



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

LIGHTOWLER, C.H.; PIDAL, G.; MERCADO, M.; CATTANEO, M.L.  
Evaluación ecocardiográfica de la función sistólica en el caballo. Parte 1. Valores de referencia para el  
porcentaje de acortamiento fraccional y fracción de eyección  
Archivos de Medicina Veterinaria, vol. 32, núm. 2, 2000  
Universidad Austral de Chile  
Valdivia, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173013740010>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

 [Inicio Web Revistas](#)

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

**Revistas Electrónicas UACH**







**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.32 n.2 Valdivia 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\*

Echocardiographic evaluation of the systolic function in the horse.  
Referene values for fractional shortening and ejection fraction

C.H. LIGHTOWLER<sup>1</sup>, M.V.; G. PIDAL<sup>1</sup>, M.V.; M. MERCADO<sup>1</sup>, M.V.; M.L. CATTANEO<sup>2</sup>, Lic.C.M.

1- Departamento de Medicina.

2- Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires,  
Chorroarin 280, (1427) Buenos Aires, Argentina.  
Tel: 54-11-4524-8441 e-mail [olmo@fvet.uba.ar](mailto:olmo@fvet.uba.ar)

Aceptado: 27.06.2000.

\* Proyecto de investigación TV-021, Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires.

### SUMMARY

The authors present the values of the percentage of fractional shortening and ejection fraction of the left ventricle in horses obtained by echocardiographic evaluation.

Forty eight untrained crossbred horses were evaluated, weighing between 330 and 550 kg and ages ranging

between 2 and 17 years old.

The mean value for the percentage of fractional shortening was  $39.38\% \pm 5.47$  with a variation coefficient of 13. 88%, with limit values between 48 and 27.

Regarding the ejection fraction, the mean value was  $67.2\% \pm 7.33$  and a variation coefficient of 10.9% with limits between 80.2 and 50.4.

No differences between our indexes mean values and those reported by other investigators were observed, except with those published by Lescure and Tamsali, 1984.

*Palabras claves:* ecocardiografía, caballo.

*Keywords:* echocardiography, horse.

## INTRODUCCION

Desde sus orígenes, uno de los objetivos primordiales de la cardiología fue la evaluación de la función sistólica global del ventrículo izquierdo, tanto en su aspecto muscular como en su función de bomba (Feigenbaum, 1994).

La década del 40 expandió el conocimiento de la función ventricular a partir de los estudios hemodinámicos derivados del cateterismo cardíaco. Más adelante, en las dos décadas siguientes, el desarrollo de la angiociardiografía selectiva y cuantitativa permitió introducir en la clínica cardiológica el concepto de volumen y masa ventricular ([Cuesta Silva, y col., 1977](#)).

La ecocardiografía amplió el espectro del diagnóstico cardiológico y vino a superar las antinomias entre las pruebas invasivas y las no invasivas existentes previo a su advenimiento ([Cuesta Silva, y col., 1977](#)). La ultrasonografía cardíaca conjuga la fidelidad y precisión de los métodos cruentos con las ventajas de las técnicas no cruentas y abrió un amplísimo panorama tanto en el conocimiento cardiológico como en el diagnóstico clínico. Cabe destacar la importancia de este tipo de exploración para la cardiología equina, donde los estudios hemodinámicos por cateterismo fueron sólo experimentales y el uso de la angiociardiografía absolutamente limitado ([Kienle y Thomas, 1995](#)).

En la actualidad es posible evaluar la función sistólica global del ventrículo izquierdo en el caballo por medio de la ecocardiografía, simplemente recurriendo al cálculo de determinados índices tales como el porcentaje de acortamiento fraccional (P.A.F fracción de acortamiento), la fracción de eyección (F.E), la velocidad de acortamiento circunferencial y el engrosamiento fraccional de la pared posterior del ventrículo en cuestión.

Si bien existen publicaciones que hacen referencia a los valores de dichos índices, existe coincidencia entre los autores de las mismas en el sentido de que los valores con que se cuenta en la actualidad distan de ser aceptados universalmente ([Voros y col., 1991](#); [Kienle y Thomas, 1995](#); [Patteson y col., 1995](#); [Slater, 1995](#)).

Por lo indicado precedentemente, el objetivo de esta primera publicación es el de aportar nuevos valores de referencia para el P.A.F. y la F.E. del ventrículo izquierdo en caballos mestizos adultos sin entrenamiento y con pesos comprendidos entre 330 y 550 kilos y los resultados de la comparación de los valores medios obtenidos en el presente estudio con valores similares publicados por distintos investigadores.

## MATERIAL Y METODOS

En el presente estudio se incluyeron 48 caballos mestizos adultos, de entre 330 y 550 kilos y de edades comprendidas entre 2 y 17 años (determinada por cronología dentaria), sin ninguna forma de entrenamiento especial.

Fueron aceptados sólo aquellos que mostraron ser cardiológicamente sanos en base al examen físico (pulso normal, sonidos cardíacos normales y ausencia de soplos, frecuencia cardíaca en reposo entre 27 y 55

lat/min), un electrocardiograma de una derivación, libre de arritmias y una evaluación anatómica ecocardiográfica normal, de acuerdo a parámetros establecidos previamente ([Long col., 1992](#); [Marr, 1994](#); [Kienle y Thomas, 1995](#)).

Las imágenes fueron registradas con un ecógrafo marca Kontron, modelo Sigma 1 C, configurado con un transductor cardiológico sectorial mecánico de 3,5 MHz. Como equipos periféricos se emplearon una videoimpresora, marca Sony, modelo UP-870MD y una videogravadora VHF, marca Philips, modelo VR354.

En todos los casos, antes de cada estudio se procedió a estandarizar el procesamiento de la imagen, de tal forma de obtener registros de calidad comparables. Se trabajó con el programa Cardio general de la configuración del ecógrafo. El resto de los controles se ajustaron de la siguiente manera: 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; posprocesado 3; profundidad de foco, 5 independientemente del tamaño del animal, con enfoque del transductor para campo lejano. No se empleó filtro de movimiento.

Durante la realización de los distintos estudios 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. Como técnica general del examen se empleó la metodología siguiente: introducción del caballo en una manga, sin otra forma de sujeción física o medicamentosa, colocación de abundante gel de acoplamiento y obtención de las imágenes sobre la ventana paraesternal derecha, a nivel del cuarto espacio intercostal ([Pippers y Hamlin, 1977](#); [Long, y col., 1992](#); [Kienle y Thomas, 1995](#); [Lightowler y col., 1996](#)).

Las mediciones se realizaron siguiendo los lineamientos establecidos por la Sociedad Americana de Ecocardiografía ([Sahn y col., 1979](#)).

Las medidas para la obtención de la fracción de acortamiento se realizaron en modo-M guiado a partir de una imagen del ventrículo izquierdo en eje corto, a nivel de las cuerdas tendinosas. El cursor de corte se colocó equidistante de cada grupo de cuerdas tendinosas. Para el cálculo se utilizó la fórmula  $\%AF = DDVI - DSVI / DDVI \times 100$  (%AF: porcentaje de acortamiento fraccional, DDVI: diámetro diastólico del ventrículo izquierdo, DSVI: diámetro sistólico del ventrículo izquierdo).

Los volúmenes ventriculares, necesarios para el cálculo de la fracción de eyección, se determinaron por medio de la fórmula cúbica, modificada por Teichholz  $(7 \times D_{d/s})^3 / 2,4 + D_{d/s}$ , donde  $D_{d/s}$ : diámetro diastólico/sistólico del ventrículo izquierdo) ([Teichholz, y col., 1976](#)). Los valores de la Fracción de eyección se calcularon a partir de ecotomogramas idénticos a los utilizados para el cálculo de la fracción de acortamiento, mediante la fórmula  $VDVI - VSVI / VDVI \times 100$  (VDVI: volumen diastólico del ventrículo izquierdo, VSVI: volumen sistólico del ventrículo izquierdo).

Para cada caso y con el objeto de minimizar los errores de medición intraexplorador e interexploradores, los valores definitivos surgieron del promedio de 6 determinaciones realizadas por dos operadores distintos, cada una de ellas tomadas de cortes ecográficos semejantes, captados sucesivamente. Si el promedio de los valores obtenidos por cada operador difería más del 10%, el cómputo fue descartado, repitiéndose el mismo.

El procesamiento estadístico consistió en la obtención de las medidas resumen (valores máximo y mínimo, media, desviación estándar y coeficiente de variación). Se realizó un análisis de la varianza de un factor con el propósito de comparar el valor medio de ambos índices obtenidos en el presente estudio, con los valores medios publicados por otros investigadores (ver [cuadros 1](#) y [2](#)). Posteriormente se realizaron comparaciones entre los valores medios por el método de Scheffé.

#### CUADRO 1. Valores para el Porcentaje de Acortamiento Fraccional.

**Fractional shortening values.**

Autor	n	Max.	Min.	Media	ds	CV%	Tipo de caballo
Este Estudio	47	48	27	39,4	5,5	13,9	Mestizos adultos
Long. Y col.	21	47	29	38,8	4,6	11,8	National Hunt
Marr y col.*	-	45	32	38,5	-	-	-
Slatter	41	-	-	35,1	4,6	-	Ponnies
Patteson y col.	25	48	28	38,5	4,8	12,7	SPC
Pippers*	25	-	-	38,6	1,6	-	Comunes
Lescure	100	57	33	44,1	6,4	-	Varios Tipos
Lescure	20	54	35	44,2	6	-	SPC
Lescure	36	58	35	44,4	5,9	-	Silla
Voros y col.	18	43	26	35,3	3,9	-	SPC

\* No se utilizaron para comparación por carecer de datos o por imposibilidad de procesado estadístico.

\* No se utilizaron para comparación por carecer de datos o por imposibilidad de procesado estadístico.

**CUADRO 2. Valores de la Fracción de Eyección.****Ejection Fraction values.**

Autor	N	Max.	Min.	Media	Ds	CV%	Tipo de caballo
Este estudio	45	80,2	50,4	67,2	7,3	10,9	Mestizo sin entrenar
Lescure, F.	100	92	68	81,1	12,8	-	Varios tipos
Lescure, F.	20	91	73	82,1	5,6	-	SPC
Lescure, F.	36	92	72	81,8	5,5	-	Silla francés

**RESULTADOS**

El valor medio obtenido en este estudio para el porcentaje de acortamiento fraccional fue de 39,4 %, con una desviación estándar de 5,5 y un coeficiente de variación de 13,9%. Los valores extremos fueron 48 y 27. Respecto de la fracción de eyección el valor medio fue de 67,2%, con una desviación estándar de 7,3 y un coeficiente de variación de 10,9%, con valores extremos entre 80,2 y 50,4.

Al comparar los resultados de los valores medios del acortamiento fraccional obtenidos en este estudio con el de otros investigadores ([Lescure y Tamsali, 1984](#); [Voros y col. 1991](#); [Long y col., 1992](#); [Patteson y col., 1995](#); [Slater y Herrtage,1995](#)) se observaron diferencias significativas ( $p<0,05$ ).

El valor medio del porcentaje de acortamiento fraccional obtenido en este estudio no presentó diferencias significativas con los valores obtenidos por [Voros y col. \(1991\)](#); [Long y col. \(1992\)](#); [Patteson y col. \(1995\)](#); [Lescure y Tamsali \(1984\)](#); [Slater y Herrtage \(1995\)](#), (Subgrupos 1 y 2 de su estudio, ([ver cuadro 1](#))) ( $p>0,05$ ) y sí se observaron diferencias significativas con el valor obtenido por [Lescure, y Tamsali \(1984\)](#), (subgrupo 3 de su estudio, ([ver cuadro 2](#))) ( $p<0,05$ ).

Asimismo, el valor medio para el porcentaje de acortamiento fraccional obtenido por este último investigador ([Lescure y Tamsali \(1984\)](#) (en los tres subgrupos de su estudio)) difiere significativamente del obtenido por el resto de los investigadores analizados, incluido el valor por nosotros obtenido ( $p<0,05$ ), salvo con los valores

obtenidos por este mismo autor en los distintos subgrupos de caballos estudiados en su publicación ( $p>0,05$ ).

Cuando se realizó la comparación de los valores de los distintos autores entre sí, se observaron diferencias significativas entre los valores publicados por [Lescure y Tamsali \(1984\)](#) (subgrupo 2) con los promedios obtenidos por [Voros y col. \(1991\)](#) ( $p<0,05$ ) y [Slater y Herrtage \(1995\)](#). Lo mismo ocurrió cuando se comparan los valores medios del subgrupo 1 de [Lescure y Tamsali \(1984\)](#) con los datos obtenidos por [Voros y col. \(1991\)](#); [Slater y col. \(1995\)](#) y [Patteson y col. \(1995\)](#). El resto de las comparaciones de los valores medios publicados por cada autor no muestran diferencias significativas ( $p>0,05$ ).

Respecto de los resultados referidos a la fracción de eyección pudieron hacerse menos comparaciones debido a la carencia de valores publicados. Se observaron diferencias significativas entre los valores obtenidos en el presente estudio y los publicados por [Lescure y Tamsali \(1984\)](#), para sus tres subgrupos ( $p<0,05$ ), al igual que para los valores medios ( $p<0,05$ ).

En base a los resultados enunciados precedentemente puede concluirse que los valores del P.A.F. y F.E., correspondientes a esta presentación, no difieren de los publicados por la mayoría de los investigadores analizados, salvo con los obtenidos por [Lescure y Tamsali, \(1984\)](#) para los tres subgrupos, los cuales son significativamente más altos que el resto.

## DISCUSION

El P.A.F y la F.E sistólica son dos de los índices utilizados con más frecuencia para evaluar la función global del ventrículo izquierdo ([Stuart y col., 1982](#)).

El P.A.F. representa el porcentaje o fracción del diámetro ventricular en que se acorta el ventrículo durante la sístole, mientras que la F.E. representa la fracción de volumen diastólico final que se eyecta en cada sístole; por expresar ambos índices funcionales cambios porcentuales, sus valores no son influenciados por el peso, altura o superficie corporal, razón por la cual cada especie presenta un valor normal característico, independientemente del tamaño corporal individual ([Boon y col., 1983](#)).

El empleo clínico de cada uno de estos índices presenta ventajas y desventajas ([Feigembau, 1995](#)). Al respecto, la ventaja del P.A.F. está basada en la facilidad de su determinación y que su valor es obtenido a partir de mediciones lineales (diámetros ventriculares), reduciéndose así los errores derivados de elevar al cubo dichos valores, como ocurre para el caso del cálculo de la F.E, donde es necesario asumir como ciertos algunos criterios geométricos respecto de la forma ventricular y aplicar distintas fórmulas correctivas para la obtención de los volúmenes ventriculares diastólico y sistólico.

A pesar de la incuestionable utilidad de los índices que presentamos, tanto por su practicidad en la obtención como por su significado diagnóstico y pronóstico ([Stamm, y col.,1982](#)), deben tenerse en cuenta algunos requisitos para su exacta valoración: uno de ellos es que si se pretende evaluar la función global del ventrículo izquierdo es necesario verificar, previamente, si el ventrículo izquierdo se contrae simétricamente y no se observan disfunciones regionales de la pared ventricular o septum interventricular, hecho que invalidaría la interpretación y los resultados de estos índices. Esta situación es fácil de detectar o descartar dado que la ecocardiografía 2D posibilita la obtención de múltiples secciones tomográficas que posibilitan evaluar la motilidad de la pared en todas las porciones del ventrículo izquierdo ([Stamm, y col., 1982](#)); por otra parte, en el caballo, esta situación no suele constituir un problema, pues, al carecer de enfermedad coronaria, no se han descrito trastornos regionales de la motilidad ventricular izquierda.

La segunda precaución es considerar el estado de la pre y postcarga, así como también el de la frecuencia cardíaca, dado que estos factores influencian los resultados al determinar el punto de comienzo y finalización de la contracción ventricular ([Devereux, 1991](#)). Se ha demostrado que la F.E varía en relación directa con el estado de la precarga e inversamente con el de la postcarga ([Quiñones, y col., 1976](#)). No existen datos

publicados para el caballo que indiquen la forma exacta en que se comporta la F.E. en relación a la frecuencia cardíaca.

Otro aspecto a tener en cuenta, particularmente en el caballo, es la forma de determinar los volúmenes ventriculares, de cuyos valores se deriva la fórmula para obtener la F.E. No existen, como en el hombre, estudios que indiquen la correlación entre las determinaciones angiográficas y las distintas fórmulas aplicadas en ecocardiografía para el cálculo de los volúmenes ventriculares (Kronik y col., 1979; [Antani y col., 1979](#)). Por otro lado, las técnicas consideradas más exactas para determinar los volúmenes ventriculares en el hombre, como la de Simpson o la hemihipse ([Baram y col., 1983](#)), no son aplicables al caballo, dado que en esta especie es imposible, por el tamaño y la posición que adopta el corazón dentro del tórax, obtener una medida real del eje longitudinal del ventrículo izquierdo ([Kienle y Thomas, 1995](#)).

Teniendo en cuenta estas limitaciones, en el presente estudio se ha empleado la fórmula cúbica modificada por Teichholz, considerada por varios autores como la más adecuada para el caballo ([Kienle y Thomas, 1995](#)).

Según se mencionó, los valores para la F.E. obtenidos en esta investigación son marcadamente diferentes a los obtenidos por [Lescure y Tamsali, \(1984\)](#). Es posible, teniendo en cuentas que sólo los valores de este autor difieren del resto de los analizados en este estudio, que la causa de ellos resida en el método de medición. Dicho autor realizó todas las mediciones en formato M directo, mientras que el resto las realizó en modo-M guiado, ajustándose a lo establecido por la Sociedad Americana de Ecocardiografía ([Sahn y col., 1979](#)).

Si se tiene en cuenta que los valores medios para la F.A. no presentan diferencias significativas entre todos los investigadores estudiados (incluidos los de este trabajo), pero sí con los valores de [Lescure y Tamsali, \(1984\)](#), puede presuponerse que los valores de F. E. presentados en este estudio están más cerca de los reales que los presentados por dicho autor, dado que los volúmenes ventriculares (necesarios para su cálculo) son derivados de las medidas lineales utilizadas para obtener el P.A.F. del ventrículo izquierdo.

## RESUMEN

Los autores presentan los valores del P.A.F. y la F.E. del ventrículo izquierdo obtenidos de 48 caballos mestizos, no entrenados, con pesos entre 330 y 550 kilos y edades que oscilaron entre 2 y 17 años.

Para el P.A.F. el valor medio obtenido fue de  $39,4\% \pm 5,5$  y el c.v. de 13,9%, con valores extremos entre 48 y 27.

Respecto de la F.E. el valor medio fue de  $67,2\% \pm 7,3$  y un c. v. de 10,9% con extremos entre 80,2 y 50,4.

Se realizó la comparación de los valores medios obtenidos con los publicados por otros investigadores, no observándose diferencias significativas para el P.A.F. y la F.E. con ninguno de los valores investigados, salvo con los publicados por [Lescure y Tamsali, \(1984\)](#).

## BIBLIOGRAFIA

ANTANI, J.A., H.H. WAYNE, W.J. KUZMAN. 1979. Ejection phase indexes by invasive and noninvasive methods: an apexocardiographic, echocardiographic and vetriculographic correlative study. *Am. J. Cardiol.* 43:239-248,

BOON, J., W.E. WINFIELD, C.W. MILLER. 1983. Echocardiographic indices in the normal dog. *Vet. Radiol.* 24(5): 214-221.

BARAN, A.O., G.J. ROGAL, N.C. NANDA. 1983. Ejection fraction determination without planimetry by two-dimensional echocardiography: a new method. *J. Am. Coll. Cardiol.* 14:1471-1478.

- CUESTA SILVA, M., P.J. BOSKIS, J.L. LERMAN, M.M. BINELLO, A. TORINO, M.C. SCATTINI, B. BOSKIS, A. M. PEROSIO. 1977. Ecocardiografía clínica. 1 ed., Editorial El Ateneo, Buenos Aires.
- DEVEREUX, R.B. 1991. Toward a more complete understanding of left ventricular afterload. *JACC* 17: 122-124.
- FEIGEMBAUN, H. 1995. Echocardiography. 5<sup>th</sup> ed., Lea & Febiger.
- KIENLE, R.D., W.D. THOMAS. 1995. Equine echocardiography. In: NYLAND, T.G., J.S. MATTOON. Veterinary Diagnostic Ultrasound. 1<sup>st</sup> ed., W.B. Saunders Co. p. 321-325.
- LESCURE, F., Y. TAMALI. 1984. Valeurs de référence en échocardiographie TM chez le cheval de sport (Pur sang anglais-Cheval de Selle française). *Revue Med. Vet.* 135:405-418.
- LIGHTOWLER, C.H., M.C. MERCADO, J.A. GARCIA LINÉIRO, A.D. MOSCA. 1996. Ecocardiografía en el equino. *Therios* 25:28-32.
- LONG, K.J., J.D. BONAGURA, G.G. DARKE. 1992. Standardised 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. *Br. Vet. J.* 150:527-545.
- PATTESON, M.W., C. GIBBS, P.R. WOTTON, P.J. CRIPPS. 1995. Echocardiographic measurements of cardiac dimensions and indices of cardiac function in normal adult Thoroughbred horses. *Equine vet J. Suppl.* 19:18-27.
- PIPPERS, F.S., R.L. HAMLIN. 1977. Echocardio-graphy in the horse. *JAVMA* 170: 815-820.
- QUIÑONES, M.A., W.H. GAASCH, J.K. ALEXANDER. 1976. Influence of acute changes in preload, afterload, contractile state and heart rate on ejection and isovolumetric indices of myocardial contractility in man. *Circulation* 53: 293-302.
- SHAN, D.J., A. De MARIA, J. KISSLO, A. WEYMAN. 1979. Recommendations regarding in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 58: 1072-1082.
- SLATER, J.D., M.E. HERRTAGE. 1995. Echocardiographic measurements of cardiac dimensions in normal ponies and horses. *Equine vet J. Suppl.* 19: 28-32.
- STAMM, R.B., B.A. CARABELLO, D.L. MAYERS, R.P. MARTIN. 1982. Two-dimensional echocardiographic measurement of left ventricular ejection fraction: Prospective analysis of what constitutes an adequate determination. *Am Heart J.* 104: 136-144.
- STUART, M., A. Sheikh, J. Gallastegui, G.T. Kondos, T. MANSON, W. LAM. 1982. Determinación de left ventricular ejection fraction by visual estimation during real-time two-dimensional echocardiography. *Am. Heart J.* 104:603-606.
- TEICHHOLZ, L.E., T. KREULEN, M.V. HERMAN, R. GORLIN. 1976. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asinergy. *Am. J. Cardiol.* 37:7-12 .
- VOROS, K., J.R. HOLMES, C.GIBBS. 1991. Measurement of cardiac dimensions with two-dimensional

echocardiography in the living horse. *Equine vet. J.* 23:461-465.

---