

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS CLÍNICAS VETERINARIAS

**EVALUACIÓN DEL FLUJO TRANSVALVULAR CARDIACO MEDIANTE
ECOCARDIOGRAFÍA DOPPLER DE ONDA PULSÁTIL Y SU CORRELACIÓN CON
LA EDAD Y FRECUENCIA CARDIACA EN CANINOS SANOS**

Memoria de Título presentada como
parte de los requisitos para optar al
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO

JAIME RODRIGO OJEDA SILVA

VALDIVIA – CHILE

2008

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Luis Marcelo Mieres L. Firma

PROFESOR COPATROCINANTE

Dr. Marcos Moreira E. Firma

PROFESORES CALIFICADORES

Dr. Marcelo Gómez J. Firma

Dr. Enrique Paredes H. Firma

FECHA DE APROBACIÓN:

18 de Enero de 2008

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
5. RESULTADOS.....	15
6. DISCUSIÓN.....	21
7. BIBLIOGRAFÍA.....	27
8. ANEXOS.....	31
9. AGRADECIMIENTOS.....	33

1. RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron determinar las velocidades peak de flujo sanguíneo a través de las valvas mitral y tricúspide en caninos sanos mediante ecocardiografía Doppler de onda pulsátil, determinar si existen diferencias significativas entre caninos adultos y geriátricos y establecer si existe correlación entre estos valores y la edad y frecuencia cardíaca.

Se utilizaron 40 hembras caninas, las que fueron divididas en 2 grupos etáreos: caninos adultos (entre 3 y 6 años de edad) y caninos geriátricos (mayores a 8 años de edad). Todos fueron evaluados mediante examen clínico general, electrocardiografía y ecocardiografía para descartar alteraciones cardiovasculares. Para realizar este estudio se utilizó un transductor sectorial de 7,5 MHz en el examen ecocardiográfico bidimensional (Modo B) el cual fue realizado a través de la ventana paraesternal izquierda, para luego obtener las mediciones Doppler mediante una vista apical de cuatro cámaras. Se registraron las velocidades peak de flujo sanguíneo (onda E y onda A) de ambas valvas atrioventriculares y en conjunto con ellas se registró la frecuencia cardíaca. El examen se realizó en decúbito lateral izquierdo y no se utilizaron fármacos para sedación o anestesia.

La apariencia de los patrones de flujo Doppler atrioventriculares fueron adecuados, con flujo positivo y laminar. Existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los valores de las velocidades peak entre caninos adultos y geriátricos en ambas valvas, cuyos valores promedio (m/seg) \pm error estándar (EE) fueron para la valva mitral: onda E = $0,87 \pm 0,01$ y $0,75 \pm 0,01$; onda A = $0,51 \pm 0,01$ y $0,71 \pm 0,01$ en caninos adultos y geriátricos respectivamente. Para el caso de la valva tricúspide los valores fueron: onda E = $0,70 \pm 0,01$ y $0,57 \pm 0,01$; onda A = $0,43 \pm 0,01$ y $0,51 \pm 0,01$ para caninos adultos y geriátricos respectivamente. Los valores de la relación E/A también mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre ambos grupos, con valores promedio \pm EE de $1,71 \pm 0,03$ y $1,05 \pm 0,01$ para adultos y geriátricos respectivamente. Existieron grados de correlación moderados a altos entre la edad y la velocidad de flujo atrioventricular, con valores de $r = -0,64$ y $-0,70$ para las onda E de las valvas mitral y tricúspide respectivamente y valores de $r = 0,78$ y $0,56$ para las ondas A de las valvas mitral y tricúspide respectivamente. La frecuencia cardíaca mostró grados moderados a bajos de correlación con respecto a la velocidad de flujo atrioventricular con valores de $r = -0,39$ para la onda E mitral y $r = 0,45$ y $0,35$ para las ondas A mitral y tricuspídea respectivamente. No hubo correlación entre la onda E mitral y la FC.

Se puede concluir, que existen diferencias significativas entre los valores de las ondas E, A y relación E/A entre caninos adultos y geriátricos. Finalmente existió correlación entre la edad y frecuencia cardíaca con respecto a las velocidades peak de flujo sanguíneo atrioventricular en caninos.

Palabras claves: Doppler pulsátil, caninos, valvas cardíacas, flujo sanguíneo.

2. SUMMARY

EVALUATION OF TRANSVALVULAR HEART FLOW USING PULSE WAVE DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY AND THEIR CORRELATION WITH AGE AND HEART RATE IN HEALTHY DOGS

The purposes of this study were to determine the peak of velocity of flow across the mitral and tricuspid valves in healthy dogs using pulse wave Doppler echocardiography first to determinate if there are significant differences between geriatric and adult dogs and also establish if there are correlation between these values with age and heart rate.

For the study forty male dogs were divided in two groups according to age: adult dogs (between 3 and 6 years old) and geriatric dogs (older than 8 years). All of them were evaluated through physical examination, electrocardiography and echocardiography to discard cardiovascular alterations. The study was performed with a 7,5 MHz sectorial transducer for the two-dimensional echocardiographic exam (B mode). The ultrasound examination was made without sedation and using a left paraesternal window. Then, Doppler measurements were obtained using a apical four chamber view. Heart rate and peak velocities of flow (E and A waves) were recorded across both atrioventricular valves.

The shapes of atrioventricular Doppler flow patterns were adequate, with laminar and positive flow. There were significant differences ($P<0,05$) in the values of peak velocities between adults and geriatric dogs in both valves. Mean values (in m/sec) \pm standard error (SE) for the mitral valve were: E wave = $0,87 \pm 0,01$ and $0,75 \pm 0,01$; A wave = $0,51 \pm 0,01$ and $0,71 \pm 0,01$ in adults and geriatric dogs, respectively. For tricuspid valve the values were: E wave = $0,70 \pm 0,01$ and $0,57 \pm 0,01$; A wave = $0,43 \pm 0,01$ and $0,51 \pm 0,01$ in adults and geriatric dogs, respectively. The ratio E/A also showed significant differences ($P<0,05$) between both groups, with mean values \pm SE of $1,71 \pm 0,03$ and $1,05 \pm 0,01$ in adults and geriatric dogs, respectively. There were high and moderated degrees of correlation between age and atrioventricular velocity of flow, with values of $r = -0,64$ and $-0,70$ for E waves of mitral and tricuspid valves respectively and values of $r = 0,78$ and $0,56$ for A waves of mitral and tricuspid valves respectively. Heart rate showed moderated to low degrees of correlation with respect to atrioventricular velocity of flow with values of $r = -0,39$ for the mitral E wave and $r = 0,45$ and $0,35$ for mitral and tricuspid A waves respectively. There was no correlation between mitral E wave and heart rate.

In conclusion, results indicated that there were significant differences between adults and geriatric dogs in E waves, A waves and ratio E/A values. Finally, there was a correlation between age and heart rate with respect to peak velocities of atrioventricular blood flow in adult and geriatric dogs.

Key words: pulse Doppler, canines, cardiac valves, blood flow.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA CARDIOVASCULAR

3.1.1. Corazón

El corazón se encuentra ubicado en el centro de la cavidad torácica, en el espacio mediastínico medio, cubierto por los pulmones y sostenido por los grandes vasos (Desmarás y Mucha 2001). Constituye alrededor del 0,75% del peso corporal, menos en los animales más sedentarios y considerablemente más en los animales reconocidos como atletas (ej. galgos). Su proyección sobre la pared torácica se extiende (aproximadamente) entre la tercera y sexta costilla; se entiende que, la mayoría del corazón está cubierto por los miembros torácicos, una considerable dificultad para la exploración clínica (Dyce y col 2003). Es un componente clave del sistema cardiovascular, cuya función es bombear sangre continuamente a través del cuerpo (Muir y Mason 1996, Dyce y col 2003). Está rodeado por un saco fibroso, el pericardio, formado por dos capas -la parietal y la visceral- entre las cuales existe una pequeña cantidad de líquido seroso, lo que permite el movimiento del corazón durante sus fases de relajación y contracción (Desmarás y Mucha 2001).

El corazón es un órgano muscular hueco, de forma cónica, que se haya dividido en cuatro cámaras por medio de valvas y tabiques (Desmarás y Mucha 2001). Estas cámaras son: atrio derecho (AD), ventrículo derecho (VD), atrio izquierdo (AI) y el ventrículo izquierdo (VI) (Desmarás y Mucha 2001, Dyce y col 2003). El AD recibe sangre de las venas cavas craneal (sangre de las partes delanteras del cuerpo) y caudal (sangre de las partes traseras del cuerpo), pasa al VD por la valva tricúspide (que en el caso del perro es bicúspide) y del ventrículo hacia la arteria pulmonar, a través de la valva pulmonar (Reece 1991, Desmarás y Mucha 2001). Los dos atrios están separados por un tabique interno de la misma forma que están separados ambos ventrículos, denominados tabique interatrial (o interauricular) e interventricular respectivamente (Desmarás y Mucha 2001, Dyce y col 2003). El AI es una cavidad que recibe sangre de las venas pulmonares y se encuentra separada del VI por medio de una valva bicúspide, llamada valva mitral, la cual permite el pasaje de sangre hacia el ventrículo y éste impulsa la sangre hacia la aorta, a través de la valva aórtica (Reece 1991, Desmarás y Mucha 2001).

Desde un punto de vista práctico, se puede dividir la circulación en:

- Circulación menor o pulmonar: compuesta por el lado derecho del corazón y los pulmones.
- Circulación mayor o sistémica: en la que el lado izquierdo bombea sangre a los órganos corporales (Desmarás y Mucha 2001).

La contracción cardiaca produce diferencias de presión, las cuales son responsables de la apertura y cierre de las valvas atrioventriculares y semilunares y de la producción de los sonidos cardiacos (Muir y Mason 1996).

Las cuerdas tendíneas que se originan de los músculos papilares localizados en la pared interna de las cámaras ventriculares, están unidas a los bordes libres de las válvulas atrioventriculares y ayudan a mantener la capacidad valvular y prevenir la regurgitación de sangre dentro del atrio durante la contracción ventricular (Frandsen y Spurgeon 1995, Muir y Mason 1996).

3.1.2. Flujo sanguíneo

Para que el corazón pueda disponer de una masa constante de sangre sobre la cual ejercer su contracción, debe en todo momento haber suficiente retorno de líquido sanguíneo. Para que se mantenga constante el movimiento, debe haber una diferencia de presión en sentido descendente a partir de una más elevada en los ventrículos y otra más baja en los grandes troncos venosos, al desembocar éstos en los atrios (Frandsen y Spurgeon 1995).

Existen dos tipos de flujo sanguíneo: laminar (normal) y turbulento. El flujo en el corazón y en los grandes vasos es habitualmente laminar. Este se caracteriza porque todos los glóbulos rojos se mueven aproximadamente a la misma velocidad y en la misma dirección, tomando la forma de una parábola (figura 1A) (Diaz 1995, Muir y Mason 1996). Con los latidos cardiacos las células sanguíneas se aceleran y desaceleran a la misma velocidad. En el flujo turbulento los glóbulos rojos tienen diferente velocidad y dirección, como consecuencia de alguna obstrucción al flujo laminar normal (figura 1B). El flujo turbulento siempre indica patología cardiaca subyacente (Diaz 1995) y se requiere una mayor presión o energía por parte del miocardio (trabajo) para impulsar la sangre (Muir y Mason 1996).

El flujo sanguíneo a través de cualquier órgano o tejido está determinado por la presión de perfusión (la presión arterial menos la presión venosa) y por la resistencia de los vasos sanguíneos del órgano. No existen otros factores.

$$\text{Flujo sanguíneo} = \text{Presión de perfusión} / \text{Resistencia vascular}$$

Todos los órganos de la circulación sistémica están expuestos a la misma presión de perfusión. En consecuencia, las diferencias en el flujo sanguíneo de los diferentes órganos es sólo el resultado de sus diferencias en resistencias vasculares, determinado principalmente por el diámetro de sus arteriolas (Stephenson 1999). La cantidad de flujo sanguíneo es directamente proporcional a la presión de perfusión e inversamente proporcional a la resistencia vascular, la cual se debe sobre todo al roce del líquido con las paredes vasculares, y a la fricción entre capas concéntricas de líquido (es mínimo en el centro y aumenta hacia la periferia). Se incrementa en función de la longitud del vaso y de la viscosidad de la sangre. La fricción y la resistencia disminuyen con el mayor diámetro del conducto vascular (Frandsen y Spurgeon 1995).

Normalmente en el adulto, las presiones existentes en el *corazón izquierdo* (AI y VI) son considerablemente superiores a las correspondientes del *corazón derecho* (AD y VD). A pesar de que a cada lado se impulsan volúmenes iguales de sangre, la resistencia periférica de la circulación general es mucho mayor que la de la circulación pulmonar. En consecuencia, la presión producida en el corazón izquierdo debe ser mucho mayor que la del lado opuesto (Frandsen y Spurgeon 1995).

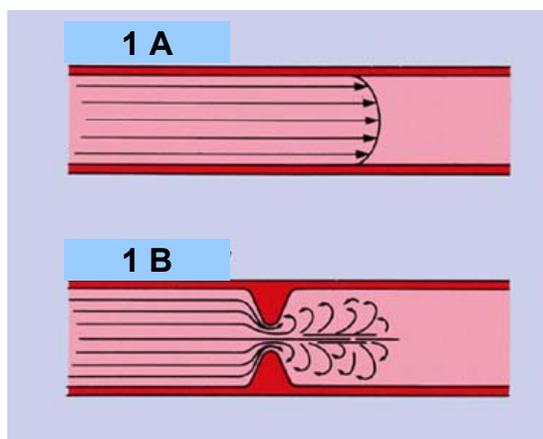


Figura 1. Esquematización del flujo sanguíneo. *A, Flujo laminar; B, flujo turbulento.*

3.2. ECOGRAFÍA

3.2.1. Consideraciones generales

La ecografía, se ha establecido rápidamente como una de las principales técnicas de diagnóstico por imagen utilizadas en la práctica veterinaria (Goddard 1995). Las imágenes ecográficas se generan mediante ondas sonoras de alta frecuencia (ultrasonido) y representan cortes tomográficos que permiten valorar la situación, tamaño, forma, extensión, delimitación y arquitectura interna de órganos y tejidos (Goddard 1995, Fritsch y Gerwing 1996).

3.2.2. Física del ultrasonido

Se denominan ultrasonidos a aquellas ondas de presión de frecuencia superior a la audible por el oído humano, es decir, por encima de 20.000 ciclos por segundo (20 kHz) (Nyland y col 1995, Fritsch y Gerwing 1996). Para el diagnóstico ecográfico se utilizan frecuencias en millones de ciclos por segundo, llamadas megahertz (MHz) (Cartee 1995^a) oscilando generalmente entre 1 y 10 (Goddard 1995, Fritsch y Gerwing 1996). Estas ondas de ultrasonido (emitidas en forma de impulsos) son producidas por materiales llamados cristales piezoeléctricos situados en el transductor, los cuales tienen la habilidad de transformar energía eléctrica en ondas de ultrasonido y de reconvertir éstas en energía eléctrica (Cartee 1995^a).

Cuando el transductor se pone en contacto con la superficie corporal, el sonido viaja a través de los tejidos (Barr 1999) y, según las leyes ópticas, el haz de ultrasonidos puede ser

reflejado, refractado, difractado, dispersado y/o absorbido. La velocidad de propagación es independiente de la frecuencia, pero dependiente de las características tisulares. Los ecos que vuelven tropiezan con los cristales del transductor, a los que deforman y son analizados según el principio tiempo-recorrido (Cartee 1995^a, Goddard 1995, Fritsch y Gerwing 1996). El ecógrafo analiza la intensidad y la procedencia de las señales eléctricas generadas por los ecos reflejados y muestra una imagen en pantalla (Barr 1999).

3.2.3. Terminología

Convencionalmente se expone la imagen ecográfica con un fondo en blanco y negro. Existen diferentes términos que pueden utilizarse para describir la imagen:

- Anecoico, ecolúcido, sonolúcido: aparece negro en los ecógrafos convencionales debido a la ausencia de ultrasonido reflejado. Representa la transmisión completa del sonido (por ejemplo, líquido).
- Hiperecoico, ecogénico: los ultrasonidos reflejados aparecen como ecos blancos brillantes en un ecógrafo convencional. Representa una interfase tisular altamente reflexiva (por ejemplo, hueso o gas).
- Hipoecoico, hipoecogénico: el ultrasonido reflejado aparece gris oscuro en los ecógrafos convencionales. Representa una reflexión mínima del ultrasonido a partir de la interfase tisular (por ejemplo, la mayoría de las estructuras de tejidos blandos) (Drake 2000).

3.3. ECOCARDIOGRAFÍA

3.3.1. Consideraciones generales

La ecocardiografía se ha convertido en la técnica de imagen primaria usada para la investigación de una amplia gama de anomalías cardíacas en seres humanos y animales (Yuill y O'Grady 1991) y se define como el estudio ecográfico o ultrasonográfico del corazón. Es un procedimiento seguro, no invasivo y que no utiliza radiaciones ionizantes por lo que no produce efectos biológicos adversos (Tachika y Méndez 2001). Esta técnica es complementaria y en ocasiones definitiva para diagnosticar enfermedades cardíacas, como cardiomiopatía dilatada, defectos cardíacos congénitos, derrame pericárdico, enfermedad degenerativa valvular crónica, etc. (Tachika y Méndez 2001).

Las imágenes ecográficas corresponden al aspecto macroscópico de ciertos cortes anatómicos, mostrando la conformación interna, en este caso, del corazón y de los grandes vasos (Tachika y Méndez 2001). En ambas, ecocardiografía humana y veterinaria, los planos de sección del corazón son similares. En animales, el eje largo (LAX = plano sagital o frontal) y el eje corto (SAX = plano transversal) son los exámenes más confiables y las posiciones paraesternal y subcostal son las más utilizadas (Cartee 1995^b).

3.3.2. Formatos de visualización

Los ultrasonidos reflejados pueden manifestarse de diferentes maneras. Las formas más importantes de presentación son:

- Modo M o unidimensional (modo de movimiento).
- Modo B o bidimensional (modo brillante).
- Sistema Doppler (Ecografía Doppler) (Yuill y O'Grady 1991, Drake 2000, Tachika y Méndez 2001).

3.3.2.1. Modo M: utiliza una sola onda de ultrasonido, que enfoca una porción muy pequeña del corazón y se caracteriza por presentar la imagen de los ecos en forma de movimiento de barrido (Tachika y Méndez 2001). La única línea vertical compuesta de puntos de brillo variable se está actualizando continuamente y dividiendo en contra del tiempo, de manera que exhibe el movimiento de las estructuras durante el ciclo cardiaco (Drake 2000). El modo M tiene una velocidad de muestreo alta lo que facilita la precisa resolución y la definición de las estructuras de movimiento rápido, como la pared o las válvulas cardiacas, para la evaluación (Kienle y Nyland 1995, Drake 2000).

3.3.2.2. Modo B: también llamado de movimiento en tiempo real, es el formato de ultrasonido más conocido (Tachika y Méndez 2001). En el modo B, la amplitud de la señal de reflexión se exhibe en la pantalla de rayos catódicos como una mancha de brillo variable. Una señal mayor produce una mancha brillante y una señal pequeña una mancha oscura. Recogiendo información de las diversas líneas de exploración a medida que el transductor se mueve hacia diferentes posiciones, se construye una imagen doble dimensional (2D) del corte o del plano (Drake 2000).

3.4. ECOCARDIOGRAFÍA DOPPLER

3.4.1. Generalidades

La ecocardiografía Doppler es una parte integral de casi todo examen ultrasónico del corazón. Así, el conocimiento de los principios Doppler es esencial para cualquiera que esté relacionado con la ecocardiografía. Con ésta técnica, el interés principal es recoger información de blancos en movimiento (Feigenbaum 1994^a). Proporciona información acerca del flujo de sangre dentro de las cámaras cardiacas, a través de las válvulas y en los grandes vasos. Es complementaria a la ecocardiografía en 2D y en modo M y proporciona una evaluación completa y no invasiva de la función cardiaca (Drake 2000).

3.4.2. Principios físicos

El transductor emite ultrasonidos de frecuencia conocida. Según el principio Doppler, cuando una señal es reflejada por los tejidos en movimiento, es recibida por el transductor a una frecuencia modificada. Este cambio en la frecuencia es directamente proporcional a la velocidad y dirección del tejido en movimiento. Como el volumen de tejidos en movimiento

en el corazón y en los grandes vasos está constituido por las células sanguíneas (Drake 2000), el análisis Doppler de la señal reflejada muestra la velocidad y dirección del flujo de sangre (Drake 2000, Ware 2005). Si el movimiento está hacia el transductor, la frecuencia de los ecos que vuelven es más alta que la del sonido transmitido. La diferencia entre las frecuencias transmitidas (F_T) y recibidas (F_S) se conoce como "desvío Doppler" ($F_S - F_T$) (Feigenbaum 1994^a, Kienle y Nyland 1995, Otto 2000, Ware 2005). Cuanto mayor es el desvío Doppler, mayor es la velocidad. La relación entre el desvío Doppler y la velocidad de flujo de sangre (v , en m/seg) está expresada en la ecuación Doppler:

$$v = \frac{c (F_S - F_T)}{2 F_T (\cos \theta)}$$

Donde c es la velocidad del sonido en la sangre (1540 m/seg), θ es el ángulo de intercepción entre el haz de ultrasonido y la dirección de velocidad de flujo, y 2 es un factor de corrección del tiempo de tránsito (Otto 2000, Ware 2005).

El examen Doppler requiere que el haz ultrasónico esté tan paralelo a la columna de sangre en movimiento como sea posible. Cuando el ángulo aumenta, la exactitud de la velocidad medida disminuye en forma dramática (Otto 2000). La ecuación denota que la relación entre la frecuencia Doppler y la velocidad es una función del coseno del ángulo (Feigenbaum 1994^a). Mientras el ángulo entre el haz ultrasónico y la ruta del flujo sanguíneo sea menor a 20° (coseno cerca de 1), la velocidad máxima de flujo se puede calcular con una precisión razonable (Ware 2005). Cuando la relación entre el recorrido de los glóbulos rojos y el haz ultrasónico se acerca a 90°, la señal Doppler cae a cero (coseno de 90 grados = 0), indicando que ningún desvío doppler será registrado si el haz de ultrasonido está perpendicular al flujo sanguíneo (Feigenbaum 1994^a, Otto 2000, Ware 2005). Es importante recordar que esta relación es justamente opuesta a la ecocardiografía en modo M o bidimensional, donde las imágenes de mejor calidad se obtienen cuando los objetos son esencialmente perpendiculares al haz ultrasónico (Feigenbaum 1994^a).

3.4.3. Tipos de Doppler

Existen dos formas principales de Doppler que se utilizan en cardiología: espectral y a color. El doppler espectral puede obtenerse con onda pulsátil o continua, mientras que el doppler color sólo se trabaja con onda pulsátil (Tachika y Méndez 2001).

3.4.3.1. Doppler de onda pulsátil (*pulse wave* o PW): se obtiene de la capacidad que tiene el transductor de generar ondas de sonido de manera de impulsos intermitentes. Esto da oportunidad a que el transductor en un momento dado esté generando las ondas de sonido y en otro momento esté recibiendo las que fueron reflejadas al chocar con alguna estructura cardiaca. Este sistema de Doppler utiliza sólo un cristal piezoeléctrico para lograr este efecto (Tachika y Méndez 2001).

Los patrones característicos se obtienen a partir de diferentes áreas valvulares. El flujo diastólico a través de las valvas mitral y tricúspide normales consiste en una señal inicial de mayor velocidad durante fase de llenado ventricular rápido (onda E), que es seguida por una señal de menor velocidad asociada con la contracción atrial (onda A) (Ware 2005).

El Doppler de onda pulsátil puede detectar patrones de flujo en una región muy discreta del plano ecocardiográfico reflejado, pero está limitado a la medición de velocidades menores a 2 m/seg (Yuill y O`Grady 1991).

3.4.3.2. Doppler de onda continua (*Continuous wave* o CW): como su nombre lo indica, implica la generación continua de ondas de ultrasonido junto con la recepción continua de estas (Diaz 1995). El Doppler continuo se logra cuando los transductores tienen dos cristales piezoeléctricos, uno que genera las ondas sónicas y otro que las recibe (Tachika y Méndez 2001).

El Doppler de onda continua puede detectar velocidades de flujo extremadamente altas, pero puesto que la velocidad se mide a lo largo de toda la longitud del haz de Doppler, su origen específico es ambiguo (Yuill y O`Grady 1991).

3.4.3.3. Doppler Color: el Doppler de flujo de color es una forma de angiograma en el que el flujo de sangre está superimpuesto en una imagen ecocardiográfica en dos dimensiones. Este código de color del flujo sanguíneo está compuesto por el ecocardiograma Doppler a partir de ondas pulsátiles (Drake 2000). Presenta una escala de colores que muestran la dirección y la intensidad del flujo que se está mostrando (Tachika y Méndez 2001).

3.4.4. Interpretación

Cuando se utiliza Doppler espectral, se aprecia en la pantalla del equipo de ultrasonido una línea horizontal, sobre la cual se grafican series de líneas verticales hacia arriba o hacia abajo de esta línea horizontal. Todas las líneas que se grafican hacia “arriba” muestran un flujo sanguíneo que se acerca al transductor y las líneas que se grafican hacia “abajo” muestran un flujo que se aleja del transductor. Esto se interpreta teniendo en cuenta la proyección ecocardiográfica que se tiene en ese momento del corazón o los grandes vasos. La velocidad de flujo se mide utilizando fórmulas matemáticas que incluyen mediciones especiales del trazo Doppler y se mide en unidades de metro por segundo (m/seg). La velocidad de flujo se correlaciona con el trazo electrocardiográfico (Tachika y Méndez 2001, Ware 2005).

En el Doppler a color, por estandarización internacional, todo flujo que se acerca hacia el transductor se muestra de color rojo, mientras que todo flujo sanguíneo que se aleja del transductor se muestra de color azul (Tachika y Méndez 2001). El flujo perturbado suele representarse con otro color, típicamente verde o amarillo (Drake 2000).

3.4.5. Utilización del Doppler como herramienta diagnóstica

Muchas patologías cardíacas afectan la velocidad, la dirección y el carácter del flujo sanguíneo dentro del corazón o de los grandes vasos (Tachika y Méndez 2001).

Cualquier fenómeno hemodinámico puede evaluarse objetivamente mediante esta técnica y puede confirmar el diagnóstico y la gravedad de la enfermedad en la mayoría de los procesos cardíacos congénitos y en las patologías valvulares adquiridas (Drake 2000).

El advenimiento de la ultrasonografía Doppler para la evaluación cardiológica en medicina veterinaria, ha permitido constatar la presencia de flujos anormales, básicamente en la forma de incompetencias valvulares sin evidencia clínica ni manifestaciones electrocardiográficas o ecocardiográficas que indiquen la presencia de patología cardíaca (Ditollo y col 2005). Las aplicaciones clínicas más importantes se relacionan con el hallazgo de direcciones o turbulencias de flujos anormales y el aumento de la velocidad de perfusión (Ware 2005). Es ideal para la detección y cuantificación de desórdenes valvulares estenóticos, en los cuales la velocidad de flujo sanguíneo a través de éstos, se acelera considerablemente. Con el fin de determinar la severidad de estos estados de aumento de la velocidad, es esencial conocer la velocidad máxima del flujo de la sangre a través de los orificios valvulares cardíacos normales (Yuill y O'Grady 1991).

3.5. HIPÓTESIS

Existe correlación entre el flujo sanguíneo intracardiaco con edad y frecuencia cardíaca en caninos sanos.

3.6. OBJETIVOS

3.6.1. Objetivo general

Determinar si existe alguna correlación entre la velocidad de flujo sanguíneo intracardiaco y la edad y frecuencia cardíaca en caninos.

3.6.2. Objetivos específicos

Determinar el rango de “peaks” de velocidad de flujo a través de las valvas atrioventriculares de los casos estudiados.

Determinar si existen diferencias en la velocidad de flujo sanguíneo intracardiaco entre caninos adultos y geriátricos.

Establecer valores para la relación E/A (velocidad peak de flujo sanguíneo de la fase de llenado ventricular temprano/velocidad peak de flujo sanguíneo como resultado de la contracción atrial) en caninos.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad Austral de Chile, en un periodo de 9 meses, comenzando en abril de 2006. Los procedimientos están ajustados de acuerdo a las “normas para la utilización de animales en investigación” de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile.

4.1. MATERIAL

4.1.1. Material biológico

Se utilizaron 40 hembras caninas adultas de distintas razas, cardiológicamente sanas, las cuales fueron divididas en dos grupos etéreos:

- Grupo 1: perros adultos entre 3 a 6 años de edad.
- Grupo 2: perros geriátricos mayores a 8 años.

La edad de los perros fluctuó entre 3 y 15 años de edad, con un promedio de 7,1 años; su peso corporal fluctuó entre 5,4 y 30 kg, con un promedio de 17,5 kg.

4.1.2. Equipos

- Ecógrafo Pie Medical 300 S PANDION Vet, provisto de un transductor mecánico sectorial convexo Sonda APAS de 5,0/7,5 MHz provisto de Doppler espectral.
- Electrocardiógrafo Nihon Kohden 9020K.

4.1.3. Materiales anexos

- Rasuradora, alcohol y gel ecográfico, para la preparación del campo ecográfico.
- Fichas para el registro individual de cada paciente.

4.2. MÉTODOS

Previo al examen ecocardiográfico, a los animales se les realizó un examen clínico general, enfatizando la exploración en el sistema cardiovascular (frecuencia cardíaca, características del pulso, auscultación cardíaca y mucosas entre otros), con el fin de descartar alguna patología o signos de enfermedad cardiovascular. Posteriormente se les realizó un electrocardiograma de rutina para descartar alteraciones cardíacas de la conducción.

Los animales que no presentaron alteraciones en los exámenes previamente mencionados, fueron preparados para el examen ecocardiográfico, para lo cual se les realizó tricotomía de la región paraesternal izquierda, desde la unión costochondral hasta el borde lateral del esternón (tercio distal del tórax) entre el tercero al sexto espacio intercostal. Los animales se posicionaron en decúbito lateral izquierdo sobre la mesa para ecocardiografía y no se utilizó ningún tipo de fármaco para sedación o anestesia.

Las vistas ecocardiográficas mediante las cuales fueron exploradas las valvas son las siguientes:

- Valva Mitral: ventana paraesternal izquierda, imagen apical de 4 cámaras optimizada para el atrio izquierdo.
- Valva Tricúspide: ventana paraesternal izquierda, imagen apical de 4 cámaras optimizada para el atrio derecho.

Para la obtención de las mediciones Doppler, se estandarizó el equipo con los siguientes valores: Frecuencia Modo B de 7,5 MHz; Frecuencia Doppler 3,3 MHz; Display dual; Línea de base con valor máximo de 1,2 m/seg; PRF de 9,5; WF (filtro) de 600 Hz; Tamaño de muestra Doppler de 1 mm.

Una vez obtenida la vista apical de cuatro cámaras, se realizó la medición de la velocidad de flujo sanguíneo, primero a través de la valva mitral y luego en tricúspide, siguiendo el mismo protocolo para todos los animales en estudio. En la imagen obtenida, a modo de estandarización, las estructuras cardiacas tuvieron siempre la siguiente disposición: ápex cardiaco en la parte superior de la pantalla (lo más cercano al transductor), base en la parte inferior, corazón izquierdo (AI y VI) y corazón derecho (AD y VD) al lado izquierdo y derecho de la pantalla, respectivamente.

El transductor se posicionó lo más paralelo al flujo sanguíneo posible, requerimiento necesario para una medición Doppler óptima. El haz de ultrasonido fue ubicado de tal manera que pase por el centro del orificio valvular, ubicando el punto de medición entre los velos valvulares correspondientes (figuras 2 y 3). Se realizaron tres mediciones diferentes de velocidad de flujo con Doppler pulsado para cada valva, en cada una de estas tres mediciones se registró el máximo valor alcanzado, tanto para la onda E como para la onda A, utilizando la media de estos tres valores registrados como valor “peak” de velocidad de flujo sanguíneo transvalvular, el cual se utilizó para el análisis, expresado en m/seg.

Se registró la frecuencia cardiaca del paciente en conjunto al registro Doppler en cada medición, utilizando la media de éstos valores para el estudio y posterior análisis.

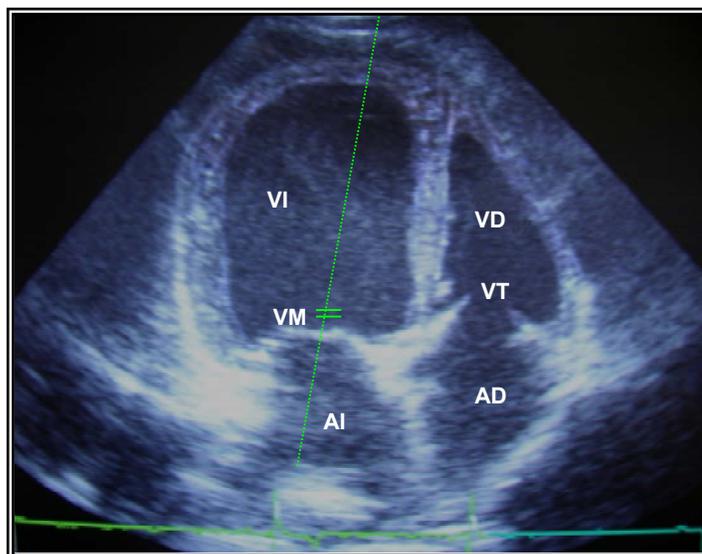


Figura 2. Imagen ecográfica de un corazón canino del grupo adulto en una vista apical de cuatro cámaras, indicando el punto de medición Doppler para la valva mitral. *VI*, ventrículo izquierdo; *VD*, ventrículo derecho; *VM*, valva mitral; *VT*, valva tricúspide; *AI*, atrio izquierdo; *AD*, atrio derecho.

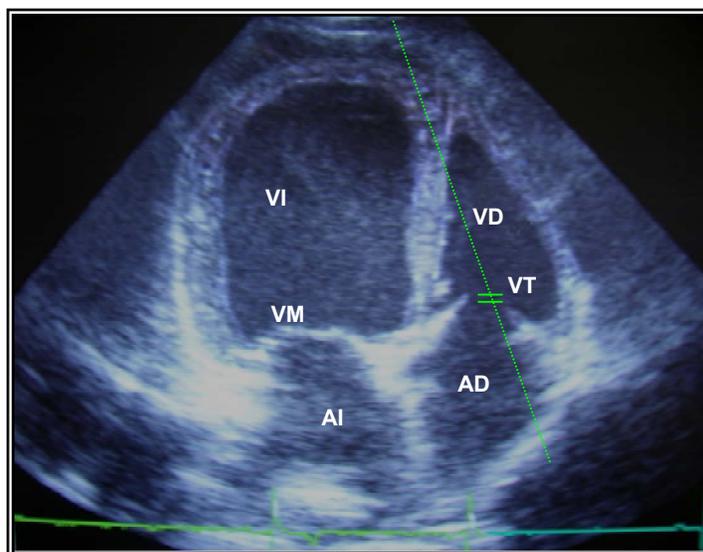


Figura 3. Imagen ecográfica de un corazón canino del grupo adulto en una vista apical de cuatro cámaras, indicando el punto de medición Doppler para la valva tricúspide. *VI*, ventrículo izquierdo; *VD*, ventrículo derecho; *VM*, valva mitral; *VT*, valva tricúspide; *AI*, atrio izquierdo; *AD*, atrio derecho.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las mediciones obtenidas para cada válvula, fueron ingresadas a una planilla MS EXCEL® y se analizaron mediante el uso de estadística descriptiva en base a media y error estándar (EE).

Se realizó una prueba de normalidad utilizando la prueba de Shapiro-Wilk y para determinar si existieron diferencias significativas entre los valores de ambos grupos en estudio, se compararon los promedios obtenidos de las mediciones de cada válvula mediante una prueba “t” de student pareada, debido a que los valores seguían una distribución normal. Se utilizó un nivel de significancia de $P < 0,05$.

Además, se realizó una prueba de correlación entre los valores peak de velocidad de flujo sanguíneo transvalvular y la edad y frecuencia cardiaca de los caninos estudiados, mediante correlación de Pearson.

El programa computacional utilizado fue el Statistix versión 8.0 para Windows (Statistix 8, Copyright© 1985-2003, Analytical Software, USA).

5. RESULTADOS

5.1. APARIENCIA DEL FLUJO DOPPLER TRANSVALVULAR CANINO

Los patrones de flujo sanguíneo a través de las válvulas mitral y tricúspide obtenidos mediante Doppler pulsado, presentaron ondas E y A separadas en todos los caninos en estudio (figuras 4 y 5).

Durante el diástole, el flujo fue positivo (sobre la línea de base Doppler) y laminar, presentando dos fases principales, cada una de ellas con apariencia triangular hiperecoica y centro anecogénico. El “peak” inicial ocurrió durante la fase de llenado ventricular rápido en diástole temprana, conocido como onda E. Esta onda de flujo, aparece a continuación de la onda T del electrocardiograma. El segundo “peak” denominado onda A, se presentó durante el diástole tardío, el cual fue también positivo y laminar, como resultado de la contracción atrial. Esta onda de flujo aparece inmediatamente después del inicio de la onda P del electrocardiograma (figura 6).

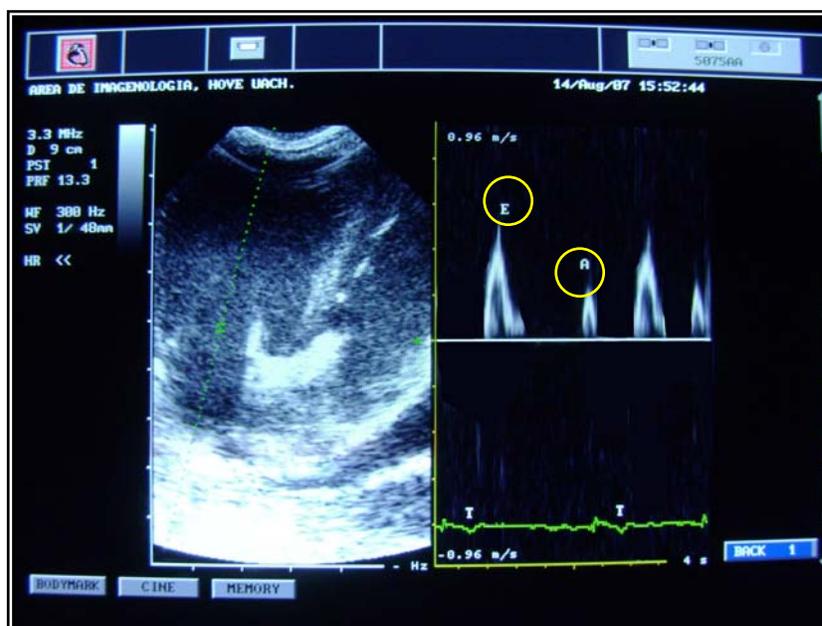


Figura 4. Examen ultrasonográfico Doppler transmitral en una vista apical de cuatro cámaras, correspondiente a un canino del grupo adulto. *E*, onda *E* de llenado ventricular rápido; *A*, onda *A* de contracción atrial; *T*, onda *T* del electrocardiograma.

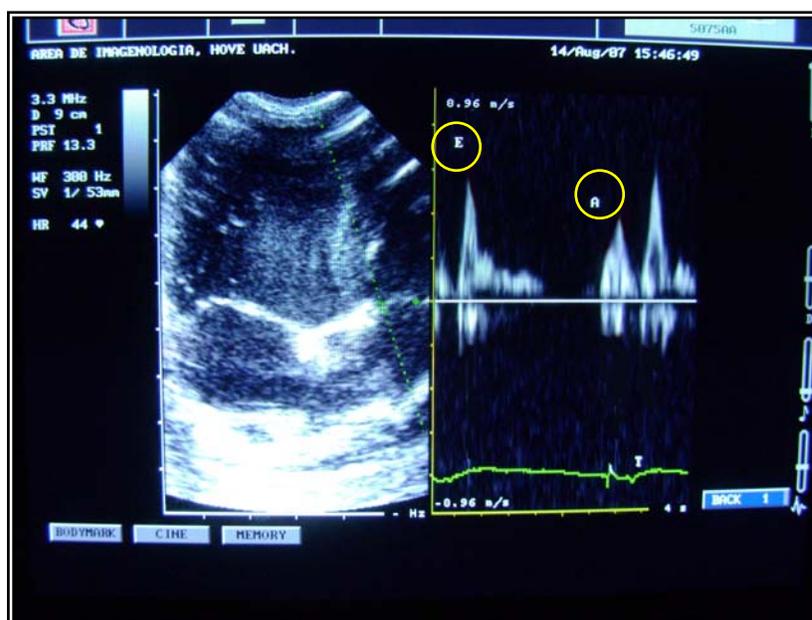


Figura 5. Examen ultrasonográfico Doppler transtricuspídeo en una vista apical de cuatro cámaras, correspondiente a un canino del grupo adulto. *E*, onda *E* de llenado ventricular rápido; *A*, onda *A* de contracción atrial; *T*, onda *T* del electrocardiograma.

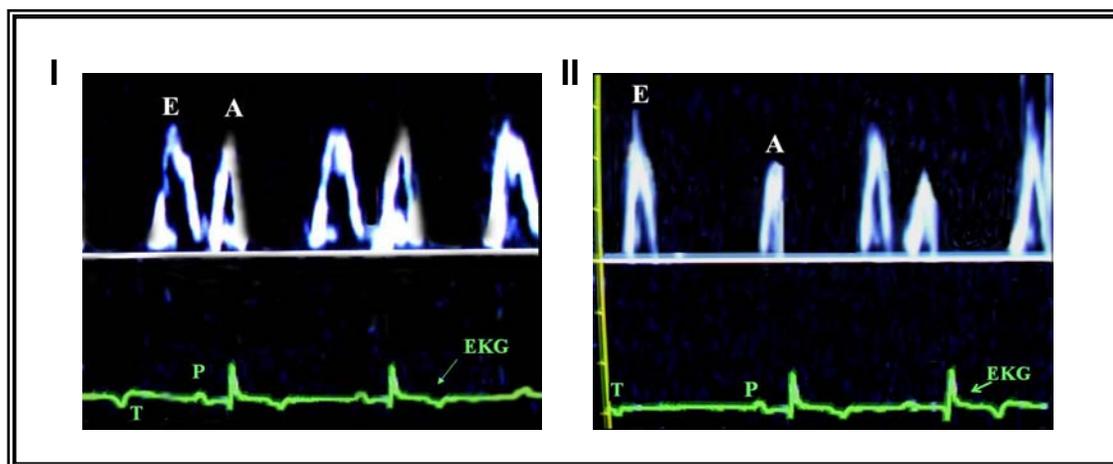


Figura 6. Patrones ecocardiográficos Doppler a través de la valva mitral del grupo de caninos geriátricos (I) y adultos (II) de este estudio. *E*, onda *E* de llenado ventricular rápido; *A*, onda *A* de contracción atrial; *T*, onda *T* del electrocardiograma; *P*, onda *P* del electrocardiograma; *EKG*, electrocardiograma.

5.2. MEDICIONES DEL PEAK DE VELOCIDAD DE FLUJO TRANSVALVULAR CANINO

Las mediciones ecocardiográficas Doppler y las características individuales de ambos grupos de los caninos estudiados se encuentran en el anexo 1 y 2 y de manera desglosada en los cuadros 1 al 6.

5.2.1. Flujo Valvular Mitral

En el cuadro 1 se observa que en el grupo 1 (caninos adultos entre 3 y 6 años de edad), los valores peak de velocidad de flujo para la onda E, fueron siempre mayores que los obtenidos en la onda A. Sin embargo, en el grupo 2 (caninos geriátricos mayores a 8 años), los valores peak para la onda A, son similares a los obtenidos para la onda E (ver figura 6).

Cuadro 1. Media \pm error estándar (EE) (m/seg) y rango de valores peak de velocidad de flujo sanguíneo transmitral para el grupo de caninos adultos (grupo 1) y geriátricos (grupo 2) en estudio.

Medición	Media \pm EE	Rango	
		Mínimo	Máximo
Grupo 1 (n=20)			
E	0,87 \pm 0,01	0,75	0,96
A	0,51 \pm 0,01	0,41	0,62
Grupo 2 (n=20)			
E	0,75 \pm 0,01	0,61	0,84
A	0,71 \pm 0,01	0,57	0,80

E, onda E de llenado ventricular rápido; A, onda A de contracción atrial.

En el cuadro 2 se observa que existen diferencias estadísticamente significativas para los valores de onda E y A entre ambos grupos de caninos en estudio.

Cuadro 2. Media \pm EE (m/seg) y valor de *P* para los valores peak de velocidad de flujo sanguíneo transmitral para caninos adultos (grupo 1) y geriátricos (grupo 2) en estudio.

Medición	Grupo 1	Grupo 2	<i>P</i>
	Media \pm EE	Media \pm EE	
E	0,87 \pm 0,01	0,75 \pm 0,01	0,00
A	0,51 \pm 0,01	0,71 \pm 0,01	0,00

E, onda E de llenado ventricular rápido; A, onda A de contracción atrial.

En el Cuadro 3 se observa que la relación E/A mitral fue menor para el segundo grupo (caninos geriátricos) de los caninos en estudio, existiendo además una menor variación de estos valores en contraste con los caninos del grupo 1 (caninos adultos).

Cuadro 3. Media \pm EE y rango de relación E/A mitral para caninos adultos (grupo 1) y geriátricos (grupo 2) en estudio.

Relación E/A	Media \pm EE	Rango	
		Mínimo	Máximo
Grupo 1 (n=20)	1,71 \pm 0,03	1,51	2,02
Grupo 2 (n=20)	1,05 \pm 0,01	0,97	1,18

5.2.2. Flujo Valvular Tricuspidéico

El flujo diastólico atrioventricular derecho fue menos laminar para ambas ondas (E y A), que los obtenidos para la valva mitral en los 40 caninos en estudio (ver figuras 4 y 5).

En el cuadro 4 se observa que las velocidades peak de flujo sanguíneo tanto en la onda E como en la onda A siguen un patrón similar al transmitral, donde los valores de onda A para el grupo de caninos geriátricos, son similares a los obtenidos para la onda E del mismo grupo.

Cuadro 4. Media \pm EE (m/seg) y rango de valores peak de velocidad de flujo sanguíneo transtricuspidéico para ambos grupos de caninos en estudio.

Medición	Media \pm EE	Rango	
		Mínimo	Máximo
Grupo 1 (n=20)			
E	0,70 \pm 0,01	0,62	0,79
A	0,43 \pm 0,01	0,36	0,55
Grupo 2 (n=20)			
E	0,57 \pm 0,01	0,50	0,67
A	0,51 \pm 0,01	0,42	0,62

E, onda E de llenado ventricular rápido; A, onda A de contracción atrial.

En el cuadro 5 se observa que existen diferencias estadísticamente significativas para los valores de onda E y A entre ambos grupos de caninos en estudio.

Cuadro 5. Media \pm EE (m/seg) y valor de *P* para los valores peak de flujo sanguíneo transtricuspídeo para caninos adultos (grupo 1) y geriátricos (grupo 2) en estudio (n=40).

Medición	Grupo 1	Grupo 2	<i>P</i>
	Media \pm EE	Media \pm EE	
E	0,70 \pm 0,01	0,57 \pm 0,01	0,00
A	0,43 \pm 0,01	0,51 \pm 0,01	0,00

E, onda E de llenado ventricular rápido; A, onda A de contracción atrial.

En el cuadro 6 se observa que la relación E/A tricuspídea fue menor para el segundo grupo (caninos geriátricos) de los caninos en estudio, existiendo además una menor variación de estos valores en contraste con los caninos del grupo 1 (caninos adultos).

Cuadro 6. Media \pm EE y rango de relación E/A tricuspídea para ambos grupos de caninos en estudio.

Relación E/A	Media \pm EE	Rango	
		Mínimo	Máximo
Grupo 1 (n=20)	1,64 \pm 0,03	1,36	1,96
Grupo 2 (n=20)	1,10 \pm 0,01	0,96	1,28

5.3 CORRELACIÓN ENTRE EL FLUJO DOPPLER TRANSVALVULAR Y LA EDAD Y FRECUENCIA CARDIACA EN CANINOS.

5.3.1. Flujo Doppler transvalvular y edad

En el cuadro 7 se observa que existe correlación entre las ondas E y A de ambas valvas y la edad. Existe una correlación positiva entre la onda A mitral y tricuspídea y la edad, mientras que se observa una correlación negativa entre las ondas E de ambas valvas y la edad. Se observa también, que la onda A mitral es la que presenta un mayor grado de correlación, seguida de la onda E tricuspídea.

Cuadro 7. Correlaciones y valor de P entre las mediciones peak de velocidad de flujo sanguíneo atrioventricular (m/seg) y la edad de los 40 caninos en estudio.

Flujo sanguíneo	Edad	P
<i>Mitral</i>		
E	◆-0,64	0,00
A	◆0,78	0,00
<i>Tricúspide</i>		
E	◆-0,70	0,00
A	◆0,56	0,00

◆ Correlación de Pearson ($P < 0,05$). E, onda E de llenado ventricular rápido; A, onda A de contracción atrial.

5.3.2 Flujo Doppler transvalvular y frecuencia cardiaca (FC)

En el cuadro 8 se observa que existe correlación positiva entre la onda A mitral y tricuspídea y la FC, mientras que se observa una correlación negativa entre la onda E tricuspídea y la FC. Además, el cuadro muestra que no existió correlación entre la onda E mitral y la FC.

Cuadro 8. Correlaciones y valor de P entre las mediciones peak de velocidad de flujo sanguíneo atrioventricular (m/seg) y la frecuencia cardiaca (FC) de los 40 caninos en estudio.

Flujo sanguíneo	FC	P
<i>Mitral</i>		
E	-0,07	0,65
A	◆0,45	0,00
<i>Tricúspide</i>		
E	◆-0,39	0,01
A	◆0,35	0,03

◆ Correlación de Pearson ($P < 0,05$). E, onda E de llenado ventricular rápido; A, onda A de contracción atrial.

6. DISCUSIÓN

6.1 APARIENCIA DEL FLUJO DOPPLER TRANSVALVULAR CANINO

La patrones de flujo sanguíneo obtenidos en este estudio mediante Doppler pulsado, a través de las valvas mitral y tricúspide, fueron similares a los descritos por Kirberger y col (1992^a), Shober y col (1998), Bélanger (2005), Ware (2005) y Lázaro y col (2006) para caninos, y a los descritos por Feigenbaum (1994^b) y Maslow y Perrino (2003) en humanos, con flujo laminar, positivo y de apariencia bifásica (compuesto por ondas E y A).

6.2 MEDICIONES DEL PEAK DE VELOCIDAD DE FLUJO TRANSVALVULAR CANINO

6.2.1 Flujo valvular mitral

Los rangos de peak de velocidad de flujo sanguíneo transmitral obtenidos (cuadro 1), considerando el total de perros (n = 40) utilizados en este estudio (E = 0,61 – 0,96 m/seg; A = 0,41 – 0,8 m/seg), se encuentran dentro de los rangos obtenidos en caninos por Kirberger y col (1992^a) con Doppler pulsado (E = 0,59 – 1,18 m/seg; A = 0,33 – 0,93 m/seg). Sin embargo, son levemente distintos a los encontrados por Yuill y O'Grady (1991), los cuales determinaron valores peak sólo para onda E (0,70 – 1,08 m/seg) en perros entre 1,5 y 8 años, con rangos levemente más amplios a los observados en este estudio. De acuerdo a Yuill y O'Grady (1991) y Diaz (1995), estas diferencias pueden estar dadas por la utilización de Doppler continuo en su estudio, debido a que flujos ajenos al nivel transvalvar pueden influir en los valores obtenidos.

En otras publicaciones donde se describen rangos en los valores de onda E y A para caninos, como la de Martin (2000) (E = 0,6 – 1 m/seg; A = 0,3 – 0,7 m/seg) y Ware (2005) (E = ≤ 0,9 – 1 m/seg; A = ≤ 0,6 – 0,7 m/seg), se presentan resultados similares a los obtenidos en el grupo 1 de este estudio (caninos adultos entre 3 y 6 años), sin embargo, no se hace referencia al grupo etáreo al cual pertenecen los valores presentados.

En un estudio realizado por Schober y col (1998) en un grupo de caninos adultos entre 1,5 y 8 años de edad (n = 14), los valores promedio obtenidos para onda E fueron significativamente mayores a los de onda A (media onda E = 0,72 m/seg; A = 0,48 m/seg), tal como se observa en el grupo 1 (cuadro 1) de este estudio (media onda E = 0,87 m/seg; A = 0,51 m/seg). Resultados similares (media E = 0,74 m/seg; A = 0,44 m/seg) fueron obtenidos por Lázaro y col (2006) en un grupo de perros Ovejero Alemán (n=60) entre 1 y 5 años. Esto podría estar explicado, de acuerdo a lo descrito por Maslow y Perrino (2003) para humanos, debido a que en individuos adultos – jóvenes la relajación ventricular es más eficiente y está asociada con un llenado ventricular temprano predominante, correspondiente con un mayor

gradiente de presión transmitral inicial y una menor contribución (10% - 15%) de la contracción atrial.

Por otra parte, Schober y Fuentes (2001), realizan una división de los caninos estudiados en 5 grupos etáreos. De éstos, el grupo 1, 2 y 3 corresponden a perros adultos menores a 6 años ($n=73$) entre los cuales no se encontraron diferencias significativas y cuyos rangos de valores peak de onda E y A ($E = 0,52 - 0,93$ m/seg; $A = 0,35 - 0,68$ m/seg) son similares a los observados en el grupo 1 de este estudio (cuadro 1). Mientras que los resultados obtenidos en los grupos 4 y 5 de los autores antes mencionados, correspondientes a caninos mayores a 6 años ($n=19$) entre los cuales tampoco se encontraron diferencias significativas ($E = 0,52 - 0,82$ m/seg; $A = 0,45 - 0,78$ m/seg), se asemejan a los valores encontrados en el grupo 2 (cuadro 1) del presente estudio (caninos geriátricos mayores a 8 años), donde las velocidades peak de la onda A transmitral, prácticamente alcanzan los valores de onda E y a su vez estos últimos, son significativamente menores a los valores de onda E del grupo 1.

Estas mismas relaciones han sido descritas por Feigenbaum (1994^b), Shirmer y col (2000) y Maslow y Perrino (2003) en estudios realizados en humanos, donde los resultados en cuanto a los valores de onda E son significativamente mayores a los de onda A en individuos menores a 50 años (media de onda E = 0,72 m/seg; onda A = 0,4 m/seg), mientras que valores para onda A que prácticamente alcanzan los valores peak de onda E (media onda E = 0,62 m/seg; onda A = 0,59 m/seg), son observados en individuos normales mayores a 50 años de edad. Por otra parte, Kangro y col (1996) realizaron un estudio en 134 personas adultas de 50 años de edad, donde también se puede apreciar valores más cercanos entre onda E y A ($E = 0,7$ m/seg; $A = 0,6$ m/seg).

Esta diferencia significativa encontrada en el presente estudio entre caninos adultos versus geriátricos, se atribuye al cambio en la estructura miocárdica descrita por Kitzman y Edwards (1990), Olivetti y col (1991) y Roffe (1998) en estudios realizados en corazones humanos. Estos estudios demuestran que en la senectud hay pérdida de miocitos, fibrosis, reducción del transporte de calcio a través de las membranas, además de aumento de tamaño (volumen) de los miocitos cardiacos, que se acompaña de aumento de colágeno local. Según lo descrito por Shirmer y col (2000), estos cambios que ocurren con el envejecimiento normal, generan un retardo en la relajación cardiaca con disminución de la tasa de llenado ventricular, el cual se vuelve dependiente de la contracción auricular, la que se hace más potente, aportando, según lo descrito por Maslow y Perrino (2003), con el 35% a 40% de la afluencia diastólica, lo cual se ve reflejado en mayores velocidades peak de onda A y menores de onda E.

Recientemente, también se han realizado estudios con Doppler pulsado transvalvular en felinos. Martin (2000) señala valores para onda E transmitral similares a las publicadas en perros en éste y otros estudios, con un rango de 0,6 a 0,9 m/seg para onda E. Al igual que Carvalho y col (2006), quienes encontraron valores promedio para onda E de 0,83 m/seg en 30 gatos clínicamente sanos. La información acerca de los valores para onda A en felinos es escasa y no fue señalada por ninguno de los autores antes mencionados. Esto estaría explicado, de acuerdo a lo señalado por Kirberger y col (1992^a), Oniki y col (1992), Skrodski y Schille

(1999), Maslow y Perrino (2003) y Bélanger (2005), debido a que cuando los pacientes sometidos a ecocardiografía Doppler presentan frecuencias cardíacas altas, tanto en humanos como en animales, se produce la fusión de las ondas E y A (denominado “flujo monofásico”), haciendo difícil su diferenciación.

6.2.1.1 Relación E/A mitral: los valores obtenidos en cuanto a la relación E/A mitral del grupo 1 del presente estudio (media E/A = 1,71), son similares (cuadro 3) a las publicadas por Schober y col (1998) para caninos adultos (media E/A = 1,63), a las obtenidas por Schober y Fuentes (2001) considerando los grupos 1, 2 y 3 de éstos autores (media E/A = 1,48). Así como también los publicados por Feigenbaum (1994^b) (media E/A = 1,9) y Maslow y Perrino (2003) (media E/A = 1,9) en humanos menores a 50 años. Lázaro y col (2006) señalan que los valores encontrados en la relación E/A fueron siempre mayores a 1, pero no señalan los valores propiamente tales de sus caninos en estudio.

Los resultados encontrados en el grupo 2 de este estudio (relación E/A = 1,05), son similares (cuadro 3) a los valores publicados en los grupos 4 y 5 (media E/A = 1,18) de Schober y Fuentes (2001), conformado por caninos mayores a 6 años. Resultados similares fueron descritos por Feigenbaum (1994^b) (E/A = 1,1), Schirmer y col (2000) (E/A = 1,04) y Maslow y Perrino (2003) (E/A = 1,1) para humanos normales mayores a 50 años de edad.

Estos valores cercanos a 1 para la relación E/A observados en el grupo 2 del presente estudio (cuadro 3), se atribuyen a lo ya mencionado anteriormente acerca de los valores similares en las velocidades E y A transmitrales, asociado a los cambios en la composición miocárdica descrita por Kitzman y Edwars (1990), Olivetti y col (1991) y Roffe (1998) y a su consecuente participación atrial descrita por Shirmer y col (2000) y Maslow y Perrino (2003), que ocurre en humanos geriátricos.

6.2.2 Flujo valvular tricuspídeo

Los valores obtenidos en cuanto a los rangos de peak de velocidad de flujo sanguíneo transtricuspídeo (cuadro 4) considerando los 40 caninos estudiados (E = 0,5 – 0,79 m/seg; A = 0,36 – 0,62 m/seg), fueron similares a los descritos por Martin (2000) (E = 0,4 – 0,8 m/seg; A = 0,3 – 0,6 m/seg) en caninos, sin especificar rango etéreo. Además, Yuill y O’Grady (1991) publicaron valores peak similares a los encontrados en este estudio para la onda E, aunque su valor superior del rango es levemente mayor (E = 0,52 – 0,92 m/seg). Esto estaría explicado, de acuerdo a lo descrito por Yuill y O’Grady (1991) y Díaz (1995), al igual que lo mencionado para el flujo transmitral, acerca de la utilización de Doppler continuo en las mediciones de velocidades de flujo sanguíneo.

Ware (2005) (E = \leq 0,8 – 0,9 m/seg; A = \leq 0,5 – 0,6m/seg) y Bélanger (2005) (E = 0,8 – 0,9m/seg; A = 0,5 – 0,6m/seg) señalan valores para onda E significativamente mayores a los de onda A, como ocurre en el grupo 1 del presente estudio (cuadro 4), sin especificar rango etéreo. Valores similares fueron obtenidos por Lázaro y col (2006) en Ovejeros Alemanes adultos (media E = 0,67 m/seg; A = 0,41 m/seg), asociando estos resultados al rango etéreo utilizado (caninos adultos menores a 8 años), tal como ocurre para las velocidades peak transmitrales.

Por otro lado, Kirberger y col (1992^a) encontraron valores peak superiores en ambas ondas (E = 0,49 – 1,31 m/seg; A = 0,32 – 0,94 m/seg) en comparación con este estudio. Esto podría estar explicado por el rango etéreo utilizado por estos autores (caninos entre 2 meses y 3 años de edad) siendo principalmente cachorros, debido a que estudios documentan que existen variaciones en los valores de onda E y A transtricuspídeos en neonatos humanos y niños (Uyan y col 2003) los cuales podrían ser extrapolados a cachorros caninos.

En humanos, Feigenbaum (1994^b) y Maslow y Perrino (2003) publican valores transtricuspídeos en dos rangos etéreos como los descritos para el flujo transmitral. Los individuos mayores a 50 años, presentaron valores peak de onda A que se acercan a los de onda E (media E = 0,51 m/seg; A = 0,41 m/seg), hallazgo también observado en este estudio en el grupo 2 (cuadro 4). Esto se atribuye, al igual como ocurre en el ventrículo izquierdo, a lo descrito por Kitzman y Edwards (1990), Olivetti y col (1991), Roffe (1998) y Maslow y Perrino (2003), acerca de los cambios en la composición miocárdica que ocurren en humanos de edad avanzada. Además, Uyan y col (2003) mencionan la importante participación del septum interventricular, el cual es compartido por ambos ventrículos, por lo que cambios a este nivel repercutirían tanto al lado derecho como al lado izquierdo.

En felinos, Martin (2000) al igual que Carvalho y col (2006) obtuvieron valores peak de onda E con una media similar (0,65 m/seg y 0,64 m/seg respectivamente) a la obtenida en este estudio (cuadro 4), considerando los 40 caninos estudiados (E = 0,64 m/seg). No se especifican valores de onda A transtricuspídea, tal como ocurre en el flujo transmitral, a causa de las elevadas frecuencias cardíacas en felinos.

6.2.2.1 Relación E/A tricuspídea: los resultados de los valores promedio de la relación E/A transtricuspídeos, obtenidos en el grupo 1 del presente estudio (cuadro 6), son similares a las encontradas por Kirberger y col (1992^a) (media E/A = 1,6). Sin embargo, estos autores obtuvieron rangos mucho más amplios (0,69 – 3,08), lo cual se atribuye a lo ya mencionado con respecto al uso de cachorros y caninos adultos en el estudio, los cuales influyen en los valores peak E y A (Uyan y col 2003) y por ende en la relación E/A.

La relación E/A transtricuspídea descrita para humanos por Feigenbaum (1994^b) y Maslow y Perrino (2003) sin embargo, destacan al igual que para la relación E/A transmitral, diferencias entre los individuos adultos menores a 50 años y mayores a 50 años, donde la relación E/A se acerca a 2 y a 1, respectivamente. Estas mismas relaciones fueron observadas en este estudio, entre caninos adultos y geriátricos (cuadro 6). La explicación fisiológica de estas observaciones, son las mismas que se atribuyen para la relación E/A mitral.

6.3 CORRELACIÓN ENTRE EL FLUJO DOPPLER TRANSVALVAR Y LA EDAD Y FRECUENCIA CARDIACA EN CANINOS

6.3.1 Flujo Doppler transvalvular y edad

En este estudio, se obtuvo que las ondas E, tanto de flujo sanguíneo mitral como tricuspídeo, presentaron correlación negativa en grados moderados a altos (mitral: $r = -0,64$;

tricúspide: $r = -0,70$) con respecto a la edad de los caninos en estudio (cuadro 7). Autores como Shober y Luis Fuentes (2001) si bien encontraron cierto grado de correlación negativa entre la edad y la velocidad peak de onda E transmitral, este fue bajo ($r = -0,23$). Los autores antes mencionados, atribuyen este resultado a la relativamente baja cantidad de caninos geriátricos utilizados en su estudio (8 caninos mayores a 10 años) con respecto a los adultos ($n=73$) además, el grupo 4 de su estudio ($n=11$), estaba constituido por caninos entre 6 y 10 años de edad. A diferencia de este estudio en donde el grupo geriátrico estuvo conformado por caninos mayores a 8 años y los caninos de 6 años de edad fueron considerados en el primer grupo, es decir, como caninos adultos.

Fue posible observar además, que la onda A de flujo sanguíneo, tanto mitral como tricuspídeo, presentó una correlación positiva también en grados moderados a altos (mitral: $r = 0,78$; tricúspide: $r = 0,56$) con respecto a la edad (cuadro 7). Los valores de correlación obtenidos en este estudio entre la edad y los valores peak de la onda A mitral, son mucho mayores a los encontrados por Shober y Luis Fuentes (2001) ($r = 0,31$), lo cual se atribuye al mismo factor explicado anteriormente para el caso de los valores de correlación entre la onda E y la edad, acerca de la relativamente pequeña cantidad de caninos geriátricos utilizada por estos autores.

Otros autores como Yuill y O'Grady (1991), Kirberger y col (1992^b) y Lázaro y col (2006) no encontraron correlación entre las velocidades peak de flujo sanguíneo transvalvular y la edad. Esto se atribuye a que los autores antes mencionados realizaron su análisis con caninos menores a 8 años, por lo que no se evidenciaría esta disminución en los valores de onda E y a su vez aumento de la onda A asociada a los cambios normales que ocurren en corazones seniles explicada anteriormente.

6.3.2 Flujo Doppler transvalvular y frecuencia cardiaca

Las velocidades peak de ondas E mitral, no mostraron correlación con la FC y las ondas E tricuspídeas una correlación negativa y baja (cuadro 8). Esto concuerda con lo observado por Shober y Luis Fuentes (2001) quienes tampoco encontraron correlación para la onda E mitral y la FC en caninos y con otros estudios como los de Kitzman y col (1991) y Manca y col (1992) en humanos.

Sí se observó en este estudio una correlación positiva entre la FC y las velocidades peak de onda A mitral en grados moderados (cuadro 8), lo que concuerda con lo encontrado por Shober y Luis Fuentes (2001) aunque encontraron una correlación más baja ($r = 0,30$). Estos autores atribuyen el aumento de las velocidades peak de onda A, debido a que con un aumento de la FC el llenado ventricular rápido comienza más tempranamente y se torna más breve. Como consecuencia, la contracción atrial contribuye en mayor grado al llenado diastólico para mantener el volumen minuto. Kirberger y col (1992^b) también señalan que con un aumento de la frecuencia cardiaca, aumenta la onda A transtricuspídea y mitral debido a un periodo de flujo diastólico más breve.

6.4 CONCLUSIONES

En este estudio, se establecieron rangos de “peak” de velocidad de flujo sanguíneo en caninos adultos y geriátricos, los cuales mostraron diferencias con valores menores para onda E y mayores para onda A, en geriátricos con respecto a los adultos, en ambas valvas atrioventriculares.

Los valores para la relación E/A también mostraron diferencias significativas, con relación E/A menos variable y cercana a 1 en caninos geriátricos, y valores más variables y cercanos a 2 en caninos adultos.

Existió una correlación moderada a alta entre la edad y las velocidades peak de flujo sanguíneo transvalvular. Siendo positiva con respecto a la onda A y negativa con respecto a la onda E, en ambas valvas atrioventriculares.

Existió también una correlación entre la frecuencia cardiaca (FC) y las velocidades peak de flujo sanguíneo transvalvular pero en menores grados. Siendo moderada a baja entre la FC y las ondas A de ambas valvas y baja para el caso de la onda E transtricuspídea. No hubo correlación entre la onda E transmitral y la FC.

7. BIBLIOGRAFIA

- Barr F. 1999. Ecografía diagnóstica. En: Lee R (ed). *Manual de diagnóstico por imagen en pequeños animales*. Pp. 197-209. Harcourt Brace, Madrid.
- Bélangier MC. 2005. Ecocardiografía. En: Ettinger SJ, EC Feldman (eds). *Tratado de medicina interna veterinaria*. Pp. 311-326. Elsevier, Madrid.
- Cartee RE. 1995a. The Physics of Ultrasound. En: Cartee RE, BA Selcer, JA Hudson, ST Finn-Bodner, MB Mahaffey, PL Johnson, KW Marich (eds). *Practical Veterinary Ultrasound*. Pp. 1-8. Williams & Wilkins, Maryland.
- Cartee RE. 1995b. The Heart, Vassels, Lungs, and Mediastinum. En: Cartee RE, BA Selcer, JA Hudson, ST Finn-Bodner, MB Mahaffey, PL Johnson, KW Marich (eds). *Practical Veterinary Ultrasound*. Pp. 68-87. Williams & Wilkins, Maryland.
- Carvalho RO, RB Araújo, EF Silva. 2006. Ecocardiografía modo Doppler pulsado em gatos clinicamente sadios. *Arq Bras Med Vet Zootec* 58, 333-340.
- Desmarás E, CJ Mucha. 2001. Fisiología Cardiovascular. En: Belerenian GC, CJ Mucha, AA Camacho (eds). *Afecciones Cardiovasculares en Pequeños Animales*. Pp. 3-17. Inter-Médica, Buenos Aires.
- Diaz RA. 1995. Doppler cardiaco. En: Diaz RA (ed). *Ecocardiografía y Doppler cardiaco*. Pp. 35-52. Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- Ditollo B, O Casalonga, J Barrios, H Maidana, V Perez, C Lightowler. 2005. Modificaciones fisiológicas de los flujos transvalvulares cardíacos del perro evaluados por mapeo de flujo en color. *Rev Vet* 16, 49-52.
- Drake PG. 2000. Ecocardiografía Doppler. En: Fuentes VL, ST Swift (eds). *Manual de Medicina y Cirugía Cardiorrespiratoria*. Pp. 147-154. Hartcourt Brace, Madrid.
- Dyce KM, WO Sack, CJC Wensing, E Rodríguez, J Camón. 2003. Sistema Cardiovascular. En: Dyce KM, WO Sack, CJC Wensing, E Rodríguez, J Camón (eds). *Anatomía Veterinaria*. Pp. 235-279. McGraw-Hill Interamericana, México, D.F.
- Feigenbaum H. 1994a. El Examen Ecocardiográfico. En: Feigenbaum H (ed). *Ecocardiografía*. Pp. 67-122. Editorial Médica Panamericana, Argentina.

- Feigenbaum H. 1994b. Appendix F: Doppler Echocardiographic measurements and normal values. En: Feigenbaum H. (ed). *Echocardiography*. Pp. 658-683. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Frandsen RD, TL Spurgeon. 1995. Fisiología de la circulación. En: Frandsen RD, TL Spurgeon (eds). *Anatomía y fisiología de los Animales Domésticos*. Pp. 265-279. McGraw-Hill Interamericana, México, D.F.
- Fritsch R, M Gerwing. 1996. *Ecografía de perros y gatos*. Pp. 3-21. Acribia S.A, Zaragoza.
- Goddard PJ. 1995. Principios Generales. En: Goddard PJ (ed). *Ecografía Veterinaria*. Pp. 1-24. Acribia S.A, Zaragoza.
- Kangro T, E Henriksen, T Jonason, H Nilsson, I Ringqvist. 1996. Factors of importance to Doppler indices of left ventricular filling in 50-year-old healthy subjects. *Eur Heart J* 17, 612-618.
- Kienle RD, TG Nyland. 1995. Echocardiography. En: Nyland T, J Mattoon (eds). *Veterinary Diagnostic Ultrasound*. Pp. 198-256. WB Saunders, Philadelphia.
- Kirberger RM, PB Van der Berg, B Darazs. 1992a. Doppler echocardiography in the normal dog: Part I – Velocity findings and flow patterns. *Vet Radio Ultrasound* 33, 370-379.
- Kirberger RM, PB Van der Berg, RJ Grimbeek. 1992b. Doppler echocardiography in the normal dog: part II, Factors influencing blood flow velocities and a comparison between left and right heart blood flow. *Vet Radio Ultrasound* 33, 380-386.
- Kitzman DW, WD Edwards. 1990. Age related changes in the anatomy of the normal human heart. *J Gerontol* 45, 33-39.
- Kitzman DW, KH Sheikh, PA Beere, JL Philips, MB Higginbotham. 1991. Age-related alterations of Doppler left ventricular filling indexes in normal subjects are independent of left ventricular mass, heart rate, contractility and loading conditions. *J Am Coll Cardiol* 18, 1243-1250.
- Lázaro RA, LA Lopes, R Baracat, M Cherem. 2006. Echocardiographic indices in normal Shepherd dogs. *J Vet Sci* 7, 193-198.
- Manca C, D Aschieri, M Conti, A Piazza, C Moruzzi, AL Barilli, R Bolognesi. 1992. Multivariate analysis of the variables affecting left ventricular filling in normal subjects. *Cardiology* 80, 267-275.
- Martin MW. 2000. Ecocardiografía en pequeños animales. En: Goddard PJ (ed). *Ecografía veterinaria*. Pp. 153-190. Acribia S.A., Zaragoza.

- Maslow A, AC Perrino. 2003. Quantitative Doppler and Hemodynamics. En: Perrino AC, ST Reeves (eds). *A practical approach of Transesophageal Ecocardiography*. Pp. 94-109. Williams & Wilkins, Maryland.
- Muir WW, D Mason. 1996. Cardiovascular System. En: Thurmon JC, WJ Tranquilli, GJ Benson (eds). *Lumb and Jones` veterinary anesthesia*. Pp. 62-114. Williams & Wilkins, Maryland.
- Nyland TG, J Mattoon, E Wisner. 1995. Physical Principles, Instrumentation, and Safety of Diagnostic Ultrasound. En: Nyland T, J Mattoon (eds). *Veterinary Diagnostic Ultrasound*. Pp. 3-18. WB Saunders, Philadelphia.
- Olivetti G, M Melissari, JM Capasso, P Anversa. 1991. Cardiomyopathy of the aging human heart, monocyte loss and reactive cellular hypertrophy. *Circ Res* 68, 1560-1568.
- Oniki T, Y Hashimoto, S Shimizu, T Kakuta, M Yajima, F Numano. 1992. Effect of increasing heart rate on Doppler indices of left ventricular performance in healthy men. *Br Heart J* 68, 425-429.
- Otto CM. 2000. Principles of Echocardiographic Image Acquisition and Doppler Analysis. En: Otto CM (ed). *Textbook of Clinical Echocardiography*. Pp. 1-28. WB Saunders, Philadelphia.
- Reece WO. 1991. The Cardiovascular System. En: Reece WO (ed). *Physiology of Domestic Animals*. Pp. 115-149. Lea & Febiger, USA.
- Roffe C. 1998. Aging of heart (Abstract). *Br J Biomed Sci* 55, 136-148.
- Schirmer H, P Lunde, K Rasmussen. 2000. Mitral flow derived Doppler indices of left ventricular diastolic function in a general population. *Eur Heart J* 21, 1376-1386.
- Schober KE, VL Fuentes, DJ McEwan, AT French. 1998. Pulmonary venous flow characteristics as assessment by transthoracic pulsed Doppler echocardiography in normal dogs. *Vet Radio Ultrasound* 39, 33-41.
- Schober KE, VL Fuentes. 2001. Effects of age, body weight and heart rate on transmitral and pulmonary venous flow in clinically normal dogs. *Am J Vet Res* 62, 1447-1454.
- Skrodski N, S Schille. 1999. Doppler echocardiographic examinations in kittens and adult cats. *Kleintierpraxis* 44, 733-758.
- Stephenson RB. 1999. Fisiología Cardiovascular. En: Cunningham JG (ed). *Fisiología Veterinaria*. Pp. 141-158. McGraw-Hill Interamericana, México, D.F.

- Tachika VY, RE Méndez. 2001. Ecocardiografía. En: Belerenian GC, CJ Mucha, AA Camacho (eds). *Afecciones Cardiovasculares en Pequeños Animales*. Pp. 47-57. Inter-Médica, Buenos Aires.
- Uyan AP, C Uyan, H Ozyurek. 2003. Assessment of right ventricular diastolic filling parameters by Doppler echocardiography. *Pediatr Internat* 45, 263-267.
- Ware WA. 2005. Métodos Complementarios del Sistema Cardiovascular. En: Nelson RW, CG Couto (eds). *Medicina Interna de Animales Pequeños*. Pp. 13-48. Inter-Médica, Argentina.
- Yuill C, MR O'Grady. 1991. Doppler-derived Velocity of Blood Flow across the Cardiac Valves in the Normal Dog. *Can J Vet Res* 55, 185-192.

8. ANEXOS

ANEXO 1. Mediciones ecocardiográficas Doppler y características individuales del grupo 1 (n = 20) de los caninos estudiados.

Nº	Raza	Edad	Peso	MITRAL			TRICÚSPIDE			RELACIÓN E/A	
				E	A	FC	E	A	FC	MITRAL	TRICÚSPIDE
1	Doberman	4,5	13,2	0,94	0,60	85	0,78	0,55	80	1,57	1,42
2	Mestizo	5,0	8,8	0,86	0,54	86	0,78	0,45	77	1,59	1,73
3	Mestizo	3,5	9	0,92	0,56	80	0,75	0,42	68	1,64	1,79
4	Mestizo	3,0	16,6	0,94	0,60	91	0,73	0,46	72	1,57	1,59
5	Cocker sp.	6,0	17,5	0,83	0,51	85	0,64	0,36	89	1,63	1,78
6	Mest. Pequinés	3,0	5,4	0,84	0,42	77	0,69	0,42	86	2,00	1,64
7	Mestizo	4,5	10,4	0,75	0,45	77	0,66	0,48	87	1,67	1,38
8	Mestizo	4,0	8,5	0,85	0,42	108	0,62	0,40	101	2,02	1,55
9	Mestizo	5,0	12,2	0,87	0,52	56	0,66	0,37	49	1,67	1,78
10	Labrador	3,0	24	0,86	0,47	67	0,71	0,38	65	1,83	1,87
11	Mestizo	3,0	10	0,82	0,46	78	0,69	0,46	71	1,78	1,50
12	Mestizo	5,0	18	0,81	0,41	79	0,69	0,36	74	1,98	1,92
13	Mestizo	4,5	10,2	0,80	0,47	87	0,65	0,43	99	1,70	1,51
14	Mestizo	4,0	17,4	0,88	0,53	46	0,78	0,41	48	1,66	1,90
15	Mestizo	3,5	15	0,84	0,47	105	0,67	0,40	90	1,79	1,68
16	Mest. O. A.	4,0	21,6	0,96	0,62	99	0,63	0,44	112	1,55	1,43
17	Mestizo	3,0	6,8	0,83	0,55	103	0,74	0,43	109	1,51	1,72
18	Mestizo	3,5	10,8	0,92	0,57	117	0,67	0,47	108	1,61	1,43
19	Mest. O. A.	4,5	17	0,95	0,54	76	0,79	0,46	80	1,76	1,72
20	Mestizo	4,5	9,4	0,86	0,50	81	0,70	0,43	77	1,72	1,63

Mediciones (E y A) expresadas en m/seg; Peso expresado en kg; Edad expresada en años; Frecuencia cardiaca expresada en latidos/min.
E, onda E; A, onda A; FC, frecuencia cardiaca; Mest., mestizo; O.A., Ovejero Alemán.

ANEXO 2. Mediciones ecocardiográficas Doppler y características individuales del grupo 2 (n = 20) de los caninos estudiados.

N°	Raza	Edad	Peso	MITRAL			TRICÚSPIDE			RELACIÓN E/A	
				E	A	FC	E	A	FC	MITRAL	TRICÚSPIDE
1	Mestizo	8,5	18,4	0,80	0,75	110	0,61	0,60	106	1,07	1,01
2	Mestizo	9	13,2	0,77	0,75	54	0,60	0,55	53	1,03	1,09
3	Mestizo	8	15,8	0,71	0,65	69	0,51	0,42	80	1,09	1,21
4	O. Alemán	12	30	0,71	0,71	107	0,65	0,62	101	1,00	1,04
5	Mestizo	9	20,2	0,74	0,72	81	0,67	0,59	78	1,03	1,13
6	Mestizo	12	25	0,76	0,73	120	0,64	0,57	114	1,04	1,12
7	Dálmata	13	24	0,82	0,77	117	0,64	0,50	128	1,06	1,28
8	Mestizo	9	18,3	0,78	0,79	121	0,51	0,48	112	0,99	1,06
9	Mestizo	8	14,6	0,71	0,60	105	0,53	0,45	99	1,18	1,17
10	Cocker sp.	10	11,2	0,61	0,57	93	0,54	0,47	93	1,07	1,14
11	Pequinés	15	8,7	0,80	0,80	94	0,50	0,50	92	1,00	1,00
12	Cocker Ingl.	12	21,2	0,64	0,58	70	0,55	0,43	70	1,10	1,27
13	Mestizo	10	17,7	0,75	0,71	97	0,57	0,51	97	1,06	1,11
14	Mestizo	12	19,8	0,84	0,77	113	0,52	0,50	100	1,09	1,04
15	Mestizo	8	14,8	0,76	0,78	133	0,59	0,54	133	0,97	1,09
16	Mestizo	10	14,7	0,78	0,76	104	0,54	0,49	108	1,03	1,10
17	Mestizo	9	12,3	0,80	0,77	98	0,62	0,57	90	1,04	1,08
18	Mestizo	11	20,7	0,68	0,65	85	0,55	0,47	92	1,05	1,17
19	O. Alemán	8	18,3	0,70	0,67	92	0,50	0,45	104	1,04	1,11
20	Mestizo	10	15,7	0,77	0,70	80	0,50	0,52	86	1,10	0,96

*Mediciones (E y A) expresadas en m/seg; Peso expresado en kg; Edad expresada en años; Frecuencia cardiaca expresada en latidos/min.
E, onda E; A, onda A; FC, frecuencia cardiaca; O. Alemán, Ovejero Alemán; Cocker sp., Cocker spaniel; Cocker Ingl., Cocker Inglés*

9. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios por estar siempre presente en mi vida, guiar mi camino y el de mis seres queridos.

A mis padres Eleonor y Ernesto por su apoyo incondicional en todo sentido, amor y dedicación en todos estos años, los que no han sido fáciles, pero con sus constantes palabras y cariño han hecho de alguna manera más fácil el camino. Viejos los amo.

A mis hermanos: Betty, Nena, Lena, Mabel, Titin y Gonza, por su constante cariño, preocupación y apoyo, tanto en lo profesional como en lo personal. Gracias de todo corazón.

A mis otros hermanitos: Pachi, Tichita, Nene y Migue. Gracias por todos los gratos momentos, por su comprensión y por todo lo que no se puede escribir aquí. Los amo.

Al Dr. Marcelo Mieres, por creer en mí y por la confianza depositada en este trabajo. Doc, espero seguir sus pasos, que dan el ejemplo de optimismo y alegría tanto en lo personal, docente y profesional a todos quienes tenemos el agrado de conocerlo mejor. A la Dra. Claudia Campillo por su apoyo desinteresado y fundamental en el desarrollo de este trabajo, gracias Laly.

Al Dr. Mario Yáñez, cardiólogo del Hospital Naval de Viña del Mar, por su interés y apoyo otorgado en la parte práctica de este estudio.

Finalmente y no por eso menos importante a mis queridos amigos, los de siempre, los que estuvieron y sé que estarán ahí siempre, así como yo estaré ahí para ustedes. A Nelly, Grisela, Patty, Doris, Ceci, Vivi, Carlitos, Cejas, Mary, Shinda, Gringa y Marce. Gracias por los momentos compartidos, los quiero.