

## Asociación entre la relación Ao/AI - Ao/VID en caninos con valvulopatía mitral adquirida.

Meder, A.R.<sup>1</sup>; Adagio, L.M.<sup>1</sup>; Romero, J.E.<sup>1</sup>; Lattanzi, L.D.<sup>1</sup>; Wheeler, J.T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa. Calle 5 y 116 (6360), General Pico. La Pampa.

[albertomedier@yahoo.com.ar](mailto:albertomedier@yahoo.com.ar)

### Resumen

Los parámetros ecocardiográficos en animales de compañía se asocian con los signos clínicos, las determinaciones radiológicas y electrocardiográficas. En caninos domésticos, la ecocardiografía, es el examen complementario más indicado para evaluar el tamaño, los movimientos y la arquitectura cardíaca. En la hipótesis sustentada en este estudio se asumió que caninos con insuficiencia valvular mitral adquirida presentan una correlación ecocardiográfica positiva entre la relación Ao/AI (Aorta/Atrio Izquierdo) y la relación Ao/VID (Aorta/Diámetro Ventricular Izquierdo Diastólico) y que la misma progresa como consecuencia del avance del proceso morbido. La población en estudio consistió de 16 caninos con insuficiencia valvular mitral sintomática sin evidencias radiológicas de insuficiencia cardíaca congestiva. El estudio consistió en un examen ecocardiográfico convencional y la determinación de los parámetros de rutina registrados en todo estudio cardiológico. Se obtuvo una correlación positiva significativa entre la relación Ao/AI - Ao/DID ( $r = 0.70$ ;  $r^2 = 0.49$ ;  $p = 0.003$ ). Los hallazgos expuestos permiten afirmar que la sobrecarga de volumen que soporta el atrio izquierdo, a causa de la regurgitación de la valva mitral, se correlaciona positivamente con el tamaño cameral del ventrículo izquierdo en diástole, evidenciando, a su vez, proporcionalidad con el grado de severidad de la enfermedad cardíaca.

**Palabras claves:** Caninos, ecocardiografía, asociación Ao/AI - Ao/VID.

### Abstract

**Association between the relations of Ao/AI - Ao/VID in canines with acquired mitral valvulopathy.**

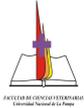
The echocardiograph parameters correlate with clinical signs, radiographic and electrocardiographic determinations in companion animals. In dogs, the echocardiography is the most indicative complementary test to evaluate size, movement and cardiac architecture. The hypothesis of the study was to evaluate if the acquired mitral valve insufficiency has a positive echocardiography correlation between the left aorta - atrium (Ao/AI) relation and the left aortas - ventricular diameter Ao/VID) with the progress of the disease. The study population consisted in 16 dogs with mitral valve insufficiency without evidence of radiologic cardiac disease. It was found a significant positive correlation between Ao/AI - Ao/VID ( $r = 0.70$ ;  $r^2 = 0.49$ ;  $p = 0.003$ ). The results allow affirming that the overload volume that supports the left atrium it was correlated positively with the size of the left ventricular camera and that is proportional with the degree of severity of the cardiac disease.

**Key words:** canines, echocardiography, Ao/AI - Ao/VID association.

### Introducción

La ecocardiografía es un método no invasivo utilizado rutinariamente en la evaluación anatómica, funcional y patológica del corazón en animales de compañía. Planos estándar de imágenes cardíacas han sido descriptos en caninos domésticos (Hirata et al., 1969; Thomas et al., 1993). La evaluación de corazón incluye usualmente la determinación del tamaño del atrio izquierdo (Kienle and Thomas, 1995), de los espesores parietales, diámetros camerales ventriculares (Boon et al., 1983) y la obtención de la relación Ao/AI (Hansson et al., 2002).

En caninos, el riesgo de desarrollar insuficiencia cardíaca congestiva incrementa con el aumento de tamaño del AI (Haendchen et al., 1982) a causa de sobrecargas de volumen y/o presión (Kihara, 1988). La causa



más común de aumento de tamaño del AI, en caninos de talla pequeña y con alta prevalencia en Cavalier King Charles Spaniels, es la regurgitación mitral secundaria a enfermedad valvular crónica (Detweiler and Patterson, 1965; Das and Tashjian, 1965; Darke, 1987; Ettinger, 1989; Häggström et al., 1992; Beardow and Buchanan, 1993). El tamaño del AI presenta interés para la evaluación clínica de la severidad de la enfermedad valvular mitral y su incremento está relacionado con el grado de regurgitación valvar (Pipers et al., 1981; Pape et al., 1991; Arias et al., 2004).

Varios investigadores han utilizado el modo M ecocardiográfico para estimar el tamaño del AI en pequeños animales siguiendo los lineamientos ecocardiográficos estándar para humanos (Brown et al., 1974; Gehl et al., 1982; Bonagura, 1983; Boon et al., 1983) y han correlacionado el diámetro del AI al peso corporal, superficie corporal y a determinaciones independientes del peso corporal como la relación Ao/AI (Lombard, 1984; Häggström et al., 1995; Boon, 1998; Bonagura and Fuentes, 2000; Häggström et al., 2000). Este método presenta dos limitaciones: 1<sup>ro</sup>, con esta técnica la aorta no puede ser medida en su máximo diámetro, 2<sup>do</sup>, el cursor en Modo M, en caninos, cruza la aurícula izquierda (LAu) en lugar del AI a causa de la diferente posición que tiene el corazón comparado con los pacientes humanos. Ante la dificultad de obtener una imagen que permita alinear correctamente el máximo diámetro aórtico y el atrio izquierdo en Modo-M sobre un plano en eje corto, se optó por determinar el tamaño del atrio izquierdo y la relación Ao/AI a partir de imágenes ecocardiográficas en 2D sobre el plano eje corto ventana paraesternal derecha nivel válvula aórtica (Thomas, 1984; Bonagura et al., 1985; O'Grady et al., 1986; Hansson et al, 2002). Esta última evaluación brinda una determinación más consistente del tamaño del AI para cada animal ya que el diámetro aórtico, en un canino adulto, tiene una expectativa de cambio en el tiempo menor que el peso corporal y son muy pocas las enfermedades cardíacas adquiridas que lo modifican en el punto sobre el cual se realizan las mediciones (Rishniw and Hollis, 2000).

El propósito de este estudio fue determinar la correlación existente entre las relaciones Ao/AI y Ao/VID en pacientes caninos con

valvulopatía mitral adquirida. Estas determinaciones ecocardiográficas, de rutina dentro del examen cardiológico convencional, permiten evaluar objetivamente los cambios que soporta el corazón como consecuencia de la insuficiencia de la valva atrioventricular izquierda.

## ***Materiales y Métodos***

### ***Caninos***

La población en estudio consistió de dieciséis caninos con soplo mitral, a causa de una enfermedad valvular mitral crónica (MVD), los cuales se presentaron al Servicio de Cardiología del Hospital Escuela de Animales Pequeños, Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa, desde noviembre de 2009 a marzo de 2011. Todos los propietarios dieron el consentimiento para la evaluación clínica de las mascotas. Estas, en la mayoría de los casos en estudio, estaban recibiendo distintos tratamientos tales como dietas hiposódicas, vasodilatadores mixtos, diuréticos, inotrópicos positivos y/o antiarrítmicos clase III. Se excluyeron de los estudios pacientes que al momento del examen físico, electrocardiográfico, radiológico, ecográfico o bioquímico presentaban evidencias de una enfermedad sistémica concurrentemente con la enfermedad cardíaca. La mitad de los caninos habían sido atendidos al momento del ensayo más de una vez y/o se encontraban en médico control regular.

### ***Ecocardiografía***

El estudio ecocardiográfico fue realizado con un Equipo Mindray 6900. Todos los caninos fueron estudiados desde la ventana paraesternal derecha, plano eje corto nivel válvula aórtica (Modo 2D) y plano eje corto nivel cuerdas tendinosas (Modo M sobre 2D simultáneo). El operador, al momento del estudio, conocía los datos aportados por el examen clínico, electrocardiográfico y radiológico de cada paciente. Cada examen ecocardiográfico fue realizado sin la determinación electrocardiográfica en simultáneo, pero sí registrando el video para la evaluación posterior de los movimientos, arquitectura y cámaras cardíacas.

### Mediciones

Fueron determinados, en Modo 2D, el diámetro transverso de la Ao y el AI. Para la Ao, el primer punto fue colocado sobre la curvatura interna de la pared aórtica entre las valvas no coronaria y coronaria derecha, punto determinado por un ligero incremento en la ecogenicidad donde las tres estructuras se combinan. El segundo punto fue posicionado sobre la pared aórtica interna en el centro de la cúspide de la valva coronaria izquierda (Fig. 1). La dimensión transversa del AI se determinó, desde la misma imagen en 2D anterior, a partir de la pared Ao en extensión lineal hasta la pared opuesta del AI sobre una línea perpendicular a la tangente de la pared Ao (línea que se extiende desde un punto medio ubicado sobre la curvatura aórtica entre las comisuras no cardíaca y cardíaca izquierda hasta la pared opuesta del AI). Las medidas fueron realizadas en diástole ventricular utilizando la primera estructura después de la expulsión aórtica donde las válvulas aórticas aparecían como un trébol de tres hojas simétricas cerradas (Rishniw and Hollis, 2000).

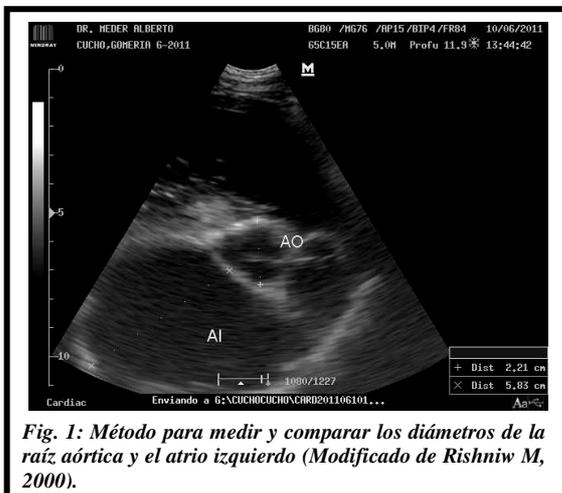


Fig. 1: Método para medir y comparar los diámetros de la raíz aórtica y el atrio izquierdo (Modificado de Rishniw M, 2000).

Las determinaciones ventriculares incluyeron: diámetro del ventrículo izquierdo en diástole (VID), diámetro del ventrículo izquierdo en sístole (VIS), espesor de la pared libre del ventrículo izquierdo en diástole (PVID), espesor de la pared libre del ventrículo izquierdo en sístole (PVIS), espesor del septum interventricular en diástole (SVD) y espesor del septum interventricular en sístole (SVS). La posición de la línea del cursor para la

determinación en Modo M fue guiada por la imagen en Modo 2D a partir de un plano en eje corto del ventrículo izquierdo nivel cuerdas tendinosas desde la ventana paraesternal derecha (Fig. 2).

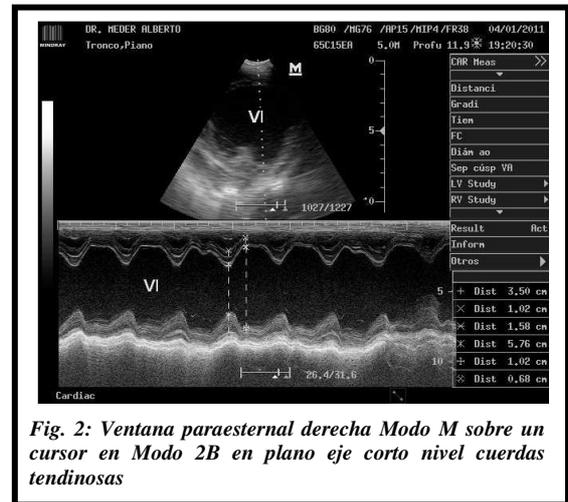


Fig. 2: Ventana paraesternal derecha Modo M sobre un cursor en Modo 2B en plano eje corto nivel cuerdas tendinosas

Los cálculos incluyeron la determinación de la fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo (FA), fracción de engrosamiento de la pared libre del ventrículo izquierdo (FEV), fracción de engrosamiento del septum interventricular (FES), relación Ao/AI y Ao/DVID.

### Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente utilizando distintos métodos. El cuadrado de correlaciones de acuerdo al coeficiente de Pearson muestra una correlación lineal de 0.701 con una probabilidad de error de 0,003 bilateral para la asociación Ao/VID – Ao/AI (Ver tabla 1). El análisis por SPSS, versión 11.5, muestra una correlación lineal significativa que responde al modelo  $Ao/AI = 0.287 + 0.969 Ao/VID$ , similar al modelo en Excel:  $Ao/AI = 0.9687 Ao/VID + 0.287$ , ambos con un intervalo de confianza del 95% ( $p: 0,05$ ) (Ver tabla 2). El análisis de varianza demuestra asociación significativa entre las dos variables y presenta un coeficiente de Fisher elevado (Ver tabla 3). Las correlaciones establecidas entre la relación Ao/VID y Ao/AI explican el 49.1% de los casos con un coeficiente  $r^2=0.491$  (Ver tabla 4).

		AOAI	AOVID
AOAI	Correlación de Pearson	1	0.70(**)
	Sig. (bilateral)	.	0.003
	N	16	16
AOVID	Correlación de Pearson	0.70(**)	1
	Sig. (bilateral)	0.003	.
	N	16	16

Tabla 1: \*\*La correlación es significativa a nivel 0.01 (bilateral)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error típico	Beta			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	0.287	0.609		0.471	0.645	-1.020	1.593
	AOVID	0.969	0.264	0.701	3.674	0.003	0.403	1.534

Tabla 2: Coeficientes, error estándar e intervalo de confianza de 95%. Variable independiente Ao/VID, variable dependiente Ao/AI

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2.721	1	2.721	13.498	0.003(a)
	Residual	2.822	14	0.202		
	Total	5.542	15			

Tabla 3: Análisis de varianza que muestra a "a" como variable predictora (Ao/VID) y a "b" como variable dependiente (Ao/AI)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tí. de la estimación
1	0.701(a)	0.491	0.455	0.44895

Tabla 4: Análisis de varianza que resume la correlación entre ambas variables ( $r = 0.701$ ,  $r^2 = 0.491$ ) y el error de estimación.

### Resultados

La población en estudio estuvo constituida por 16 caninos con enfermedad valvular mitral adquirida sintomática. De éstos, 7 fueron de raza pura (2 Pequinés, 1 Bretón español, 1 Cocker spaniels, 1 Lhasa apso, 1 Fox terrier y 1 Caniche toy) y 9 de raza indefinida. En cuanto al sexo 7 machos y 9 eran hembras. El rango de edad fue de 8 – 14 años (media 11.2 años) y el rango de peso estuvo entre 5 kg – 19 kg (media 11.6 kg). De acuerdo a la intensidad del soplo valvular mitral 7 presentaron grado 3/6 y 9 grado 5/6. En base a la categorización del estado clínico del paciente, según la International Small Animal Cardiac Heart Council (ISACHC), 9 presentaron grado tipo II y 7 grado tipo IIIA. La tabla 5 muestra las características de los caninos incluidos y las distintas determinaciones y relaciones establecidas entre las variables en estudio.

Las variables en estudio, relación Ao/AI y Ao/VID, presentaron una correlación positiva significativa ( $r=0.701$ ,  $r^2=0.49$ ,  $p=0.003$ ) en caninos con valvulopatía mitral adquirida sintomática y permiten inferir que los incrementos camerales del ventrículo izquierdo al final de la diástole se correlacionan con el tamaño que desarrolla el atrio izquierdo como consecuencia de la regurgitación valvar (Ver Gráfico 1). Los pacientes que presentaron mayor diámetro cameral ventricular izquierdo al final de la diástole presentaron además mayor intensidad en el murmullo mitral, mayor prevalencia de frémito precordial y, en la mayoría de los casos, se encontraban en estadios clínicos más avanzados.

RAZA	EDAD	PESO	SEXO	SOPLO	ISACHC	FRÉMITO	AO/AI	AO/VID	AO/VIS	FA	FES	FEV
INDEFINIDA	13	16	M	5	III---A	SI	2,68	2	1,25	37,5	29,5	25,7
PEQUINES	8	7,6	H	3	II	NO	1,68	1,7	1,1	34,8	47,22	14,8
BRETÓN ESPAÑOL	14	19	M	5	III---A	SI	2,35	2,47	1,52	39,2	33,3	35,4
COCKER SPANIEL	13	10	H	3	II	NO	1,62	1,38	0,88	36,1	25,5	20,9
INDEFINIDA	11	15	H	5	II	SI	1,85	1,74	1,58	39,2	22,5	48,2
INDEFINIDA	11,5	16,5	H	5	II	SI	3,06	2,51	1,3	48,3	53,7	24,7
INDEFINIDA	12	16	H	5	III---A	SI	3,57	2,4	1,13	53,1	52,3	52,5
INDEFINIDA	13	6,5	H	3	III---A	NO	2,5	2,39	1,19	50	28	34,7
INDEFINIDA	12,5	14,5	H	5	III---A	SI	3,58	2,74	1,3	52,3	58,8	49,7
LHASHA APSO	10	8	M	3	II	NO	2,96	2,56	1,13	55,8	16,7	52,3
PEQUINES	12	6,5	M	3	II	NO	2,09	1,87	0,94	50	43	48,8
FOX TERRIER	9	8,5	H	5	III---A	SI	2,29	2,59	1,19	53,8	8,4	40,5
INDEFINIDA	13	9,5	M	5	II	SI	2,76	3,02	1,46	49,26	54,2	31,3
CANICHE TOY	9,5	5	M	3	II	NO	1,82	2,26	1,17	48	44,5	39,5
INDEFINIDA	11	14,5	M	5	II	SI	2,63	2,63	1,12	57,4	49,8	50,01
INDEFINIDA	8	8,5	H	3	III---A	NO	2,34	2,07	1,3	36,9	46,3	6,3

Tabla 5: Se presentan los datos de los caninos utilizados en el estudio: Raza, edad, peso, sexo, grado de soplo, categoría en la clasificación ISACHC, presencia de frémito y relaciones AO/AI, AO/VID, AO/VIS, FA, FES Y FEV.

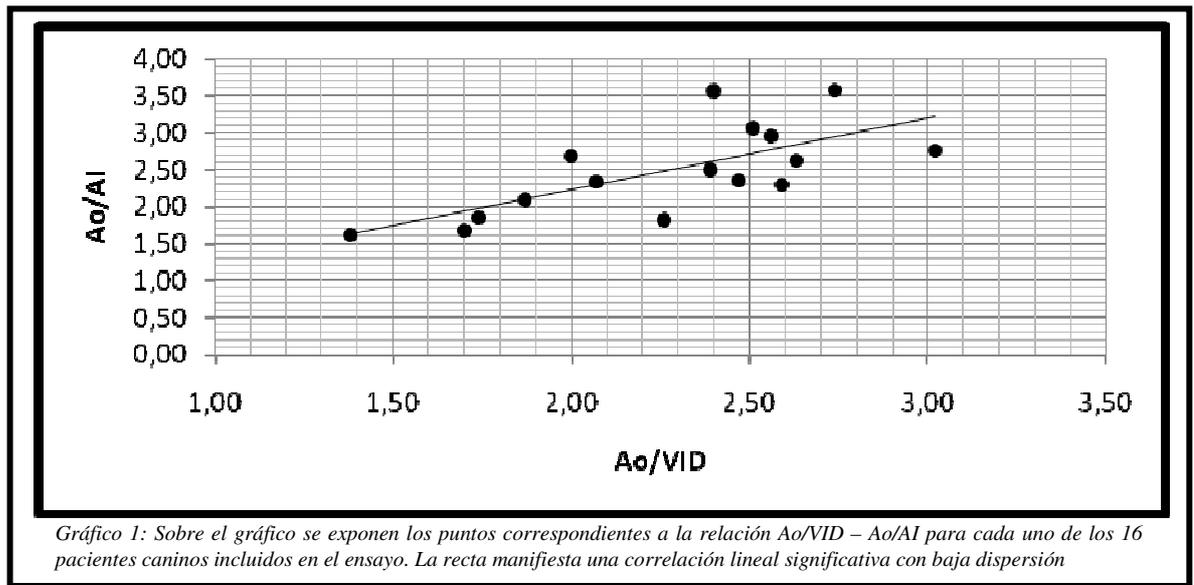


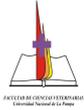
Gráfico 1: Sobre el gráfico se exponen los puntos correspondientes a la relación Ao/VID – Ao/AI para cada uno de los 16 pacientes caninos incluidos en el ensayo. La recta manifiesta una correlación lineal significativa con baja dispersión

### Discusión

El corazón es un órgano dinámico que modifica su estructura normal para poder cumplir su función, dentro de parámetros aceptables, cuando se produce una alteración en las estructuras que lo componen (Bonagura, 2000).

La insuficiencia de la válvula mitral, producida a partir de procesos degenerativos crónicos adquiridos, genera un reflujo de sangre en la sístole ventricular hacia el atrio izquierdo con la consecuente sobrecarga de volumen y dilatación cameral consecuente (Gehl et al., 1982; Darke, 1987). En los períodos iniciales

el aumento de tamaño es poco significativo y la relación AO/AI se mantiene dentro de los parámetros normales al igual que las dimensiones ventriculares (Kienle and Thomas, 1995; Hansson et al., 2000). Cuando el proceso se vuelve más significativo la relación AO/AI se ve modificada con el tiempo de una manera gradual (Hägström et al., 1995; Häggström et al., 2000). El presente estudio sugiere, de manera preliminar, que existe una asociación positiva entre la relación Ao/VID y la relación Ao/AI y que esta asociación también es positiva con respecto a



la intensidad del murmullo mitral, la presencia de frémito precordial y el estado clínico de los pacientes caninos con insuficiencia mitral sintomática. La relación Ao/AI fue mayor a 1:1.6 (Rishniw and Hollis, 2000), estandarizada para caninos sanos, en todos los pacientes estudiados como se observa en la Tabla 5. El rango estuvo entre 1.62 – 2.96 (media 2.07) para pacientes con soplo 3/6 (sin frémito precordial) y entre 1.85 – 3.58 (media 2.75) para pacientes con soplos 5/6 (con frémito precordial). Por otro lado, las dimensiones camerales del ventrículo izquierdo observadas en diástole cardíaca final se asocian significativamente con la relación Ao/AI y permiten inferir que, a medida que aumenta el tamaño atrial izquierdo, el diámetro del ventrículo izquierdo aumenta en pacientes con enfermedad valvular mitral crónica, coincidiendo con lo observado por otros autores (Pipers et al., 1981; Häggström et al., 1995). El coeficiente  $r^2$ , obtenido entre la edad y la relación Ao/AI, fue de  $r^2 = 0.096$  y entre el peso y la relación Ao/AI de  $r^2 = 0.23$  demostró, en concordancia con otros autores, que no se presenta correlación significativa entre estas variables en estudio (Lombard, 1984; O'Grady et al., 1986). Por último, la relación AO/AI, es una determinación más fiable para la valorización del tamaño del atrio izquierdo que las relaciones que se establecen con el tamaño o el peso corporal en caninos con enfermedad valvular mitral (Kihara et al., 1988).

### Conclusiones

Los parámetros ecocardiográficos convencionales aportan información muy importante para la evaluación funcional y anatómica del corazón. Las distintas determinaciones, realizadas como una relación con estructuras que presentan variaciones no significativas a pesar de los cambios camerales (diámetro aórtico), permiten estratificar o cuantificar el grado de progreso de la enfermedad valvular mitral crónica en forma independiente del peso y tamaño corporal. Cada estudio, por su parte, es único y de carácter operacional no pudiendo en todos los pacientes obtener todas las determinaciones objetivas de una manera óptima. Esta última desventaja realza la importancia de las correlaciones entre las distintas

determinaciones y permite la consecuente predicción de determinados parámetros no registrados en base a otros obtenidos de forma óptima.

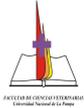
La ecocardiografía convencional es actualmente una herramienta fundamental en el diagnóstico de las cardiopatías y está al alcance en la mayoría de los centros urbanos en Latinoamérica, no ocurriendo así con técnicas más avanzadas como la ecocardiografía doppler o la ecocardiografía en 3D, aumentando el valor de las correlaciones que se establecen entre parámetros ecocardiográficos de rutina para la clínica veterinaria cotidiana.

### Limitaciones

El presente estudio presentó como limitante el escaso número de casos lo cual hubiera permitido ajustar los coeficientes de correlación obtenidos con el aumento gradual de la intensidad del solplo valvar mitral.

### Bibliografía

- Arias D, Tórtola M, Cruz A, et al. 2004.** Ecocardiografía doppler color y evaluación del grado de insuficiencia mitral canina. *Analecta Veterinaria*, 24(1): 21-24.
- Beardow, AW; Buchanan, JW. 1993.** Chronic mitral valvular disease in cavalier King Charles spaniels: 95 cases (1987-1991). *Journal of American Veterinary Medical Association*, 203: 1023-1029.
- Bonagura, J; Fuentes, V. 2000.** Echocardiography. In: Ettinger S. Feldman E. (eds): *Textbook of Veterinary Medicine; Diseases of the Dog and cat*, 5<sup>th</sup> Ed. Philadelphia, WB Saunders Co. pp 834-873.
- Bonagura, JD; O'Grady, MR; Herring, DS. 1985.** Echocardiography: principles of interpretation. *Veterinary Clinic of North America*, 15: 1177-1194.
- Bonagura, JD. 1983.** M mode echocardiography. Basic principles. *Veterinary Clinic of North America*, 13(2): 299-319.
- Boon, JA; Wingfield, WE; Miller, CW. 1983.** Echocardiographic indices in the normal dog. *Veterinary Radiology*, 24: 214-221.
- Boon, JA. 1988.** *Manual of Veterinary Echocardiography*, 1<sup>st</sup> ed. Baltimore, Williams & Wilkins. p 115.
- Brown, OR; Harrison, DC; Popp, RL. 1974.** An improved method for echographic



- detection of left atrial enlargement. *Circulation*, 50: 58-64.
- Darke, PGG. 1987.** Valvular incompetence in cavalier King Charles spaniels. *Veterinary Record*, 120: 365-366.
- Das, K; Tashjian, R. 1965.** Chronic mitral valve disease in the dog. *Veterinary Medical Small Animal Clinic*, 60: 1209-1216.
- Detweiler, DK; Patterson, DF. 1965.** The prevalence and types of cardiovascular disease in dogs. *Annals New York Academy of Science*, 127: 481-516.
- Ettinger, SJ. 1989.** Valvular heart disease. En: *Ettinger. Textbook of Veterinary Internal Medicine. Disease of dog and cat. Ed Edition Philadelphia. WB Saunders.1: 1031:1050.*
- Gehl, LG; Mintz, GS; Kotler, MN; Segal, BL. 1982.** Left atrial volume overload in mitral regurgitation: a two-dimensional echocardiographic study. *American Journal of Cardiology*, 49: 33-38.
- Haendchen, RV; Povzhitkov, M; Meerbaum, S; et al. 1982.** Evaluation of changes in left ventricular end-diastolic pressure by left atrial two-dimensional echocardiography. *American Heart Journal*, 104: 740-745.
- Hägström, J; Hansson, K; Kwart, C; et al. 2000.** Relationship between different natriuretic peptides and severity of naturally acquired mitral regurgitation in dogs with chronic myxomatous disease. *Journal Veterinary Cardiology*, 2: 7-16.
- Hägström, J; Hansson, K; Kwart, C; Swenson, L. 1992.** Chronic valvular disease in the cavalier King Charles spaniels in Sweden. *Veterinary Record*, 131: 549-553.
- Hägström, J; Kwart, C; Hansson, K. 1995.** Heart sounds and murmurs: Changes related to severity of chronic valvular disease in the cavalier King Charles spaniels. *Journal Veterinary Internal Medicine*, 9: 75-85.
- Hansson, K; Häggström, J; Kwart, C; Lord, P. 2002.** Left atrial to aortic root indices using two-dimensional and M-Mode echocardiography in Cavalier King Charles Spaniels with and without left atrial enlargement. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 43(6): 568-575.
- Hirata, T; Wolfe, SB; Popp, RL; et al. 1969.** Estimation of left atrial size using ultrasound. *American Heart Journal*, 78: 43-52.
- Kienle, RD; Thomas, WP. 1995.** Echocardiography. In: Nyland TG, Mattoon JS, eds. *Veterinary Diagnostic Ultrasound*, Philadelphia, PA: WB Saunders. pp 198-256.
- Kihara, Y; Sasayama, S; Miyazaki, S; et al. 1988.** Role of the left atrium in adaptation of the herat to chronic mitral regurgitation in conscious dogs. *Circulation Research*, 62: 543-553.
- Lombard, CW. 1984.** Normal values of the canine M-mode echocardiogram. *American Journal of Veterinary Research*, 45(10): 2015-2018.
- O'Grady, MR; Bonagura, JD; Powers, JD; Herring, DS. 1986.** Quantitative cross-sectional echocardiography in the normal dog. *Veterinary Radiology*, 27: 34-49.
- Pape, LA; Price, JM; Alpert, JS; et al. 1991.** Relation of the left atrial size ti pulmonary capillary wedge pressure in severe mitral regurgitation. *Cardiology*, 78: 297-303.
- Pipers, FC; Bonagura, JD; Hamlin, RL; Kittleson, M. 1981.** Echocardiographic abnormalities of the mitral valve associated with left sided heart diseases in the dog. *Journal American Veterinary Medical Association*, 179: 580-586.
- Rishniw, M and Hollis, NE. 2000.** Evaluation of four 2-dimensional echocardiography methods of assessing left atrial size in dogs. *Journal Veterinary Internal Medicine*, 14: 429:435.
- Thomas, WP; Gaber, CE; Jacobs, GJ; et al. 1993.** Recommendations for standars in transthoracic two-dimensional echocardiography in dogs and cats. *Journal Veterinary Internal Medicine*, 7: 247-252.
- Thomas, WP. 1984.** Two-dimensional, real-time echocardiography in the dog. *Veterinary Radiology*, 25: 50-64.