensional echocardiography in dogs and cat. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 35: 173-178
- VOROS, K., J. R. HOLMES, C. GIBBS. 1990a. Left ventricular volume determination in the horse by two-dimensional echocardiography: an *in vitro* study. *Equine Vet. J.* 22: 398-402.
- VOROS, K., J. R. HOLMES, C. GIBBS. 1990b. Anatomical validation of two-dimensional echocardiography in the horse. *Equine Vet. J.* 22: 392-397.
- VOROS, K., J. R. HOLMES, C. GIBBS. 1991. Measurements of cardiac dimensions with two-dimensional echocardiography in the living horse. *Equine Vet. J.* 1: 461-463.