

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA DE LA SILUETA CARDÍACA POR EL MÉTODO
VHS (VERTEBRAL HEART SIZE) EN CANINOS DE RAZA CIMARRÓN
URUGUAYA**

“por”

**María Lucía GARCIA ALVAREZ
Lourdes Marina MELLO DA SILVA
Valentina VARELA FONDEVILA**

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Medicina Veterinaria

MODALIDAD: Trabajo de Investigación.

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2022**

TESIS aprobada por:

Presidente de Mesa:



Dr. Alejandro Benech

Segundo Miembro (Tutor):



Dr. Guillermo Cazzuli

Tercer Miembro:



Dra. Noelia Vázquez

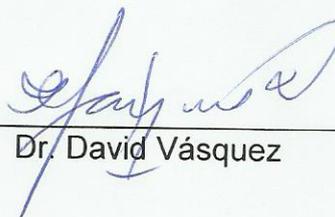
Dra. Noelia Vázquez

Cuarto Miembro (Co Tutor):



Dr. Sergio Larrosa

Cuarto Miembro (Co Tutor):



Dr. David Vázquez

Fecha:

22 de diciembre de 2022

Autores:

Br. Lucía García

Br. Valentina Varela

Br. Marina Mello

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Veterinaria de la UdelaR, por ser nuestra segunda casa, brindarnos el espacio para crecer, compartir y aprender tanto a nivel académico como personal. Por permitirnos el uso de las instalaciones para llevar adelante el trabajo.

A nuestro tutor Guillermo Cazzuli, por el tiempo y la dedicación, soportar las crisis y darnos para adelante.

A Sergio Larrosa, por todas las mañanas de sábado dedicadas a acompañarnos en el “trabajo de campo”, sus aportes y correcciones.

Al Servicio de Imagenología - Departamento de Clínicas y Hospital Veterinario - FVet - UdelaR, especialmente a David Vásquez por su tiempo y buena disposición.

A Alejandro Benech y Natalie Ruiz del Servicio de Cardiología de Pequeños Animales de FVet - UdelaR, por el material brindado, tiempo, y cariño.

Al Laboratorio de Análisis Clínicos - Departamento de Clínicas y Hospital Veterinario - FVet - UdelaR, sobre todo a Paula Pessina y Eugenia Agesta, por ayudarnos en el procesamiento de muestras, e intentar entrenarnos a pesar de nuestras dificultades.

Al personal de Biblioteca de Facultad de Veterinaria - UdelaR, por la ayuda, amabilidad y disposición que siempre tuvieron con nosotras.

A Juan Pablo Damián, por la ayuda con los cálculos estadísticos.

A Kabeza, Guidaí, Tifón, Uma, Rava, Tupa, Nina, Frida, Sepe, Milonga, Lucy, Lolo, Samba, Chasque, Lolo, Uma, Moro, Mburucuyá, Mulata, Indio y Rambo por poner el cuerpo. A sus tutores por el interés, tiempo y apoyo, especialmente al Cuartel de Blandengues de Artigas.

Y un profundo agradecimiento a nuestras familias y amigos por toda la contención incondicional, no dejarnos bajar los brazos, y ser nuestra “roca”. Sin ustedes esto no sería posible.

Gracias.

TABLA DE CONTENIDOS:

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDO.....	4
RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. Anatomía cardiovascular.....	9
2.2. Fisiología cardiovascular.....	12
2.3. Fisiopatología de las cardiopatías.....	13
2.4. Patologías cardíacas.....	14
2.4.1. Valvulopatía mitral degenerativa.....	14
2.4.2. Cardiomiopatías.....	15
2.5. Método de exploración cardíaca.....	16
2.5.1. Electrocardiograma (ECG).....	16
2.5.2. Ecocardiografía.....	19
2.5.3. Radiografía.....	21
2.5.3.1. Métodos de evaluación del tamaño de la silueta cardíaca.....	23
2.6. Volumen cardíaco vertebral (VHS).....	25
2.6.1. Historia del método VHS.....	26
3. OBJETIVOS.....	29
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5. RESULTADOS.....	32
6. DISCUSIÓN.....	36
7. CONCLUSIONES.....	38
8. BIBLIOGRAFÍA.....	39

FIGURAS:

1. Sección del corazón mostrando las cuatro cámaras.....	10
2. Dibujo esquemático de la circulación sistémica y pulmonar.....	10
3. Dibujo esquemático del sistema de conducción del corazón.....	12

4. Derivación bipolar. Triángulo de Einthoven.....	18
5. Electrocardiograma de un canino en derivada II.....	19
6. Imagen ecográfica de un corte sagital paraesternal mostrando las cuatro cámaras cardíacas.....	20
7. Imagen ecográfica de un corazón en corte transversal.....	21
8. Analogía del reloj superpuesta a la silueta cardíaca de una radiografía lateral.....	24
9. Analogía del reloj superpuesta sobre la silueta cardíaca de una radiografía ventrodorsal.....	24
10. Localización y diámetro normal de la tráquea cervical y torácica.....	25
11. Escala cardíaca vertebral calculada sobre la proyección lateral de tórax.....	26
12. Escala cardíaca vertebral calculada sobre la proyección lateral del tórax.....	26
13. Diagrama de valor VHS según proyección radiográfica.....	32
14. Diagrama del valor VHS según el género de los caninos.....	33
15. Gráfica de promedios de valores VHS de estudiantes y técnicos.....	34

TABLAS:

1. Relación de las diferentes variables físicas de hembras y machos.....	34
2. Coeficiente de correlación Pearson.....	35

RESUMEN

El objetivo de esta tesis es establecer el rango de referencia para el índice cardíaco vertebral (VHS) y el tipo de tórax, en caninos adultos sanos de la raza Cimarrón Uruguayo, la única raza autóctona del Uruguay. El tamaño de la silueta cardíaca fue evaluado por el índice VHS, que relaciona el largo y ancho del corazón con el número de vértebras torácicas, en estudios radiográficos de tórax en ambas proyecciones laterales. El tipo de tórax se obtuvo de la relación entre la profundidad y el ancho de tórax (P:A), evaluadas en la vista radiográfica lateral derecha y la vista radiográfica dorsoventral, respectivamente. Para este estudio se seleccionaron veinte caninos de raza Cimarrón clínicamente sanos, doce de ellos hembras y ocho machos, y con edades comprendidas entre uno a seis años. Los animales fueron sometidos a un examen clínico exhaustivo, electrocardiograma, extracción de sangre para hemograma completo y radiografías de tórax con cuatro proyecciones, lateral derecha e izquierda, dorsoventral (DV) y ventrodorsal (VD). También fueron pesados y se midió la circunferencia torácica y la altura de los animales, con el fin de poder relacionar estos parámetros con el valor de VHS. Los valores del índice cardíaco vertebral promedio (VHSP) obtenidos presentaron una distribución normal, con un promedio de $10,54 \pm 0,066$ vértebras (v). El valor mínimo encontrado fue igual a 9,9v y el máximo fue igual a 11v. El tipo de tórax obtenido para la raza fue intermedio, con un valor de P:A de $0,81 \pm 0,01$. No se observaron diferencias en los valores de VHS de los caninos hembras ($10,56 \pm 0,3v$) en comparación con el VHS de los caninos machos ($10,54 \pm 0,3v$) de la raza. Los valores de VHS no fueron influenciados por los decúbitos en los que se posicionaron los animales para adquirir las radiografías. Los valores de VHS obtenidos por personal técnico no fueron diferentes a los obtenidos por personal no técnico. El VHS promedio no presentó ninguna correlación con las características físicas de los animales, como tampoco con el índice P:A. El índice P:A tampoco tuvo correlación con las dimensiones cardíacas de los animales.

SUMMARY

The objective of this research was to determine the vertebral heart size (VHS) in dogs of the Cimarrón breed, a native breed of Uruguay, and to compare the result with different studies carried out in previous investigations. The size of the cardiac silhouette was evaluated by the method established by Buchanan and Bucheler (1995), who related the length and width of the heart with the number of thoracic vertebrae, in radiographic studies in lateral projections. Chest type was determined with the method used by Buchanan and Bucheler using chest length and width.

Twenty clinically healthy Cimarron dogs were selected for this study, twelve of them females and eight males, and aged between one and six years old. The animals underwent a thorough clinical examination, electrocardiogram, blood extraction for complete blood count, and chest X-rays with four projections, right and left lateral, dorsoventral (DV), and ventrodorsal (VD). The thoracic circumference and the height of the animals were also measured in order to be able to relate these parameters to the VHS value.

The values of the vertebral heart size index obtained presented a normal distribution, with an average of 10.54 vertebrae \pm 0.066. The minimum value found was equal to 9.9 vertebrae and the maximum was equal to 11 vertebrae. Chest type was intermediate with a P:A value of 0.81 ± 0.01 , closer to a barrel or broad chest. It was found that the VHS index varies by breed, requiring separate standardization of the different breeds. There were no significant differences according to gender, weight, height and chest circumference within the same breed, nor differences in the measurement taken by trained technical personnel as well as by professionals with less experience. Where significant differences were found was in the left heart length variable between females and males and a tendency to be significant in right heart length between the different sexes, not generating a change in the final VHS value for these groups.

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardíacas en el canino tienen un alto porcentaje de presentación en la clínica diaria. Diversos estudios determinaron que 1 de cada 10 caninos sufren algún tipo de cardiopatía, correspondiendo el 75% a enfermedad crónica de las válvulas aurículo ventriculares (Atkins et al., 2009). Esto hace que el diagnóstico precoz mediante distintas técnicas sea fundamental. Es útil conocer la prevalencia de las cardiopatías, ya que algunas anomalías congénitas y adquiridas son más comunes en determinadas razas o en distintas fases de la vida (Nelson y Couto, 2010).

Las patologías cardiovasculares y la especialidad en cardiología, requieren mayor aporte de investigación ya que el aumento del promedio de edad de los pacientes incrementa la presencia de enfermedades cardiovasculares como las degeneraciones valvulares, con altos índices de morbilidad y mortalidad (Mucha, 2007).

La radiografía torácica es una de las pruebas de imagen más importantes, además de ser el método más accesible en la clínica diaria, ante un paciente con sospecha de enfermedad cardíaca, específicamente variaciones en su tamaño (García, 2013). La obtención de una radiografía torácica nos podrá ayudar en la evaluación de la severidad de la enfermedad cardíaca, monitorización de la evolución y su respuesta al tratamiento, como también permite diferenciar enfermedad cardíaca de las patologías respiratorias (García, 2013).

La subjetividad de los criterios radiográficos para valorar cardiomegalia generó la necesidad de disponer de algún criterio radiográfico objetivo que pudiera evaluar mejor la presencia o ausencia de cardiomegalia. Buchanan y Bucheler (1995) describieron el método Vertebral Heart Scale (VHS) como nuevo índice para la determinación del tamaño cardíaco. Establecieron un eje cardíaco mayor y, perpendicular a éste, un eje cardíaco menor. Ambos ejes se traspusieron de forma paralela a la columna vertebral, al inicio del cuerpo de la cuarta vértebra torácica y se cuantificó el número de cuerpos vertebrales que ocupaba la suma de ambos ejes, obteniendo un rango de normalidad de $9,7 \pm 0,5$ vértebras (v).

Posteriormente, varios estudios relacionados con el VHS (Lamb, 2000; Bavegems et al., 2005) hallaron razas como el Boxer, Labrador Retriever, Doberman, Cavalier King Charles Spaniel (Lamb, Wikeley y Bosawood et al., 2001), Whippet (Bavegems et al., 2005) que podían presentar un VHS superior a 10,5 vértebras sin estar asociado a patología cardíaca y establecieron valores de referencia para dichas razas.

Estas variaciones encontradas en diferentes razas, demuestran la necesidad de establecer los valores normales del VHS en el Cimarrón uruguayo, ya que no existe ningún estudio en este sentido.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Anatomía cardiovascular

El corazón es el órgano central que, entre contracciones rítmicas, bombea la sangre de manera continua a través de los vasos sanguíneos (Dyce, Sack y Wensing, 2012).

Topográficamente el corazón está incluido en el mediastino, propiamente en el mediastino medio ventral. Tiene forma cónica y está situado de manera asimétrica dentro del tórax, con su mayor parte, alrededor de 60%, a la izquierda del plano medio. (Dyce et al., 2012). Está situado dentro de la cavidad torácica craneal entre la tercera y la sexta costilla, con la base superior dorsal a la unión costochondral cerca de la línea media craneal, y el vértice ligeramente hacia la pared torácica izquierda caudalmente. Está completamente rodeada por los pulmones a excepción de una pequeña muesca en forma de "v" invertida en el hemitórax derecho, entre los lóbulos pulmonar craneal derecho y caudal derecho (Smith et al., 2016). Muestra compresión lateral para adaptarse a la forma del tórax. La escotadura cardíaca en el borde ventral de cada pulmón permite al corazón un contacto restringido con la pared del tórax, la cual es normalmente mayor en el lado izquierdo debido a la posición asimétrica. Cada superficie lateral está también cruzada por el nervio frénico correspondiente. La cara craneal está relacionada en gran parte con el timo, en los animales jóvenes, mientras que la superficie caudal da hacia el diafragma y puede estar relacionada en forma indirecta con los órganos abdominales craneales (Dyce et al., 2012).

El corazón en sí es una estructura muscular de cuatro cámaras que mueve la sangre a lo largo del cuerpo y los pulmones, constituyendo una bomba de doble circulación en serie (Smith et al., 2016). En el animal adulto está constituido por cuatro cámaras: el atrio derecho con su aurícula propia, el atrio izquierdo con su aurícula propia, el ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo (Figura 1). Los dos atrios están separados por un tabique interno como lo están los dos ventrículos, pero el atrio y el ventrículo de cada lado se comunican a través de una gran abertura unidireccional atrioventricular correspondiente (Dyce et al., 2012). La válvula atrioventricular izquierda es bicúspide y recibe el nombre de válvula mitral, la del lado derecho es tricúspide y así se la conoce. La salida de cada ventrículo también está ocupada por válvulas unidireccionales llamadas sigmoideas aórtica y pulmonar (Belerenian, Mucha, Camacho y Manubens, 2007). Éstas son láminas finas de tejido fibroso flexible cubierto de endotelio y firmemente unidas a la base de los anillos fibrosos valvulares (García et al., 2018).

El sistema cardiovascular consta del corazón y de vasos sanguíneos. El corazón bombea la sangre a través de dos circuitos cerrados, el circuito pulmonar que constituye la circulación menor y el circuito sistémico que origina la circulación mayor a través de vasos sanguíneos. La circulación menor comienza en el ventrículo derecho y mediante la arteria pulmonar conduce la sangre hasta la red capilar de los pulmones, donde es oxigenada. A través de la vena pulmonar llega la sangre al atrio izquierdo y de éste al ventrículo izquierdo, de donde es impulsada hacia la arteria

aorta para distribuirla a la circulación mayor que riega todo el organismo, volviendo al atrio derecho por las venas cavas (Figura 2) (García et al., 2018).

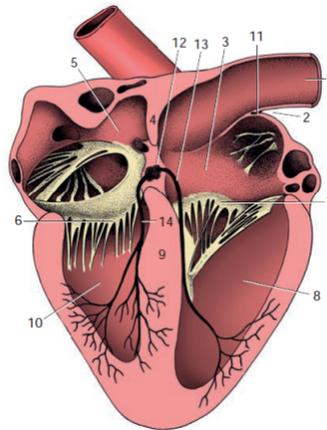


Figura 1: Sección del corazón mostrando las cuatro cámaras. 1, Vena cava craneal; 2, surco terminal; 3, atrio derecho; 4, septo interatrial; 5, atrio izquierdo; 6, valva atrioventricular izquierda; 7, valva atrioventricular derecha; 8, ventrículo derecho; 9, septo interventricular; 10, ventrículo izquierdo; 11, nódulo sinoatrial; 12, nódulo atrioventricular; 13, y 14, ramas derecha e izquierda del fascículo atrioventricular. (Dyce et al., 2012).

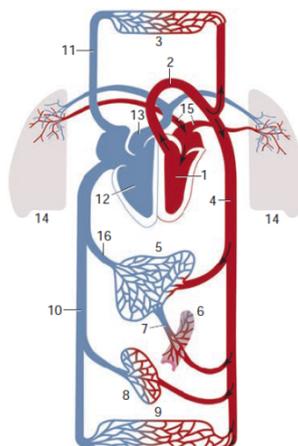


Figura 2: Dibujo esquemático de la circulación sistémica y pulmonar. 1, Ventrículo izquierdo; 2, aorta; 3, lecho capilar de cabeza, cuello y miembro delantero; 4, aorta abdominal; 5, hígado; 6, lecho capilar de los intestinos; 7, vena porta; 8, lecho capilar de los riñones; 9, lecho capilar de la parte caudal del cuerpo; 10, vena cava caudal; 11, vena cava craneal; 12, ventrículo derecho; 13, tronco pulmonar; 14, lecho capilar de los pulmones; 15, vena pulmonar; 16, venas hepáticas. (Dyce et al., 2012.)

El tamaño del corazón varía considerablemente entre las especies y también entre los individuos; como regla, es mayor en las especies y en los individuos más pequeños, pero puede hipertrofiarse mucho como consecuencia de un intenso entrenamiento físico. Como regla general, puede decirse que constituye alrededor de 0,75% del peso corporal, un poco menos en los animales sedentarios y mucho más en los animales reconocidos como buenos atletas (Dyce et al., 2012). La distinta carga de ambos ventrículos produce un mayor crecimiento del ventrículo izquierdo, que está más sobrecargado, y que alcanza una masa muscular casi tres veces mayor que el derecho por soportar mayores presiones. La capacidad del atrio corresponde a 2/3 del volumen ventricular y su pared es más delgada que la de este (García et al., 2018).

Histológicamente, el corazón está formado por tres capas: el endocardio, que recubre las superficies internas, el miocardio que es la porción muscular, y el epicardio o pericardio visceral (Smith et al., 2016). El endocardio es una capa fina de superficie lisa que se continúa con el revestimiento de los vasos sanguíneos. El miocardio es la capa media del corazón y se compone del músculo cardíaco, que es una variedad de músculo estriado (Dyce et al., 2012). Está compuesto por células musculares estriadas agrupadas en haces. Cada célula posee un núcleo central, una membrana plasmática denominada sarcolema, numerosas miofibrillas contráctiles y entre ellas se interpone tejido conectivo (García et al., 2018). Externamente el corazón está casi por completo revestido por el pericardio, el cual se adapta de manera perfectamente ajustada a él. El pericardio es, en esencia, un saco fibroso cerrado que está tan profundamente invaginado por el corazón que su luz está reducida a un mero espacio capilar. Este espacio contiene líquido seroso, por lo común en la cantidad suficiente para permitir un movimiento fácil de la pared del corazón contra su cubierta. Las capas visceral y parietal del pericardio se continúan entre sí mediante un repliegue que se extiende sobre los atrios y las raíces de origen de los grandes vasos. La lámina visceral o epicardio está estrechamente adherido a la pared del corazón que puede describirse como un componente de ella. La lámina parietal posee una gruesa cubierta fibrosa externa que se mezcla dorsalmente con la adventicia de los grandes vasos y se continúa dentro de un ligamento en el vértice ventral del saco. Aunque el pericardio se deforma para adaptarse a la forma cambiante del corazón durante el ciclo cardíaco, su componente fibroso evita cualquier distensión significativa a corto plazo (Dyce et al., 2012).

La contracción cardíaca es de tipo miógena, o sea que no depende de estimulación nerviosa. Todos los miocitos cardíacos son capaces de realizar la despolarización y repolarización rítmica de su membrana (Fawcett y Bloom, 1995). El corazón se compone de dos sincitios, uno es el sincitio atrial que constituye las paredes de los dos atrios y el sincitio ventricular que constituye las paredes de los dos ventrículos. Los atrios están separados de los ventrículos por el tejido fibroso que rodea las aberturas valvulares (Guyton y Hall, 2011). En condiciones normales, este tejido fibroso no permite la conducción directa de los potenciales del sincitio atrial al ventricular. Los potenciales de acción solo pueden pasar a través del sistema de conducción especializado, el haz atrioventricular, un haz de fibras de conducción.

Esta división de la masa cardíaca en dos sincitios funcionales permite que los atrios se contraigan un poco antes que los ventrículos, lo que tiene importancia para la efectividad de la bomba cardíaca (Guyton y Hall, 2011).

El nódulo sinusal corresponde a un grupo de células especializadas que se encuentra en la unión de la aurícula derecha con la vena cava craneal. Controla la función de marcapasos del corazón. Está inervado por fibras simpáticas y parasimpáticas (Kittleson, 2000). Las vías internodulares conectan el nódulo sinusal con el atrioventricular. El nódulo atrioventricular se considera la región del sistema de conducción especializado en que la conducción es más lenta. Al igual que el nódulo sinusal, la unión atrioventricular está muy inervada por fibras colinérgicas adrenérgicas, que recibe terminaciones nerviosas simpáticas y parasimpáticas predominando las parasimpáticas (Kittleson, 2000).

El fascículo de His se divide en dos ramas fasciculares por debajo del septo membranoso. Estas ramas conducen el impulso eléctrico alrededor de 3 veces más rápido que el miocardio y son responsables de la transmisión rápida del impulso que llega del fascículo de His hacia las fibras de Purkinje (Kittleson, 2000). Las fibras de Purkinje se comunican con los extremos de las ramas fasciculares y forman una red entretejida de fibras en el subendocardio de ambos ventrículos (Figura 3). Son las responsables de la distribución rápida y ordenada del impulso eléctrico a ambos ventrículos (Kittleson, 2000).

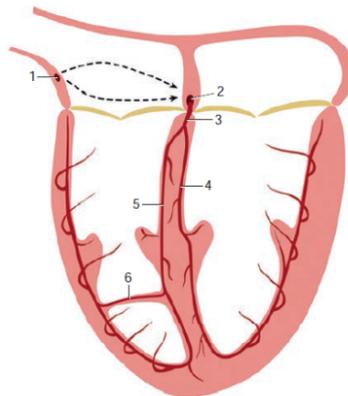


Figura 3: Dibujo esquemático del sistema de conducción del corazón. Las líneas de trazo interrumpido sugieren el paso de la onda de excitación a través de la pared atrial. 1, Nódulo sinoventricular; 2, nódulo atrioventricular; 3, fascículo atrioventricular; 4, brazo izquierdo; 5, brazo derecho; 6, rama del brazo derecho atravesando la banda septomarginal (Dyce et al., 2012.)

2.2. Fisiología cardiovascular

La principal función del corazón es producir el flujo sanguíneo, para lo cual desarrolla dos acciones, una mecánicamente más activa de contracción o sístole durante la que se produce la eyección de sangre, y una más pasiva de relajación o diástole, durante la que ocurre el llenado ventricular. Ambos ventrículos se contraen juntos rítmicamente (sístole ventricular) vaciando su contenido sanguíneo en las arterias y luego se relajan para recargarse (diástole ventricular) desde los atrios. En

la última parte de esta diástole ventricular se produce la sístole atrial que completa su recarga. De esta forma, los atrios actúan como bombas cebadoras, terminando de llenar los ventrículos (Belerenian et al., 2007).

Cuando la presión de los ventrículos aumenta, las válvulas atrioventriculares se cierran. En este momento las válvulas semilunares están cerradas y la presión ventricular aumenta rápidamente. Todas las válvulas permanecen cerradas hasta que la presión ventricular sobrepasa las presiones diastólicas de las arterias. Una vez que la presión ventricular excede la de las arterias, las válvulas semilunares se abren y comienza el período de eyección. La expulsión es rápida al principio, disminuyendo en los estadios finales de la sístole. Siguiendo a esta fase, la presión de los ventrículos cae. Las válvulas semilunares se cierran cuando las presiones arteriales superan la de los ventrículos. Las presiones ventriculares continúan decreciendo, y cuando la presión cae por debajo de la existente en las aurículas, se abren las válvulas atrioventriculares. Durante la diástole la sangre almacenada en los atrios y venas entra en los ventrículos. Inicialmente, la presión en los atrios

es relativamente alta y el paso de sangre a los ventrículos se produce rápidamente (Robinson y Huxtable, 1993).

El gasto cardíaco se define como el volumen de sangre expulsado por cada ventrículo. Puede expresarse como volumen contracción (ml/latido) o como volumen minuto (ml/min). El volumen minuto es igual al volumen de eyección por la frecuencia cardíaca (García et al., 2018). El gasto cardíaco cambia constantemente a medida que cambian las necesidades metabólicas del organismo y se producen fundamentalmente a través de variaciones de la frecuencia cardíaca y en menor grado con variaciones de volumen expulsado en cada contracción. El gasto cardíaco puede aumentar hasta cinco veces desde el reposo hasta el esfuerzo máximo, esto refleja un aumento de la velocidad de circulación sanguínea con el corazón como acelerador (Robinson y Huxtable, 1993).

2.3. Fisiopatología de las cardiopatías

Cardiopatía es un término que incluye todas las anomalías de la estructura o función cardíaca, ya sean congénitas o adquiridas (Robinson y Huxtable, 1993).

El término falla cardíaca hace referencia a los signos clínicos causados por la disfunción del corazón, originados por una enfermedad cardíaca que afecta la funcionalidad, tal como el incremento de la presión venosa, tan severamente que los fluidos son acumulados en pulmones o cavidades corporales (falla cardíaca congestiva), o al compromiso de la habilidad cardíaca de bombeo, de tal forma que no puede cubrir las necesidades corporales, tanto en el ejercicio como en reposo, o frente a cualquier aumento de la presión venosa (Keene et al., 2019).

Los signos clínicos de la insuficiencia cardíaca son el resultado final de dos cambios fisiopatológicos básicos, el acúmulo de líquido y la isquemia tisular y orgánica (Robinson y Huxtable, 1993). El corazón puede fallar de dos formas diferentes, ya sea por ineficiencia en el bombeo de sangre hacia la aorta o arteria pulmonar para mantener la presión arterial, o por un vaciado ineficiente del reservorio venoso llevando a una insuficiencia cardíaca congestiva (De Moraes y Schwartz, 2007).

La insuficiencia cardíaca se puede reconocer clínicamente por signos de bajo gasto cardíaco como depresión, letargia, hipotensión; o signos congestivos dando ascitis, derrame pleural, edema pulmonar (De Morais y Schwartz, 2007). Puede también clasificarse, basándose en la porción que está fallando, en derecha, izquierda o bilateral. Cuando es derecha se asocian signos de congestión en la circulación sistémica produciendo ascitis y edema periférico, mientras que cuando es izquierda ocasiona signos de congestión en circulación pulmonar produciendo edema de pulmón y disnea. La insuficiencia cardíaca bilateral presenta una combinación de signos de insuficiencia cardíaca derecha e izquierda. Cualquier tipo de insuficiencia puede ir acompañada de síntomas de bajo gasto cardíaco (De Morais y Schwartz, 2007). La insuficiencia cardíaca puede aparecer por la incapacidad del corazón para impulsar sangre adecuadamente (insuficiencia sistólica), por un llenado ventricular inadecuado (insuficiencia diastólica) o por ambas causas. El resultado final en los tres casos es una reducción del volumen sistólico, lo que conduce a una disminución del gasto cardíaco y una tendencia a la disminución de la presión arterial. Los pacientes con insuficiencia cardíaca grave tienen un gasto cardíaco reducido o inadecuado incluso en reposo, mientras que los pacientes con insuficiencia cardíaca leve o insuficiencia diastólica presentan un aumento inadecuado del gasto cardíaco ante determinadas perturbaciones como ejercicio y estrés (De Morais y Schwartz, 2007).

2.4. Patologías cardíacas

Las enfermedades cardíacas en el canino tienen un alto porcentaje de presentación en la clínica diaria. Diversos estudios determinaron que 1 de cada 10 perros sufren algún tipo de cardiopatía, correspondiendo el 75% a enfermedad crónica de las válvulas aurículo ventriculares (Atkins et al., 2009). Mientras que las enfermedades congénitas representan del 0,46 al 0,85% de las cardiopatías (Oyama, Sisson, Thomas y Bonagura, 2007).

2.4.1. Valvulopatía mitral degenerativa

Es la causa más frecuente de insuficiencia cardíaca en caninos. Es de origen desconocido (con posible origen hereditario) y consiste en la degeneración de la válvula mitral, aunque en ciertos casos se puede dar por causas infecciosas siendo esto poco común (Tilley, Smith y Oyama., 2009).

Las más afectadas son las razas de talla media a pequeña, en la edad mediana a geriátrica. Alrededor de un tercio de los caninos de pequeño tamaño mayores de diez años la sufren. Algunos de raza grande también pueden padecerla. La incidencia en hembras y machos es similar, sin embargo, éstos últimos tienen una tendencia ligeramente mayor de presentar la enfermedad, y el cuadro puede ser más grave en ellos (Nelson y Couto, 2010).

Se caracteriza macroscópicamente por degeneración nodular de las valvas de la válvula, así como por engrosamiento y, a veces, alargamiento de las cuerdas tendinosas. La aparición de un pequeño número de nódulos en el borde libre de las valvas son las lesiones iniciales. A medida que avanza la enfermedad, estos nódulos aumentan en número y tamaño y comienzan a juntarse. Cuando son graves, estas anomalías evitan la coaptación adecuada de las valvas de la válvula, resultando en

una incompetencia de la válvula mitral (Smith et al., 2016), produciendo un flujo turbulento, siendo el responsable de la aparición de soplos y frémitos (Nelson y Couto, 2010).

Los cambios fisiopatológicos se relacionan con la sobrecarga de volumen en el lado del corazón afectado una vez que la válvula llega a ser incompetente. La regurgitación comúnmente se desarrolla de forma lenta, a lo largo de meses o años (Kittleson, 2000). La valvulopatía degenerativa puede que no presente sintomatología durante años, y algunos caninos no llegan a desarrollar nunca sintomatología de insuficiencia cardíaca (Nelson y Couto, 2010). La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico caracterizado por congestión, intolerancia al ejercicio, o ambos, que resultan de enfermedades que impidan el llenado o vaciado del corazón (Smith et al., 2016). Los síntomas más frecuentes de esta enfermedad son tos, disnea, intolerancia al ejercicio, síncope, letargia, ascitis y derrame pleural cuando se afecta la válvula tricúspide, entre otros (Nelson y Couto, 2010).

En cuanto al pronóstico de la enfermedad, los animales con soplo pueden presentar insuficiencia cardíaca uno o dos años luego del hallazgo del mismo, aunque normalmente se produce una evolución más gradual. En algunos animales la evolución es tan lenta que no llegan a presentar la insuficiencia cardíaca (Kittleson, 2000). Una vez que se desarrolla la insuficiencia cardíaca congestiva el pronóstico es reservado y aún con tratamiento los animales suelen vivir de 8 a 14 meses (Tilley et al., 2009).

2.4.2. Cardiomiopatías

Es definida como una enfermedad primaria del músculo cardíaco de origen desconocido. Las enfermedades del miocardio secundarias a toxinas, deficiencias nutricionales, endocrinopatías y agentes infecciosos son consideradas como cardiomiopatías secundarias (Oyama, 2008)

Las cardiomiopatías primarias han sido divididas en tres categorías, hipertrófica, dilatada y restrictiva. La cardiomiopatía canina más frecuente es la forma congestiva o dilatada, que se presenta en caninos jóvenes o de mediana edad, de razas grandes (Robinson y Huxtable, 1993).

La miocardiopatía dilatada se caracteriza por la disminución de la contractilidad miocárdica que da como resultado una disfunción sistólica progresiva y la subsiguiente dilatación de las cámaras cardíacas, sobre todo del ventrículo izquierdo, aunque ambos ventrículos pueden verse afectados (Leach, 2017).

El desarrollo de la enfermedad se produce de forma insidiosa durante un período prolongado de tiempo, donde no hay signos clínicos evidentes (Ware et al., 2007).

En los casos en los que la cardiomiopatía se vuelve clínicamente aparente, la tos suele ser el signo clínico que es observado inicialmente. Está asociada con la compresión bronquial, y es a menudo dura y seca. Cuando la tos es causada por edema pulmonar o congestión nasal, otros signos, como la intolerancia al ejercicio y la taquipnea suelen presentarse, y esta es húmeda y productiva. En ocasiones, el síncope es el signo clínico que es visto por primera vez en caninos con cardiomiopatía dilatada (Smith et al., 2016).

La muerte súbita es relativamente común antes de que aparezcan los síntomas de insuficiencia cardíaca congestiva. Las manifestaciones clínicas más comunes son debilidad, letargo, taquipnea o disnea, intolerancia al ejercicio, tos, a veces descrita como arcadas, anorexia, distensión abdominal por ascitis y síncope. La caquexia cardíaca puede ser grave y más evidente a lo largo de la línea dorsal media (Nelson y Couto, 2010).

El tiempo que transcurre entre la enfermedad oculta y sintomática es altamente variable y puede durar años. Durante esta fase es recomendable la realización seriada de exámenes eco y electrocardiográficos (Oyama, 2008).

Usualmente el pronóstico es de reservado a malo, siendo que la mayoría de los caninos no sobreviven más de 3 meses tras las manifestaciones de insuficiencia cardíaca congestiva. Se ha observado que, si la respuesta al tratamiento inicial es buena, el 25-40% de los pacientes viven más de 6 meses. En general la supervivencia de más de 2 años no supera del 7,5 al 28% de los casos (Nelson y Couto, 2010).

2.5. Método de exploración cardíaca

El examen cardiovascular y la historia clínica del paciente pueden revelar anomalías cardíacas previamente insospechadas, así como proporcionar información importante en animales con enfermedad cardiovascular conocida (Ware, 2007).

Es útil conocer la prevalencia, ya que algunas anomalías congénitas y adquiridas son más comunes en determinadas razas o en distintas fases de la vida (Nelson y Couto, 2010).

La exploración física del canino sospechoso de padecer una cardiopatía incluye la observación de actitudes, posturas, condición corporal, nivel de ansiedad, patrón respiratorio y un examen físico general. La exploración física propiamente dicha consiste en la evaluación de la circulación periférica (membranas mucosas), las venas sistémicas (especialmente las venas yugulares), los pulsos arteriales sistémicos (arterias femorales) y el choque de punta; hay que palpar y percudir posibles acumulaciones anómalas de líquido (ascitis, edema subcutáneo, derrame pleural), y auscultar el corazón y los pulmones (Nelson y Couto, 2010).

Los signos compatibles con enfermedades cardíacas incluyen soplos cardíacos, alteraciones del ritmo, pulsaciones de la vena yugular y cardiomegalia. Otros signos clínicos que también sugieren enfermedad o insuficiencia cardíaca, pero pueden ocurrir en enfermedades no cardíacas, incluyen tos, dificultad respiratoria, intolerancia al ejercicio, debilidad, síncope, distensión abdominal, edema, pulsos arteriales excesivamente débiles o fuertes, y cianosis (Ware, 2007).

Cuando el clínico sospecha de una enfermedad cardíaca, o pretende evaluar el corazón en razas predisponentes a dichas patologías, lo ideal es realizar radiografías torácicas y electrocardiografía. Si los resultados son sugerentes de cardiomegalia se requiere realizar una ecocardiografía para definir el diagnóstico (Rhodes, 2012).

2.5.1. Electrocardiograma (ECG)

La electrocardiografía es una herramienta de diagnóstico no invasiva que suele utilizarse para registrar la actividad eléctrica del corazón en el hombre y los animales (Varshney, 2020).

El electrocardiograma es el registro de la actividad eléctrica cardíaca recogida en la superficie del organismo (Baldovino, Ferreiro y Rotunno 2008).

Representa gráficamente la despolarización y repolarización eléctrica del músculo cardíaco. Proporciona información sobre la frecuencia, el ritmo y la conducción intracardíaca y también puede sugerir la presencia de dilataciones de cámaras, enfermedades miocárdicas, isquemia, enfermedades pericárdicas, desequilibrios de determinados electrolitos y toxicidad de algunos fármacos (Nelson y Couto, 2010).

Un electrocardiograma normal no descarta anomalías cardíacas u otros cambios del corazón (Varshney, 2020).

No se trata de un diagnóstico en sí mismo sino de un elemento más que, sumado a otros métodos, permitirá acceder al diagnóstico esperado. Deberá considerarse en todos los casos, la edad del paciente, el tamaño, la raza y el tipo de vida que desarrolla, así como si se encuentra bajo medicación (Baldovino et al., 2008).

La forma de un potencial en la superficie corporal está determinada fundamentalmente por tres circunstancias: la naturaleza del generador eléctrico o más específicamente por las vías por las cuales la onda de despolarización viaja a través del corazón; las propiedades conductoras de la masa corporal y la relación entre los puntos de la superficie corporal y el corazón (García et al., 2018).

Se utilizan derivaciones definidas como los distintos circuitos que se pueden formar al colocar los electrodos sobre la superficie corporal y reciben el nombre de derivaciones electrocardiográficas, y la línea que une a los puntos de aplicación de los electrodos constituye el eje de la derivación (Figura 4) (García et al., 2018).

Clínicamente se utilizan derivadas bipolares y unipolares. Los cables bipolares estándar registran diferencias de potencial entre dos electrodos en la superficie del cuerpo; el eje principal está orientado entre estos dos puntos (Ware, 2007).

Hay cuatro electrodos y cada uno corresponde a un cable electrocardiográfico estándar. En el brazo derecho (RA), cable de color rojo; en el brazo izquierdo (LA), de color amarillo; en la pierna derecha (RL), de color negro; y pierna izquierda (LL), color verde. Se utilizan pinzas de cocodrilo, pinzas de contacto planas o agujas para adherirse a la piel del canino (Varshney, 2020).

En cada una de estas derivaciones se mide la diferencia de potenciales entre el electrodo positivo y el negativo. Registrando la diferencia de potencial entre LA (+) y RA (-) se obtiene la derivada I. Si se registra la diferencia de potencial entre LL (+) y RA (-) se obtiene la derivada II. La derivación III viene dada por la diferencia de potencial entre LL (+) y LA (-). Los ejes de las tres derivaciones bipolares de los miembros unidos por sus extremos constituyen el triángulo de Einthoven (García et al., 2018).

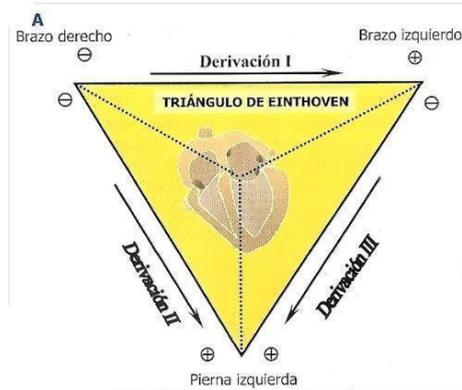


Figura 4: Derivación bipolar. Triángulo de Einthoven (Vélez, 2007).

El electrocardiograma contiene tres componentes principales durante cada ciclo cardíaco: el establecido por la activación auricular denominada onda P, el producido por la activación ventricular llamado complejo QRS y el resultante de la recuperación ventricular u onda T (Bolton, 1975). El ritmo normal en el canino es de origen sinusal, esto significa que las ondas P están presentes para cada complejo QRS. La onda P se registra durante la despolarización del sincitio auricular. La onda de recuperación auricular no suele apreciarse en el ECG (Bolton, 1975).

El paso de la onda de excitación por el nódulo AV y el Haz de His no genera actividad eléctrica registrable, solo se registrará una línea recta isoeletrica que recibe el nombre de segmento P-Q o tiempo de conducción auriculoventricular (García et al., 1995).

La masa ventricular es grande, por lo que hay una gran desviación durante la contracción ventricular que conduce a la formación del complejo "QRS" (Varshney, 2020).

El Segmento S-T representa el periodo de la fase 2 del potencial de acción. La onda T corresponde a la repolarización del miocardio ventricular. El intervalo Q-T refleja el tiempo total de la despolarización y repolarización ventricular (Figura 5) (Nelson y Couto, 2010).

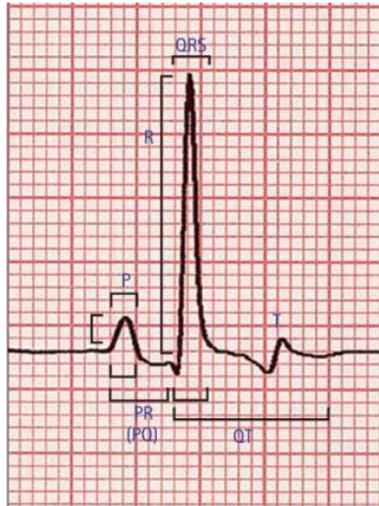


Figura 5: Electrocardiograma de un canino en derivada II a 50 mm/seg, 1 cm= 1 Mv. Cada cuadradito corresponde a 0,02 segundos en el eje de las X, y 0,1 mV de amplitud en el eje de las Y (Ware, 2007).

2.5.2. Ecocardiografía

La ecocardiografía es otra modalidad diagnóstica no invasiva importante para obtener imágenes del corazón y sus estructuras circundantes. Proporciona información importante sobre el tamaño de las cámaras del corazón, grosor y movimiento de la pared, configuración y movimiento de la válvula, los grandes vasos proximales, y la detección de los derrames pericárdico y pleural. La identificación de una lesión de masa dentro y adyacente al corazón también es posible mediante examen ecocardiográfico (Varshney, 2020).

El ultrasonido puede establecer las relaciones anatómicas y brindar información sobre el funcionamiento del corazón (Nelson y Couto, 2010).

Hay tres modalidades de ecocardiografía que se utilizan con frecuencia: bidimensional o modo B, modo de movimiento o modo M y evaluaciones Doppler. La ecocardiografía bidimensional (2-D) muestra imágenes del corazón y las estructuras circundantes en el monitor. Estas imágenes en tiempo real permiten una mejor apreciación de la anatomía, fisiología y patología (Durham, 2017).

Las frecuencias generalmente utilizadas para la ecocardiografía de los pequeños animales varían desde los 3,5 MHz para caninos de gran porte a los 10 MHz para caninos pequeños (Nelson y Couto, 2010).

La ventaja de la ecocardiografía en modo M es la excelente resolución de tiempo para la medición de la frecuencia cardíaca y las dimensiones cardíacas en puntos de tiempo precisos (Figura 7). La principal desventaja es que el área de muestreo es muy limitada. La ecocardiografía en modo M da poca información sobre cambios en el tamaño o la forma del corazón en otras dimensiones, o sobre lesiones específicas.

La ecocardiografía en modo M sigue siendo ampliamente utilizada para medir los diámetros del ventrículo izquierdo (Fuentes, 2016).

La ecocardiografía bidimensional crea una imagen de un sector cardíaco por barrido. La imagen 2-D permite la evaluación sobre todo de la orientación de las cámaras cardíacas, el tamaño y el grosor de la pared, así como cambios anatómicos y defectos congénitos (Nelson y Couto, 2010).

La ecocardiografía Doppler proporciona información sobre la dirección y la velocidad del flujo sanguíneo, utilizando el Principio Doppler por el cual la frecuencia reflejada de las ondas de ultrasonido cambian si el objetivo reflectante se está acercando o alejando de la fuente. Es dependiente del ángulo del haz de ultrasonido. Las ondas deben ser paralelas a la dirección del objetivo en movimiento (es decir, el flujo de sangre) (Johnson, 2017).

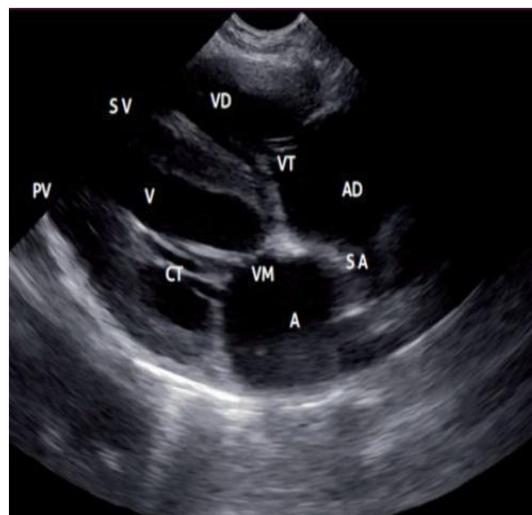


Figura 6: Imagen ecográfica de un corte sagital paraesternal mostrando las cuatro cámaras cardíacas (AD: aurícula derecha, A: aurícula izquierda, VD: ventrículo derecho, V: ventrículo izquierdo, el septo interventricular (SV) y el interauricular (SA), la válvula tricúspide (VT) y a mitral (VM), con sus cuerdas tendinosas (CT) y la pared del ventrículo izquierdo (PV) (Burillo, Pamliiega y Monteagudo, 2010).

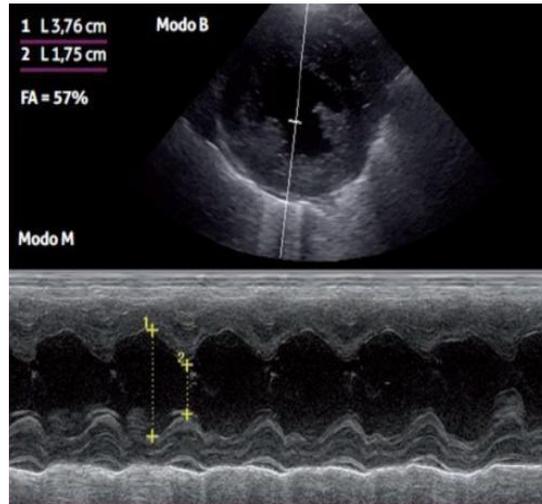


Figura 7: Imagen ecográfica de un corazón en corte transversal. Ultrasonografía combinada en modo B y M mostrando el cálculo automático de la fracción de acortamiento (Burillo et al., 2010).

2.5.3 Radiografía

La radiografía del sistema cardiovascular está indicada para la estadificación de un paciente con sospecha de cardiopatía, decidir sobre la terapia cardíaca y para la monitorización de la respuesta a la terapia o la progresión de la enfermedad cardíaca. (Bahr, 2018).

Un enfoque sistemático para la evaluación de las radiografías torácicas es crucial para garantizar la detección precisa de anomalías. Las siguientes áreas deben evaluarse con cada radiografía: posicionamiento y técnica, tamaño de la silueta cardíaca, parénquima pulmonar, vasculatura pulmonar, mediastino y tráquea, y estructuras extratorácicas (Fine, 2017).

La radiografía permitirá evaluar el tamaño y la forma de la silueta cardíaca, así como el estado del pulmón y la circulación, reflejando de esta manera el grado de insuficiencia cardíaca que presenta el paciente (García, 2013).

Desafortunadamente, las radiografías no son muy precisas para evaluar la función cardiovascular o morfología debido a la amplia gama de apariencias cardíacas normales en caninos, el efecto del posicionamiento radiográfico en la silueta cardíaca y el hecho de que muchos cambios fisiológicos no van acompañados de cambios morfológicos. (Bahr, 2018).

La exploración rutinaria de tórax requiere dos radiografías como mínimo, una ventrodorsal o dorsoventral (VD o DV), y otra latero-lateral derecha o izquierda. En la técnica para la radiografía de tórax se debe realizar un pico alto de kilovoltaje (kVp) y un bajo miliamperaje por segundo (mAs) que aumenta al máximo la amplitud del contraste para obtener una mejor resolución entre las estructuras de tejido blando (Nelson y Couto 2010).

Idealmente, las radiografías torácicas se obtienen en la inspiración máxima para una insuflación máxima de los pulmones (Fine, 2017). En la espiración, los pulmones muestran mayor densidad, el corazón parece relativamente más grande, el diafragma puede superponerse con el borde caudal del corazón y los vasos pulmonares están pobremente delineados (Nelson y Couto, 2010).

En cuanto a la constitución corporal, los caninos musculosos o aquellos con el tórax en forma de barril tienen una silueta cardíaca que parece grande. Por el contrario, la silueta cardíaca normal en razas con una cavidad torácica lateralmente comprimida pero profunda, como los Whippets y Collies, pueden parecer anormalmente pequeños. Por lo tanto, el tipo de tórax del canino siempre debe tenerse en cuenta cuando se evalúa el corazón radiográficamente (Bahr, 2018).

El posicionamiento radiográfico puede tener un profundo efecto en la apariencia de la silueta cardíaca. Lo más importante es la diferencia en la apariencia de la silueta cardíaca en radiografías ventrodorales versus dorsoventrales (Bahr, 2018). La proyección radiográfica DV se prefiere sobre la VD para la evaluación cardíaca por dos razones, la posición anatómica del corazón en la proyección DV depende menos de la conformación de la cavidad torácica (razas de tórax profundo frente a razas de tórax en forma de barril), y porque los campos pulmonares dorsales están hiperinsuflados y los vasos de los campos pulmonares caudales están aumentados debido al incremento de la distancia entre la película y el objeto. Esto proporciona una mejor definición radiográfica sobre las arterias y venas pulmonares más grandes de los lóbulos pulmonares caudales. La proyección DV también permite la detección temprana de infiltrados pulmonares que son frecuente en enfermedad cardíaca en la zona hilar y caudodorsal de los campos pulmonares (Tilley et al., 2009).

En la proyección lateral izquierda, la silueta cardíaca aparece más redondeada. En esta posición, el vértice del corazón se aleja de la línea media, desplazando el ápice dorsalmente, y en la proyección lateral derecha la silueta cardíaca es generalmente más alta y de forma más ovalada, y el vértice está más cerca del esternón (Fine, 2017).

La evaluación radiográfica del tórax se presta a varios criterios de lectura para establecer un diagnóstico a partir de la imagen observada. Uno de los métodos empleados para la interpretación de la imagen consiste en realizar una evaluación progresivamente centrífuga de las estructuras representadas, de manera que se empieza fijando la atención en el centro de la imagen para después ir alejándose en círculos concéntricos cada vez más grandes (Burillo et al., 2010). Otro método refleja la teoría compartimental, por la cual el tórax puede subdividirse en cuatro regiones anatómicas básicas: la región extratorácica, el espacio pleural, el parénquima pulmonar y el mediastino, en donde incluye el corazón y los grandes vasos. En este caso, se sigue una sistemática completa en la interpretación de la imagen, de manera que ninguno de los compartimentos queda sin evaluar (Burillo et al., 2010).

La pared torácica está compuesta por piel, grasa, tejido subcutáneo, musculatura intercostal, pleura parietal, vasos sanguíneos, nervios y vasos linfáticos. La columna vertebral, las costillas, los cartílagos costales, y el esternón proporcionan un soporte rígido para los tejidos blandos. Las anomalías de la pared torácica a menudo se pasan por alto en la valoración inicial de las radiografías torácicas. Su inspección

cuidadosa puede proporcionar información crítica para el diagnóstico y tratamientos adecuados (Samii, 2018).

La pleura normal no suele ser visible radiográficamente. Las paredes pleurales son muy delgadas y están rodeadas de tejido blando adyacente, donde excepto en fisuras interlobares, donde está en contacto solamente con el pulmón, las delgadas líneas pleurales entre los lóbulos a veces son visibles radiográficamente. (Thrall, 2018).

De todas las estructuras en el mediastino, sólo el corazón, la tráquea, la vena cava caudal, la aorta y, en los jóvenes animales, el timo son visibles normalmente. De vez en cuando, una porción del esófago normal puede verse. Las otras estructuras mediastínicas tampoco se ven normalmente, porque son demasiado pequeñas o no hay suficiente grasa interpuesta para proporcionar contraste, lo que conduce a la eliminación de los bordes (Thrall, 2018).

La silueta cardíaca ocupa dos tercios del mediastino central en las radiografías laterales y se localiza entre el cuarto y sexto espacio intercostal. Suele estar localizado en el hemitórax izquierdo en las radiografías VD/DV (Thrall, 2008). La forma del corazón canino o la silueta radiográfica es ovoide, con el ápex más en punta con respecto a la base que es más ancha. Los márgenes cardíacos dorsales incluyen ambos atrios, arterias y venas pulmonares, la vena cava craneal y caudal y el arco aórtico. El borde craneal está formado por el ventrículo derecho y la orejuela del atrio derecho, dando como resultado lo que radiográficamente se define como “cintura craneal”. El margen caudal está formado por el atrio izquierdo y el ventrículo izquierdo, con la unión atrioventricular definida radiográficamente como “cintura caudal” (Tilley et al., 2009). Es importante darse cuenta de que la silueta cardíaca no está compuesta sólo por el corazón. El pericardio, cualquier líquido o tejido en el espacio pericárdico, y cualquier tejido o líquido en el mediastino inmediatamente adyacente al corazón se fusionará con él, contribuyendo así al tamaño total y forma de la silueta cardíaca (Bahr, 2018).

2.5.3.1 Métodos de evaluación del tamaño de la silueta cardíaca

Existen distintos métodos que permiten evaluar el tamaño cardíaco: medición de anchura y altura respecto a los espacios intercostales, método del reloj, desviación de la tráquea y VHS (Thrall, 2008).

En la vista lateral, la silueta cardíaca no debe ser más de dos tercios de la altura vertical total del tórax cuando se mide desde el vértice hasta la base del corazón en la carina. El ancho de la silueta cardíaca no debe ser mayor que 2,5 espacios intercostales en caninos de pecho profundo, y no más de 3,5 espacios intercostales en caninos con pecho de barril (Fine, 2017). Mientras que la anchura de la silueta en la proyección dorsoventral debe ser aproximadamente de dos tercios de la anchura de la cavidad torácica, medida a nivel del quinto espacio intercostal (García, 2013). El tamaño del corazón con relación a la caja torácica es ligeramente mayor en cachorros que en adultos. También aparece ligeramente más grande la silueta durante la espiración en comparación con la inspiración, y durante la diástole en comparación con la sístole, pero estos cambios son mínimos y en general no afectan

significativamente al diagnóstico. Estas reglas son poco exactas, pero pueden servir para una valoración inicial del tamaño del corazón (García, 2013).

Es común usar una analogía con la esfera del reloj cuando se identifican estructuras cardíacas en la vista DV/VD. El arco ascendente de la aorta se posiciona aproximadamente desde las 11:00 hasta 1:00 en punto, y la arteria pulmonar principal es de 1:00 a 2:00. La aurícula izquierda es de 2:00 a 3:00, y el ventrículo izquierdo abarca la región de 3:00 a 6:00. El ventrículo derecho es de 6:00 a 9:00, y la aurícula derecha se posiciona de 9:00 a 11:00. El cuerpo de la aurícula izquierda se coloca en el centro, justo caudal a la bifurcación del tronco principal bronquial (Figura 8 y 9) (Fine, 2017).

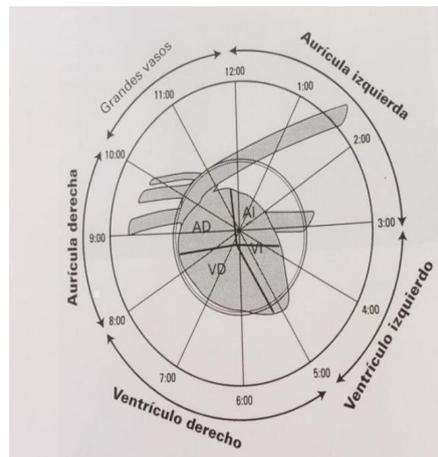


Figura 8: Analogía del reloj superpuesta a la silueta cardíaca de una radiografía lateral. Se puede observar la posición de varias cámaras cardíacas con relación a la analogía del reloj. Es importante tener en cuenta que hay una superposición de aurícula y ventrículo en el centro de la silueta cardíaca (Thrall, 2008).

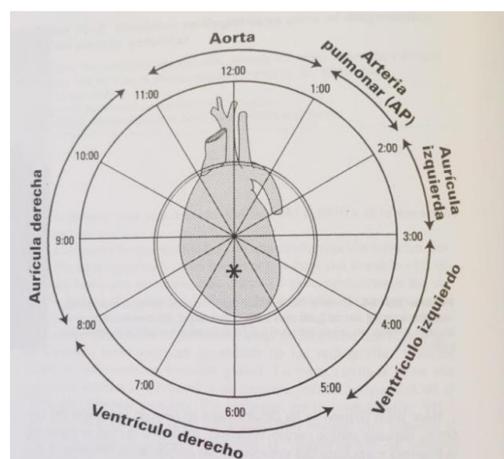


Figura 9: Analogía del reloj superpuesta sobre la silueta cardíaca de una radiografía ventrodorsal (Thrall, 2008).

Otra forma de evaluar la cardiomegalia es por el desplazamiento dorsal de la tráquea. La posición de la tráquea cambia en función del tamaño del corazón. Cualquier incremento del tamaño cardíaco, ya sea en dirección craneal, caudal o dorsal puede desplazar la tráquea ya que se incrementa la distancia entre el ápex y la base cardíaca. Este desplazamiento hace disminuir la distancia entre la tráquea y la columna vertebral y se reduce el ángulo de aproximadamente 30 a 35 grados que forman, en condiciones normales, ambas estructuras (Suter y Lord, 1984).

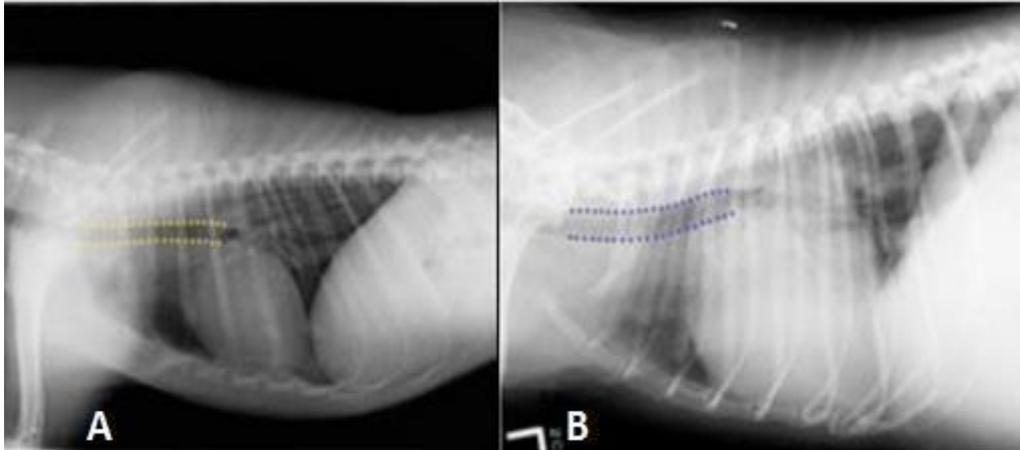


Figura 10: A- Localización y diámetro normal de la tráquea cervical y torácica. B- Desplazamiento dorsal de la tráquea, posicionándose de forma paralela a la columna vertebral, debido a una cardiomegalia grave (Suter y Lord, 1984).

2.6. Volumen cardíaco vertebral (VHS)

La subjetividad de los criterios radiográficos para valorar cardiomegalia generó la necesidad de disponer de algún criterio radiográfico objetivo que pudiera evaluar mejor la presencia o ausencia de cardiomegalia. Buchanan y Bucheler (1995) describieron el método Vertebral Heart Scale (VHS) como nuevo índice para la determinación del tamaño cardíaco. Establecieron un eje cardíaco mayor y, perpendicular a éste, un eje cardíaco menor. Ambos ejes se traspusieron de forma paralela a la columna vertebral, al inicio del cuerpo de la cuarta vértebra torácica (T4) y se cuantificó el número de cuerpos vertebrales que ocupaba la suma de ambos ejes, obteniendo un rango de normalidad de $9,7 \pm 0,5$ vértebras. Adicionalmente a una evaluación inicial sobre el tamaño cardíaco, también es útil en la monitorización de la progresión del agrandamiento cardíaco individual en el correr del tiempo, así como registrar cambios en el tamaño cardíaco en respuesta a tratamientos (Buchanan y Bucheler, 1995).

En la radiografía lateral, el eje longitudinal cardíaco se calcula desde el borde del bronquio principal izquierdo hasta la zona más ventral del ápex cardíaco. Esta medida se compara con la columna torácica, comenzando en el borde craneal del cuerpo de la T4. El eje corto máximo perpendicular al eje medido anteriormente se mide en el tercio central de la silueta cardíaca y se compara con las vértebras comenzando en la T4. Ambas medidas se suman para realizar el VHS (Figuras 11 y 12) (Buchanan y Bucheler, 1995).

En la mayoría de las razas se considera normal un VHS entre 8,5 y 10,6 cuerpos vertebrales ($9,7 \pm 0,5v$). Existen algunas variaciones interracialas: en caninos con tórax corto se considera normal un límite superior a 11 vértebras, mientras que en caninos con tórax largo puede ser normal un límite superior de 9,5 vértebras. En otras razas como los Whippet el VHS puede estar por encima del índice normal de referencia (Nelson y Couto, 2010).

La evaluación radiográfica subjetiva del corazón será de más valor cuando las anomalías cardíacas son pronunciadas. Por lo tanto, la radiografía cardíaca será más útil como herramienta de detección de anomalías cardíacas marcadas, para la evaluación de la circulación pulmonar, para identificar si se ha producido una descompensación cardíaca, y para evaluar la respuesta a la terapia. Cualquier anomalía cardíaca sospechosa debe interpretarse a la luz de la señalización y los hallazgos físicos (Bahr, 2018).

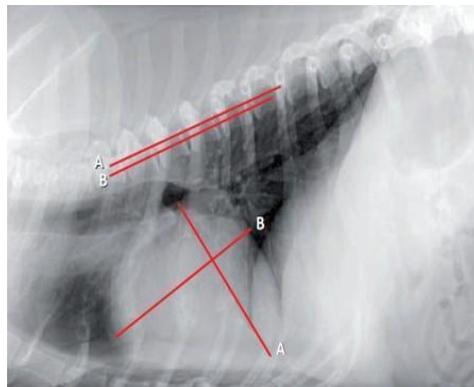


Figura 11: Escala cardíaca vertebral calculada sobre la proyección lateral de tórax en un Basset Hound. VHS 10,5 (rango de normalidad 8,5-10,6) (Burillo et al., 2010).

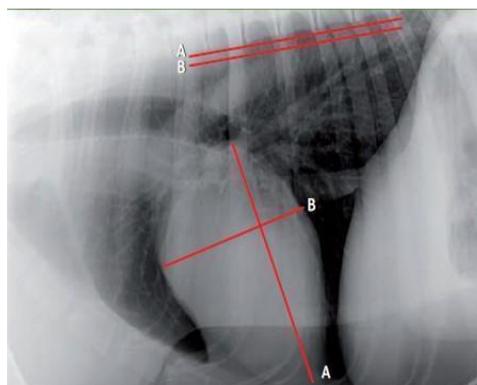


Figura 12: Escala cardíaca vertebral calculada sobre la proyección lateral de tórax en un Gran Danés. VHS 9,5 (rango de normalidad 8,5-10,6) (Burillo et al., 2010).

2.6.1. Historia del método VHS:

El primer estudio del método VHS fue realizado por los Drs. Buchanan y Bucheler (1995). El concepto de utilizar la relación corazón/esqueleto para determinar el tamaño cardíaco no era nuevo. Los ratios cardiororácicos (ancho del corazón versus

ancho torácico) en seres humanos fueron utilizados de forma confiable, hasta que aparecieron los avances de la ecocardiografía y otras técnicas más sofisticadas de diagnóstico. En caninos, sin embargo, las diferencias en la conformación del tórax entre las razas hacen que el estándar del ratio cardior torácico tenga poco valor (Buchanan y Buchaler, 1995).

La similitud en la referencia de 10 cuerpos vertebrales en radiografías laterales derechas e izquierdas en 20 caninos, reveló la ventaja de utilizar dichas vértebras en lugar de los espacios intercostales, como referencia de estructura de comparación con el tamaño cardíaco (Buchanan y Buchaler, 1995).

Para el estudio fueron utilizados 100 caninos de diversas razas, sexo y edades, sin evidencia de enfermedad cardíaca o pulmonar, en los cuales se efectuaron radiografías en proyecciones latero-lateral y ventrodorsal,. Obtuvieron un valor de VHS menor o igual a 10,5 vértebras en el 98% de los casos, con una media de 9,5 vértebras. Por lo tanto, este valor fue sugerido como límite superior para la dimensión cardíaca normal en la mayoría de las razas. Relataron también la existencia de excepciones en caninos de tórax corto, como el Schnauzer miniatura, en el cual un VHS por encima de 11 vértebras sería considerado normal. Mientras que en caninos de tórax largo como los Daschund, un límite superior de 9,5 vértebras podría ser más apropiado (Buchanan y Buchaler, 1995).

Adicionalmente en una evaluación inicial sobre el tamaño cardíaco, el método VHS también fue útil en la monitorización de la progresión del agrandamiento cardíaco individualmente en el correr del tiempo. Registrando el tamaño cardíaco en una escala vertebral fomenta la objetividad y es la manera conveniente de registrar cambios en el tamaño cardíaco en respuesta a los tratamientos, o progresión de la cardiomegalia (Buchanan y Buchaler, 1995).

Desde la primera publicación se han desarrollado diferentes estudios en busca de variantes en los valores estándar de VHS. En estos trabajos se buscaba comparar el valor VHS en diferentes razas, diferentes rangos etarios, caninos con enfermedades cardíacas o respiratorias, con variaciones de peso o en entrenamiento entre otras variables.

Con respecto a las razas varios investigadores establecieron el rango de referencia para razas específicas tales como Boxer, Labrador Retriever, Pastor Alemán, Doberman, Cavalier King Charles Spaniel, y Yorkshire Terrier (Lamb et al., 2001); Cocker Spaniel, Boxer y Doberman Pinscher (Pinto et al., 2002); Poodle (Pinto y Iwasaki, 2004); Whippets (Bavegems et al., 2005), Teckel (Zardo y Provasi, 2010); Yorkshire (Castro, Torres y Araujo, 2011); American Pitbull (Lahm et al., 2011); entre otros.

Choisunirachon y Kamonrat (2008) evaluaron la silueta cardíaca en cachorros mayores de tres meses, obteniendo resultados contradictorios en cuanto a la variación del tamaño cardíaco en función del crecimiento del animal. Los primeros tomaron radiografías a los tres y seis meses, y a los tres años de edad, concluyendo que el VHS puede ser utilizado tanto en cachorros como adultos sin distinción, ya que la proporción del tamaño cardíaco y el esqueleto se mantenían. Mientras que los segundos constataron una diferencia significativa en la masa cardíaca entre los diferentes rangos etarios.

También se ha planteado la hipótesis de que existan diferencias en el VHS según el sexo de los caninos, Lamb et al. (2001) encuentran en la raza Boxer valores de VHS en hembras significativamente menores que en machos. Sin embargo, Kumer et al. (2011) no encontraron diferencias entre ambos géneros.

El método VHS también fue utilizado por varios autores para determinar la presencia y progresión de las enfermedades cardiorespiratoria. En ese sentido, Lamb et al. (2001) evaluaron radiografías de diversas razas de caninos sanos y de caninos con enfermedad cardíaca o respiratoria diagnosticada por otros métodos. Otros autores (Soares, Larson y Pinto, 2004; Guglielmini et al., 2009) evaluaron el aspecto radiográfico de caninos con enfermedad valvular crónica.

Se han realizado estudios acerca de la experiencia del observador a la hora de utilizar el método VHS como diagnóstico de cardiomegalia. En tal sentido, Hansson, Häggström y Kwart, (2005) estudiaron en la raza Cavalier King Charles Spaniel diferentes niveles de experiencia en interpretación de radiografías, no encontrando variaciones significativas. Así mismo, Marín, Brower y McBrien (2007) y Gugjoo, Hque y Saxena (2013) obtuvieron el mismo resultado en otras razas.

En la raza Whippets se utilizaron radiografías torácicas de ejemplares seleccionados por su alta velocidad, previamente inspeccionados, siendo libres de enfermedades cardíacas o pulmonares. Se encontraron diferencias significativas entre caninos entrenados y no entrenados, donde los entrenados poseían un VHS significativamente mayor, sugiriendo un aumento en la masa ventricular izquierda debida al entrenamiento (Bavegems et al., 2005).

Así mismo, Torres et al., (2008) estudiaron la variación en el VHS en caninos sometidos a un programa de nutrición de aumento de peso, donde fue observado un aumento de la silueta cardíaca. Los autores concluyeron que en las condiciones en las que este experimento fue realizado la obesidad contribuye para aumentar el tamaño de la silueta cardíaca en perros normales, lo cual debería tenerse en consideración al momento de evaluar pacientes obesos no cardiópatas.

Se han evaluado distintas variables (entrenados vs no entrenados, dieta para ganancia de peso, sedados con insuflación pulmonar artificial) y características de los caninos (conformación torácica, peso, sexo, edad), y de sus respectivas razas para encontrar diferencias con respecto al primer rango de valores establecidos por Buchanan y Bucheler en 1995, tomados como rango de referencia a la hora de evaluar una radiografía de tórax en un paciente.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Establecer el rango de referencia para el índice cardíaco vertebral (VHS) y el tipo de tórax, en caninos adultos sanos de la raza Cimarrón Uruguayo.

3.2. Objetivos específicos

Evaluar si existe diferencia en el valor de VHS entre caninos hembras y machos de la raza Cimarrón.

Determinar si existe diferencia en el valor de VHS calculado en la proyección lateral derecha y lateral izquierda.

Estudiar si existe diferencia en los valores obtenidos de VHS entre personal técnico del Servicio Imagenología de la Facultad de Veterinaria - UdelaR y no técnico (estudiantes de grado).

Evaluar diferencias corporales en cuanto a peso, altura a la cruz y contorno torácico de caninos machos y hembras de la raza Cimarrón.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Imagenología y Laboratorios de Análisis Clínico y Endocrinología y Metabolismo Animal del Centro Hospital Veterinario de la Facultad de Veterinaria, UdelaR. El protocolo experimental fue aprobado por la CEUA – Fvet (956- 111900-001196-19).

Se trabajó con veinte caninos de la raza Cimarrón Uruguayo, de los cuales doce fueron hembras y ocho machos, de edades entre un año y seis años, sin antecedentes de enfermedades cardíacas.

En la primera etapa se empleó un protocolo de exclusión basado en un examen clínico completo, realizando un examen objetivo general de todos los animales, electrocardiograma con un equipo de marca Fukuda y modelo HG 320 digital, en derivadas bipolares I, II y III y monopares aVR, aVL y aVF, y hemograma completo para seleccionar caninos clínicamente sanos. Se realizaron radiografías torácicas con un equipo fijo Vetter-Rems 100 y un digitalizador marca Kodak DirectView, Sistema Classic CRCarestream, en cuatro incidencias, dorso-ventral, ventro-dorsal y latero-lateral derecha e izquierda.

Se tomaron registros individuales de cada canino participante del estudio con todos sus parámetros correspondientes incluyendo peso corporal (PC), en una balanza electrónica digital de marca TCS, altura de la cruz (AC), circunferencia torácica (CT), examen objetivo general, resultados de laboratorio del hemograma completo y electrocardiograma.

Luego, sobre las imágenes radiográficas, se realizaron las medidas objetivas del tamaño cardíaco, con el método VHS y la clasificación de la forma de tórax según lo descrito por Buchannan y Bucheler (1995). Cada medida fue tomada por triplicado, y calculado su promedio, por 2 miembros del Servicio de Imagenología de Fvet – Udelar (grupo Técnico) y 3 estudiantes de grado de Fvet (grupo no Técnico), para luego realizar el promedio de cada medida para cada grupo, y una medida promedio general para calcular el valor de VHS promedio (VSHP). El VHS se determinó estableciendo un eje cardíaco mayor que parte desde el margen ventral de la carina y culmina en el ápex cardíaco y, perpendicular a éste, un eje cardíaco menor, tomado en la parte más ancha de la silueta cardíaca. Ambos ejes se traspusieron de forma paralela a la columna vertebral, al inicio del cuerpo de la cuarta vértebra torácica, y se cuantificó el número de cuerpos vertebrales que ocupaba la suma de ambos ejes (Buchannan, y Bucheler, 1995). Posteriormente se calculó la relación entre la profundidad y el ancho de tórax (P:A) de cada canino para determinar la forma del tórax. La profundidad se evaluó en la vista radiográfica lateral derecha desde el margen dorsal del proceso xifoides hasta el margen ventral del cuerpo vertebral alineado perpendicularmente a la columna vertebral. El ancho del tórax se midió en una radiografía dorsoventral, como la distancia entre los bordes mediales de la octava costilla. Se determinó que los caninos con una relación entre la profundidad y el ancho $< 0,75$ tenían un tórax en forma de barril o ancho, mientras que aquellos con una relación entre la profundidad y el ancho $> 1,25$ tenían un tórax profundo (Buchannan y Bucheler, 1995). Posterior a la recolección de datos, se procesaron los mismos con el fin determinar qué forma de tórax presentan y obtener el rango de referencia para el índice cardíaco vertebral específico para la raza seleccionada.

Análisis estadístico

Con los resultados obtenidos se confeccionaron las bases de datos correspondientes para realizar estadísticas descriptivas utilizando el software libre Past 4 (Paleontological Statistics).

Se realizó el test de Shapiro-Wilks para testear normalidad de cada una de las variables utilizadas. Se compararon las variables utilizando T test cuando tuvieron distribución normal, y Mann-Whitney para las variables que no tuvieron dicha distribución. La correlación entre las variables se calculó utilizando el coeficiente de correlación de Pearson para las variables con distribución normal, y el coeficiente de correlación de Spearman para variables sin distribución normal.

Se consideró como diferencia significativa un alfa $\leq 0,05$ y tendencia con un alfa entre 0,05 y 0,1.

5. RESULTADOS

Los resultados para el índice cardíaco vertebral promedio (VHSP) de la raza Cimarrón Uruguayo obtenidos sobre las radiografías torácicas laterales en pacientes sanos entre uno y seis años (edad media de $2 \pm 1,6$ años) fueron de una media de $10,54 \pm 0,066$ vértebras (v), con un valor mínimo de 9,9 v, y un valor máximo de 11 v. En relación a la clasificación del tipo de tórax tuvimos un valor de P:A de $0,81 \pm 0,01$, determinando un tipo de tórax intermedio.

La media para VHS obtenido en la proyección lateral izquierda fue de $10,62 \pm 0,07$ v, con un valor mínimo de 9,9 v y uno máximo de 11,1 v, mientras que para la proyección lateral derecha fue de $10,48 \pm 0,06$ v, con un valor mínimo de 9,9v y uno máximo de 11 v, no encontrándose diferencias entre ambas proyecciones (Figura 13).

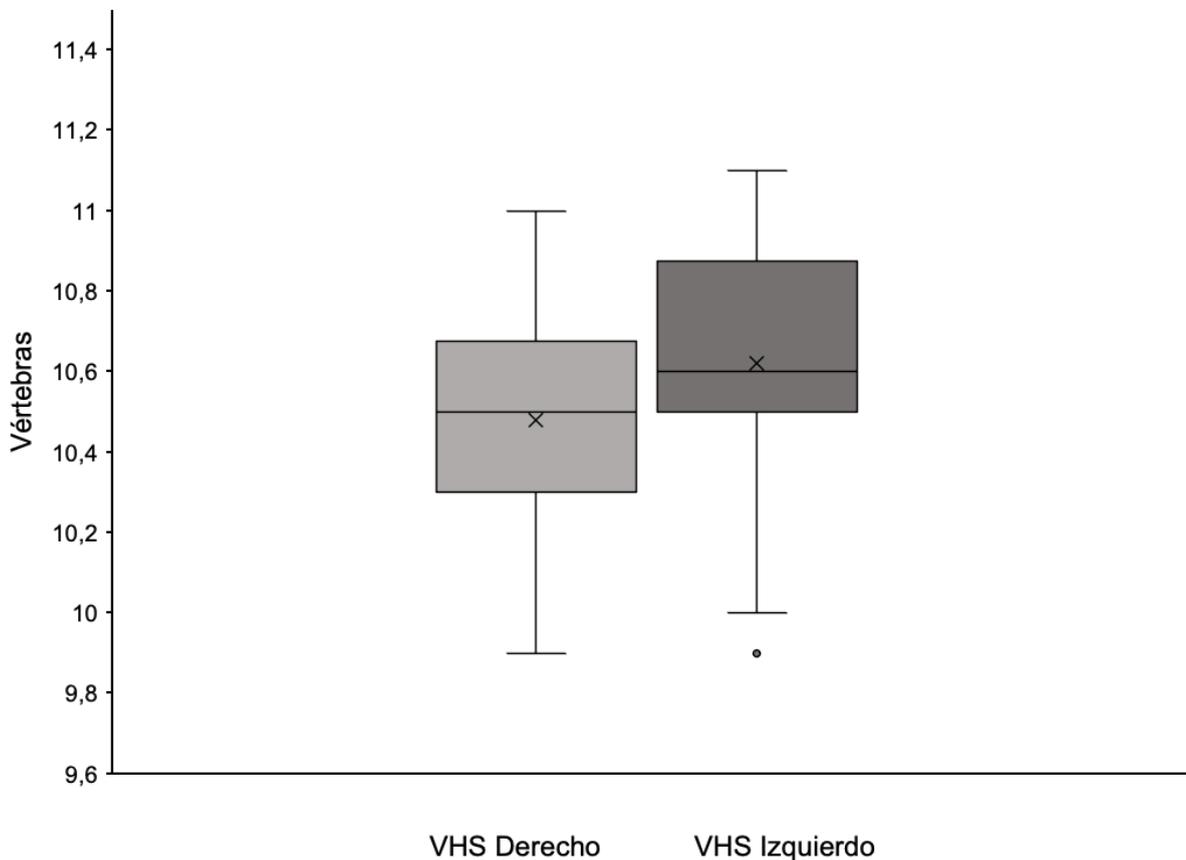


Figura 13: Diagrama que muestra el valor de VHS según la proyección radiológica utilizada.

En el presente estudio no se observaron diferencias entre el valor de VHS de hembras y el valor de VHS de machos (Figura 14). El VHS obtenido para las hembras fue $10,54 \pm 0,08$ v, con una mínima de 10 v y una máxima 11 v, y la media para los machos fue $10,56 \pm 0,1$ v, con una mínima de 9,9 v y una máxima de 10,9 v.

El largo y el ancho de tórax para los caninos hembras fue de $19,29 \pm 1,57$ centímetros (cm) y $24,47 \pm 2,60$ cm, respectivamente, mientras que para los machos fue de $20,25 \pm 1,47$ cm y $24,12 \pm 2,36$ cm, respectivamente, no observándose diferencias significativas entre ambos géneros para dichos valores. A su vez, se encontró una tendencia a un mayor índice P:A en los machos que en las hembras ($p= 0,079$), con un valor de P:A de $0,79 \pm 0,02$ en hembras y $0,84 \pm 0,02$ en machos.

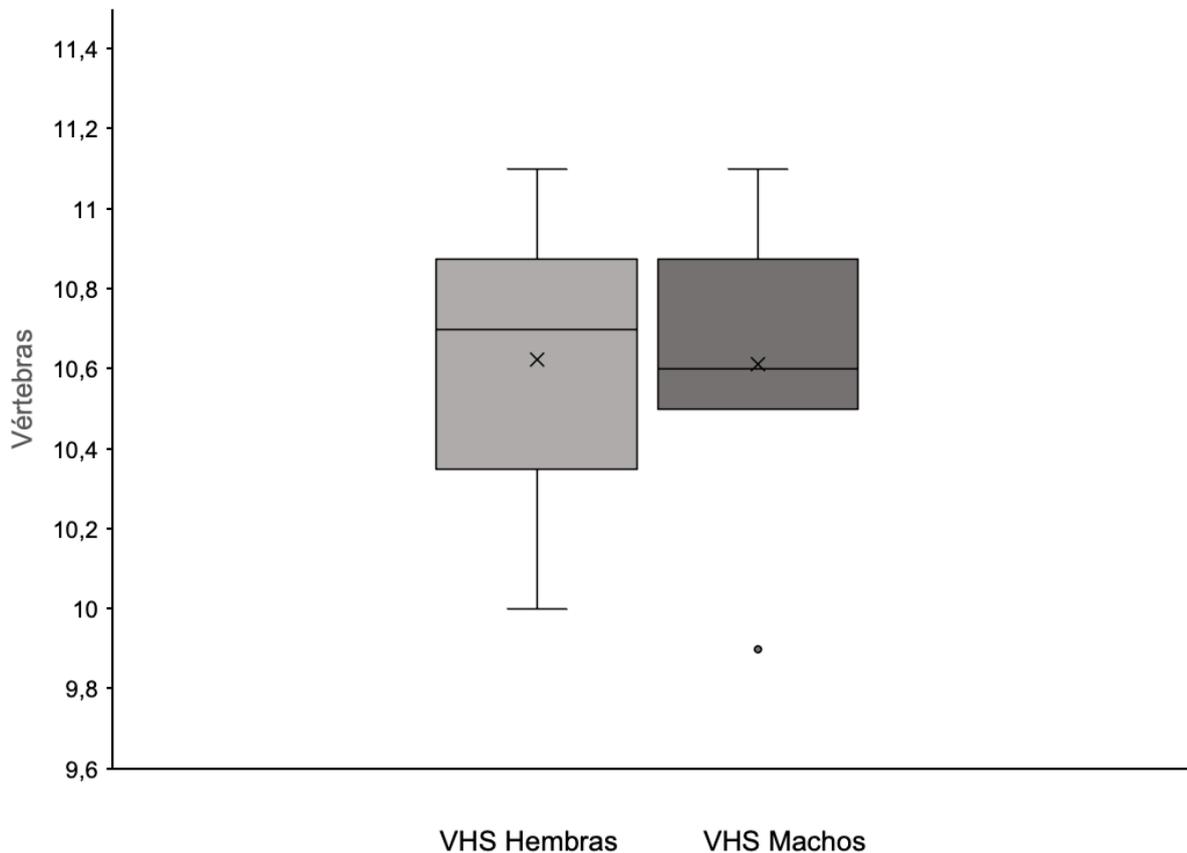


Figura 14: Diagrama que muestra el valor de VHS según el sexo de los caninos.

Según los datos recabados, no se encontraron diferencias en las características físicas de los animales evaluados; tanto en relación a su peso como a la circunferencia torácica. Sin embargo, en la variable altura se determinó que había diferencias entre machos y hembras ($p= 0,008$) (Tabla 1).

Tabla 1: Relación de las diferentes variables físicas (media \pm EEM, peso altura, circunferencia torácica y VHS y su significancia (valor P) entre hembras y machos

	Hembras	Machos	Valor P
Peso (Kg)	37,2 \pm 1,4	39,5 \pm 1,9	0,345
Altura (cm)	57 \pm 0,9a	62,5 \pm 1,3b	0,008
Circ. Tor. (cm)	83,9 \pm 1,3	86,1 \pm 1,5	0,315
VHS Vértebras	10,54 \pm 0,08	10,56 \pm 0,1	0,788

Circ. Tor.: Circunferencia torácica. Las diferentes letras indican diferencias entre los grupos (a, b: $p < 0,05$)

En cuanto a los valores de VHS registrados por parte de personal técnico y no técnico, en este caso estudiantes de grado, no se encontraron diferencias, con una media de VHS personal no técnico de 10,6 \pm 0,07 v y una media de VHS personal técnico de 10,6 \pm 0,09 v (Figura 15).

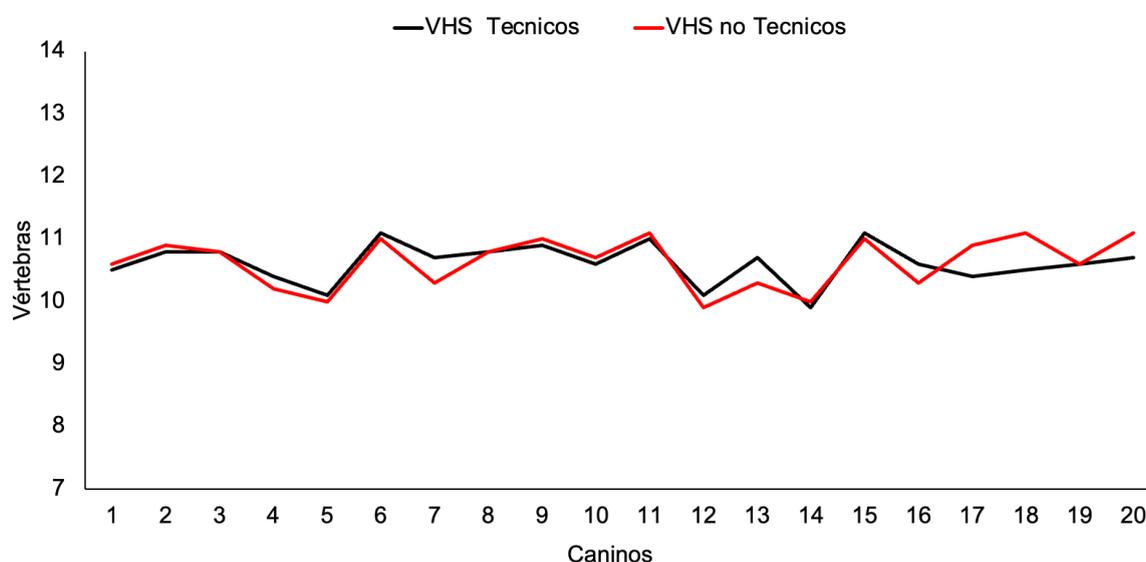


Figura 15: Promedio de VHS obtenido por personal no técnico (NT) y por personal técnicos (T) para cada animal.

En el presente estudio la variable altura, que se agrupa dentro de las características físicas, no presentó una distribución normal, y se correlacionó positivamente con el largo cardíaco izquierdo ($r = 0,66$; $p = 0,001$) y derecho ($r = 0,63$; $p = 0,002$), así como también con la circunferencia de tórax ($r = 0,52$; $p = 0,01$). No se encontró correlación entre la altura y el índice P:A.

El resto de las variables presentaron una distribución normal. En la Tabla 2 se resumen los valores de correlación y su significancia (valor de p) para cada una de las variables con respecto al resto. Observando ausencia de correlación significativa entre el valor de VHSP con las variables físicas, tales como el contorno torácico y peso, como también con el índice P:A, ancho de tórax y profundidad de tórax. El índice P:A no presentó correlación significativa con las características físicas de los animales, ni con las dimensiones cardíacas (Tabla 2).

Asimismo, el peso sí tuvo una correlación positiva fuerte con el contorno torácico y el ancho cardíaco derecho. Como también se evidenció una correlación positiva fuerte entre ancho cardíaco derecho y ancho cardíaco izquierdo (Tabla 2).

Tabla 2: Coeficiente de correlación Pearson y significancia (valor p) entre las variables VHS promedio (v), peso (Kg), Circunferencia torácica (cm), VHS izquierdo (v), VHS derecho (v), largo cardíaco promedio izquierdo (cm), ancho cardíaco promedio izquierdo (cm), largo cardíaco promedio derecho (cm), ancho cardíaco promedio derecho (cm).

	VHSP	Peso	CT	VHSI	VHSD	LCI	LCD	ACD	ACI	P:A
VHSP	1									
Peso	0,28	1								
CT	0,15	0,88** *	1							
VHSI	0,93** *	0,26	0,16	1						
VHSD	0,85** *	0,31	0,14	0,62** *	1					
LCI	0,47**	0,67** *	0,58** *	0,54**	0,28	1				
LCD	0,41	0,53**	0,49**	0,27	0,51**	0,56**	1			
ACD	0,53**	0,78** *	0,56** *	0,46**	0,55**	0,69***	0,60**	1		
ACI	0,49*	0,56*	0,32	0,46**	0,46**	0,57***	0,46**	0,76** *	1	
P:A	0,08	0,13	0,08	0,23	-0,17	0,49**	0,12	0,18	0,44*	1

VHSP=Índice cardíaco vertebral promedio, CT= Contorno torácico, VHSI= Volumen cardíaco vertebral izquierdo, VHSD= Volumen cardíaco vertebral derecho, LCI= Largo cardíaco izquierdo, LCD= Largo cardíaco derecho, ACI= Ancho cardíaco izquierdo, ACD= Ancho cardíaco derecho. * < 0,1 (tendencia) ** < 0,05, *** < 0,01

6. DISCUSIÓN

Desde que Buchanan y Bucheler (1995) establecieron la técnica y el Índice Cardíaco Vertebral (VHS) para todos los caninos, se han realizados múltiples estudios y se han establecido los VHS en diferentes razas con diversos tamaño corporales y tipos de tórax (Buchanan y Bucheler 1995.; Lamb et al., 2001.; Pinto y Iwasaki, 2004.; Bavegems et al., 2005.; Marin et al., 2007.; Choisunirachan y Kamonrat., 2008.; Torres et al.,2008.; Kraetschmer Ldwiug y Meneses, 2008.;Castro et al., 2010.; Zardo y Provasi, 2010.; Cardoso, Caludino y Melussi, 2011.; Jepsen-Grant y Pollord y Johnson, 2013.; Bodh et al., 2016). Hasta donde sabemos, este es el primer trabajo en el que se estudia el VHS en caninos de raza Cimarrón uruguayo.

En este estudio se pudo establecer que los caninos de raza Cimarrón, clínicamente sanos, con edades comprendidas entre uno y seis años, con una media de $2 \pm 1,6$ años, presentan un valor de VHS de $10,54 \pm 0,066$ v, con un valor mínimo de 9,9 y máximo de 11 v. Dicha media supera a la reportada originalmente por Buchanan y Bucheler (1995), de $9,7 \pm 0,5$ v, con un valor máximo de 10,5 v. Solo un 15% de los Cimarrones de nuestro estudio entró dentro del índice establecido por Buchanan y Bucheler quedando por fuera un 85% de los animales. Por este motivo es que creemos necesario considerar estos valores de VHS a la hora de analizar las radiografías torácicas para los caninos cimarrones. Afirmando nuevamente la importancia de tener en cuenta la raza para evitar la sobreinterpretación del agrandamiento cardíaco en los estudios radiológicos torácicos de rutina en la clínica diaria. Por otro lado, los valores de VHS en la raza Cimarrón son relativamente similares al de otras razas como el Beagle, con un VHS de $10,5 \pm 0,4$ v (Kraetschmer et al., 2008), Cavalier King de $10,6 \pm 0,5$ v (Lamb et al., 2001), Greyhound de $10,5 \pm 0,1$ v (Marin et al., 2007) y Labrador Retriever de $10,29 \pm 0,04$ v (Gugjoo et al., 2013).

A partir de este trabajo se pudo establecer el tipo de conformación de tórax que presenta la raza Cimarrón. En ese sentido, una vez medido el ancho y el largo de tórax en las radiografías, se determinó un valor de P:A de $0,81 \pm 0,01$, valor que lo ubica en una clasificación de tórax intermedio. Los valores de P:A de los machos tendieron a ser mayores que los de las hembras ($p= 0,079$). Si bien esto podría explicarse por un mayor tamaño relativo de los machos con respecto a las hembras (altura de los machos fue mayor a la altura de las hembras), no encontramos una correlación entre el valor de P:A con ninguna de las características físicas. Se necesitarán más estudios en el futuro, con un mayor número de animales de la raza, para profundizar en este aspecto. Por otro lado, al igual que lo informado en trabajos anteriores, en diferentes razas y con diferentes tipos de tórax (Buchanan y Bucheler, 1995.; Bodh et al., 2016; Castro et al., 2011.; Greco, Meomarin y Raiano, 2008.; Jepsen-Grant et al., 2013), este índice tampoco se pudo correlacionar con el valor de VHSP.

Los resultados de este estudio demostraron que los valores de VHS en caninos jóvenes y sanos de raza Cimarrón son similares si se toman tanto en la proyección lateral izquierda como la lateral derecha, con un valor de $10,62 \pm 0,3$ v para el lado izquierdo y de $10,48 \pm 0,2$ v para el lado derecho, no teniendo repercusión el hemitórax evaluado. Estos datos se asemejan a lo descrito por otros autores (Buchanan y Buchaler 1995; Marin et al., 2007; Greco et al.,2008). Sin embargo,

otros estudios reportan la presencia de diferencias significativas en los valores de VHS de las proyecciones derechas e izquierdas, con valores más altos en la proyección derecha que en la izquierda (Gujo et al., 2013; Bodh et al., 2016; Kraetschmer et al., 2008). Tales variaciones en las medidas de VHS se lo atribuyeron a la posibilidad de que puede haber una mayor divergencia del haz de rayos X, junto con una mayor distancia del corazón al chasis del que se produce en el decúbito izquierdo, que conduciría a la ampliación de la imagen (Gujo et al., 2013). Otra explicación propuesta a esta diferencia es que podría haber un cambio en la posición del corazón dentro del tórax debido a la gravedad cuando el animal está sujeto en diferentes posiciones de decúbito (Kraetschmer et al., 2008). La falta de diferencias entre los VHS obtenidos en este estudio, en los diferentes decúbitos, podría deberse a que la distancia del corazón en la raza Cimarrón en ambas posiciones no sea tan grande como para alterar dicho índice. De todas maneras, se necesitarán más trabajos o ampliar el número de animales estudiados para profundizar sobre este aspecto.

A partir de los datos obtenidos en este estudio para la raza Cimarrón, se pudo constatar que no hubo diferencias en el valor de VHS de los caninos hembras en comparación con el VHS de caninos machos, siendo de $10,56 \pm 0,3$ v y $10,54 \pm 0,3$ v, respectivamente, coincidiendo con lo reportado en otros trabajos, en los que tampoco se observaron diferencias en el valor de VHS entre los diferentes géneros (Buchanan y Bucheler., 1995.; Soares et al., 2004.; Bavegems et al., 2005.; Marín et al., 2007.; Kraetschmer et al., 2008.; Gugjoo et al., 2013.; Bodh et al., 2016). Esa falta de diferencias se podría atribuir al hecho de que tampoco hubo grandes variaciones en las características físicas entre machos y hembras, tanto en el peso como en el contorno torácico. En la única variable física que hubo diferencias entre ambos géneros fue en la altura, pero esta no influyó en los valores de VHS. Esto contradice a lo mencionado por otros autores que sí encontraron diferencias en los valores de VHS en machos y hembras en diferentes razas como Labrador retriever, Yorkshire, Doberman (Lamb et al., 2001; Jepsen-Grant et al., 2013), teniendo valores más bajos en las hembras que en los machos. Quizás en otras razas sí se presenten diferencias físicas suficientemente marcadas entre ambos géneros como para repercutir en diferentes valores de VHS entre machos y hembras.

El VHS es un método objetivo y de fácil aplicación para determinar las dimensiones cardíacas en la práctica clínica. En ese sentido, se ha demostrado en un trabajo previo, utilizando tres métodos de medición del tamaño cardíaco, que el VHS es el más práctico y objetivo (Pinto, 2002). A su vez, se pudo constatar que es un método confiable en cuanto a su realización, tanto por parte de personal capacitado con experiencia como por observadores sin experiencia, ya que se obtuvieron valores similares para ambos grupos. En ese sentido, Hansson et al., (2005) implementó un ensayo con 5 grupos de observadores, con diferentes niveles de capacitación para la observación, medición y posterior cálculo del VHS, obteniendo valores sin diferencia significativa entre los distintos grupos de observación. Esto demuestra que este índice es una herramienta muy útil en la clínica veterinaria diaria, ya que no es necesario contar con experiencia previa en radiología para poder determinar si una silueta cardíaca presenta una alteración del VHS. Esto permitirá tomar decisiones más rápidas en cuanto a estudios complementarios que ayuden a arribar a un diagnóstico definitivo, y esto, a su vez, ayudará a instaurar tratamientos más certeros y lo más pronto posible.

7. CONCLUSIONES

El índice cardíaco vertebral promedio en caninos jóvenes y sanos de la raza Cimarrón uruguayo fue de $10,54 \pm 0,066$ v. Con un valor mínimo de 9,9 v, y un valor máximo de 11

v.

Los caninos de la raza Cimarrón uruguayo presentaron un tipo torácico intermedio, con un valor de índice de P:A de $0,81 \pm 0,01$.

No se observaron diferencias en los valores de VHS de los caninos hembras ($10,56 \pm 0,3$ v) en comparación con el VHS de los caninos machos ($10,54 \pm 0,3$ v) de la raza. Las características físicas de peso y contorno torácico no variaron según el sexo, en cambio los machos fueron más altos que las hembras, pero estas diferencias entre machos y hembras no repercutieron sobre el valor del VHSP.

Los valores de VHSP no fueron influenciados por los decúbitos en los que se posicionaron los animales para adquirir las radiografías, no observándose diferencias en los valores del índice entre los decúbitos izquierdos y derechos.

Los valores de VHS obtenidos por personal técnico no fueron diferentes a los obtenidos por personal no técnico, lo cual sugiere que es un método simple de usar en la clínica diaria, sin necesidad de contar con experiencia previa en radiología veterinaria.

VHSP no presentó ninguna correlación con las características físicas de los animales, como tampoco con el índice P:A, ancho y profundidad torácica. El índice P:A tampoco tiene correlación con las características físicas y dimensiones cardíacas de los animales. Si se presenta una correlación positiva y fuerte entre peso y CT como también con ACD.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Atkins, C., Bonagura, J., Ettinger, S., Fox, P., Gordon, S., Häggström, ... Stepien, R. (2009) *Guidelines for the diagnosis and treatment of canine chronic valvular heart disease. Journal of Veterinary Internal Medicine*; 23 (6), 1142-1150.
2. Bahr, R. (2018). Canine and Feline Cardiovascular System. *Textbook of veterinary diagnostic radiology* (7ma ed.) (pp. 684-709). Saint Louis : Elsevier.
3. Baldovino, A; Ferreiro, M; Rotunno, A (2008). *Manual Práctico Electrocardiografía canina*. Montevideo: ME.A.AP, UdelaR.
4. Bavegems, V., Van Caelenberg, A., Duchateau, L., Sys, S.U., Van Bree, H., y De Rick, A. (2005). *Vertebral heart size ranges specific for whippets. Veterinary radiography and ultrasonography*, 46(5), 400-403.
5. Belerenian, G., Mucha, C.J., Camacho, A.A., y Manubens Graus, J. (2007). *Afecciones cardiovasculares en pequeños animales* (2ª ed). Buenos Aires: Intermédica.
6. Bodh, D., Hoque, M., Saxena, A.C., Gugjoo, M.B., Bist, D., y Chaudhary, J.K (2016) *Vertebral scale System to measure heart size in thoracic radiographs of Indian Spitz, Labrador retriever and Mongrel dogs. Veterinary World*, 9(4), 371-376.
7. Bolton, G. (1975). *Handbook of canine electrocardiography*. Philadelphia: Saunders.
8. Buchanan, J.W., y Bucheler, J. (1995) *Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. Journal of the American Veterinary Medical Association*, 206(2), 194-799.
9. Burillo, F.L., Pamliiega, I.M., Monteagudo, S., y Muñoz, A. (2010). Diagnóstico por imagen del tórax. En F.L. Burillo (Ed.), *Atlas veterinario de diagnóstico por imagen* (pp. 24-46). Saragoza: Servet.
10. Cardoso, M.J.L., Caludino, J.L., y Melussi, M. (2011). *Mensuração do tamanho cardíaco pelo método VHS (vertebral heart size) em cães sadios da raça American Pit Bull Terrier. Ciência Rural*, 41(1), 127-131.
11. Castro, M.G., Torres, R.C., Araujo, R.B., Muzzi, R.A., y Silva, E.F. (2011) *Radiographic evaluation of the cardiac silhouette in clinically normal Yorkshire Terrier dogs through the vertebral heart size method. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 63(4), 850-857.
12. Choisunirachon, N., y Kamonrat, P. (2008). *Vertebral scale system to measure heart size in radiographs of Shih-Tzus*. En: Chulalongkorn University, (Ed.), *Veterinary Science Annual Conference*, (Vol. 7., p. 60). Bangkok: Chula Univ.
13. De Moraes, H. A., y Schwartz, D. S. (2007). Fisiopatología de la insuficiencia cardíaca. En Ettinger, S. J. y Feldman, E. C., *Tratado de medicina interna veterinaria* (6ta ed., vol. 2, pp. 914-940). Madrid: Elsevier.
14. Durham, H.E. (2017). *Cardiology for Veterinary Technicians and Nurses*. (Ed.) Columbia: John Wiley & Sons.
15. Dyce, K.M., Sack, W.O., y Wensing, C.J. (2012). Sistema cardiovascular. *Anatomía veterinaria* (4ª ed.) México: Manual moderno.

16. Fawcett, D.W., y Bloom, W. (1995). *Bloom- Fawcett: tratado de histología*. (2a ed) Madrid: Interamericana.
17. Fine, D.M. (2017). Thoracic Radiography. *Cardiology for veterinary technicians and nurses* (pp. 111-131). Columbia : John Wiley & Sons.
18. Fuentes, V.L. (2016). Echocardiography. *BSAVA Manual of canine and feline cardiorespiratory medicine* (2a ed.) (pp. 79-97). British Small Animal Veterinary Association.
19. Garcia Real, M.I. (2013). *Atlas de interpretación radiológica en pequeños animales*. Zaragoza: SerVet.
20. García Sacristan, A, Aguera Buendía, E, Aguera Carmona, S, Alcalde Herrero, A, Almar Galina, M, Álvarez de Felipe, A y Antunes Colaco, A. (2018). Sistema Cardiovascular. En F. Castejon Montijano (Ed) *Fisiología Veterinaria* (pp 356-393) Madrid: Tébar Flores S.L.
21. Greco, A., Meomartino, L., Raiano, V., Fatone, G., y Brunetti, A. (2008) *Effect of left vs. right recumbency on the vertebral heart score in normal dogs*. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 49(5), 454-455.
22. Gugjoo, M.B., Hoque, M., Saxena, A.C., Zama, M.M., y Amarpal. (2013) *Vertebral scale system to measure heart size in dogs in thoracic radiographs*. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 1(1), 1-4.
23. Guglielmini, C., Diana, A., Pietra, M., Di Tomasso, M., Cipone, M. (2009) *Use of vertebral heart score in coughing dogs with chronic degenerative mitral valve disease*. *Journal of Veterinary Medicine Science*, 71(1), 9-13.
24. Guyton, A., y Hall, J. (2011). *Tratado de fisiología médica* (12ª ed). Barcelona: Elsevier.
25. Hansson, K., Häggström, J., Kvart, C., y Lord, P. (2005) *Interobserver variability of vertebral heart size measurements on dogs with normal and enlarged hearts*. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 46(2), 122-130.
26. Jepsen-Grant, K., Pollard, R.E. y Johnson, L.R. (2013) *Vertebral heart scores in eight dog breeds*. *Vet. Rad. Ultrasound*, 54(1), 3-8.
27. Keene, B.W., Atkins, C.E., Bonagura, J.D., Fox, P.R., Haggstrom, J., Fuentes, V.L., ... Uechi, M.. (2019). ACVIM Consensus guidelines for the diagnosis and treatment of myxomatous mitral valve disease in dogs. *J Vet Intern. Med.* 2019; 33:1127-1140.
28. Kittleson, M. (2000). *Medicina cardiovascular de pequeños animales*. Barcelona: Multimédica.
29. Kraetschmer, S., Ldwiug, K., Meneses, F., Nolte, I., y Simon, D. (2008). *Vertebral heart scale in the beagle dog*. *Journal of Small Animal Practice*, 49, 240-243.
30. Lahm, M.J, Luiz, J, Melussi, M. (2011). *Mensuração do tamanho cardíaco pelo método VHS (vertebral heart size) em cães sadios da raça American pit bull terrier*. *Ciencia Rural, Santa María*, 41(1), 127-131.
31. Lamb, C.R., Wikeley, H., Bosawood, A., y Pfeidder, D.U. (2001) *Use of breed-specific ranges for the vertebral heart scale as an aid to the radiographic diagnosis of cardiac disease in dogs*. *Veterinary Record*, 148(23), 707-711.
32. Leach, S. (2017). *Cardiology for Veterinary Technicians and Nurses. Acquired heart diseases*. (pp.277-300). Columbia:Willey Blackwell.

33. Marin, L. M., Brown, J., McBrien, R., Samii, V. F., y Couto, C.G. (2007). Vertebral heart size in retired racing Greyhounds. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 48(4), 332-334
34. Mucha, C. (2007). Degeneración valvular mixomatosa. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612662022.pdf>.
35. Nelson, R.W y Couto, C.G. (2010). Enfermedades del sistema cardiovascular. En W.A. Ware (Ed.), *Medicina interna en pequeños animales* (4ª ed., pp. 2-221). Amsterdam: Elsevier.
36. Oyama, M.A., Sisson, D.D., Thomas, W.P., y Bonagura, J.D.(2007). Cardiopatías congénitas. En: Ettinger, S. J. y Feldman, E. C., *Tratado de medicina interna veterinaria* (6ta ed., vol. 2, pp. 972-1021). Madrid: Elsevier.
37. Pinto, A.C.B.C.F., y Iwasaki, M. (2004). *Avaliação radiográfica da silhueta cardíaca pelo método de mensuração VHS (vertebral heart size) em cães da raça Poodle clinicamente normais*. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, 41(4), 261-267.
38. Pinto, A. C. B. C. F., Iwasaki, M. (2002). *Métodos radiográficos de evaluación cardíaca en caninos*. Veterinária Notícia, Uberlândia, 8(1), 67-75.
39. Rhodes, S. (2012). Idiopathic dilated cardiomyopathy in dogs. *Veterinary Technician*, 33(6).
40. Robinson W F.; Huxtable C R. (1993). Aparato cardiovascular. En W.A. Robinson (Ed.). *Principios de clinopatología médica veterinaria* (pp. 133-222). Zaragoza, Acribia.
41. Samii, V.F. (2018). Canine and Feline Thoracic Wall. *Textbook of veterinary diagnostic radiology* (7ma ed.) (pp. 618-632). Saint Louis : Elsevier.
42. Smith, F.W.K., Tilley, L.P., Oyama, M.A. y Sleeper, M.M. (2016). *Manual of canine and feline cardiology* (5ta ed.). Missouri: ELSEVIER.
43. Soares, E.C., Larson, M.H.M.A. y Pinto, A.C.B.C.F., (2004). Aspectos radiográficos da doença valvar crônica. *Ciência Rural*, 34(1), 119-124.
44. Suter, P.F., y Lord, P. (1984). *In Thoracic radiography: a text atlas of thoracic diseases of the dog and cat*. Wettswil: Suter.
45. Thrall D.E. (2003). El corazón y los pequeños vasos. En C.R. Root., y R.J. Bahr (Ed.), *Manual de diagnóstico radiológico veterinario* (4ª ed., pp 402-419). Barcelona: Elsevier.
46. Thrall, D.E (2018). *Textbook of veterinary diagnostic radiology* (7ma ed.) .Saint Louis : Elsevier.
47. Tilley, L.P., Smith, F.W., y Oyama, M.A. (2009). *Manual de cardiología canina y felina* (4a ed.). Barcelona: Multimédica.
48. Tôrres, A. C. B., Mesquita, R. G., Silva, L. H., Oliveira, S. C., Silva, C. S. B., y Oliveira Alves, R. (2008). Avaliação radiográfica da silhueta cardíaca de cães submetidos a um programa nutricional de ganho de peso. En Congresso Brasileiro De Medicina Veterinária (Ed.), CONBRAVET, (Vol. 35). Gramado. Anais.
49. Varshney, J.P. (2020). *Electrocardiography in Veterinary Medicine*. Singapur: Springer.
50. Vélez. D (2007). *Pautas de electrocardiografía* (2da ed.). Madrid: Marbán.

51. Ware, W.A. (2007). Visión general del electrocardiograma. En W.A Ware (Ed). *Cardiovascular disease in small animal Medicine*. (pp. 47-66). Londres: Manson.
52. Zardo, K. M., y Provasi, A. (2010). Aferição dos valores de VHS (vertebral heart size) para cães da raça teckel sem evidências clínicas de doença cardíaca. *Clínica Veterinária*, 88, 80-86.