

Estudio de la aorta abdominal mediante doppler espectral pulsado en perros

Vascular study of abdominal aorta using doppler duplex ultrasonography in dogs

N. MIÑO, Dr. Med. Vet.; L. ESPINO, Dr. Med. Vet.; M. SUÁREZ, Dr. Med. Vet.; G. SANTAMARINA, Dr. Med. Vet.;
A. BARREIRO, Dr. Med. Vet.

Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias, Universidad de Santiago de Compostela, Facultad de Veterinaria de Lugo,
Campus Universitario s/n, 27002 Lugo, España.

SUMMARY

Doppler ultrasonography is a new technique used in small animal sonography. The knowledge of the normal Doppler signs of each blood vessel is important in their identification because it is necessary for recognize pathologic changes.

Ten dogs, five males and five females, were examined without sedation. Imaged in a transverse plane, was calculated diameter, area and perimeter, with a duplex Doppler ultrasonography provided us maxim, mean and minimum velocity, pulsatility index, resistive index and flow volume.

The aorta has typical plug flow velocity profile and its waveform is a typical high resistance flow pattern. It has a sharp systolic peak with a large and clear spectral window. The velocity distribution is narrow. The systolic peak is followed by a retrograde flow wave, then a forward flow wave can be seen. The calculated mean diameter was 0.88 ± 0.12 , area 0.62 ± 0.19 and perimeter 2.86 ± 0.43 . The obtained mean maximum velocity was 92.45 ± 17.38 cm/sg., medium velocity 27.13 ± 9.05 cm/sg., and minimum 8.55 ± 6.82 cm/sg. The calculated mean IR was 3.09 ± 0.66 , IR 0.91 ± 0.11 and flow volume 1.06 ± 0.55 L/min.

Palabras claves: perro, dopler, duplex, tipo de onda, espectro.

Key words: dog, doppler, duplex, aorta, waveform, spectrum.

INTRODUCCIÓN

La ecografía duplex Doppler vascular es una técnica novedosa de diagnóstico no invasiva que puede evaluar de forma cualitativa y cuantitativa la existencia de anomalías a nivel de la vascularización del animal, pues aporta información tanto de la anatomía en tiempo real como de la dinámica vascular (Atkinson y Woodcock, 1982). Cada vaso posee un espectro característico que se somete a variaciones en función del lugar donde es examinado, de forma que los cambios patológicos existentes en el

mismo sólo pueden ser valorados si se conoce el espectro normal.

En medicina humana la ecografía Doppler ha sido utilizada en los últimos treinta años principalmente por cirujanos vasculares, pero la introducción de la imagen duplex ha despertado gran interés por su aplicación como medio de diagnóstico en otros campos (Bluth y col., 1988).

Con el desarrollo técnico posterior del Doppler de flujo en color y sus correspondientes aplicaciones clínicas, los ecografistas han valorado de forma positiva la ventaja que supone poder observar simultáneamente la perfusión y estructura de una imagen anatómica (Burns, 1987).

El objetivo de este artículo es describir el patrón Doppler normal y los parámetros vasculares de la aorta abdominal, pues resulta

fundamental el uso de este método para el diagnóstico de patologías como la trombosis aorto-iliaca en el gato secundaria a una miocardiopatía hipertrófica (Laste y Harpster, 1995). Esta dolencia puede originar un trombo resultado del flujo anormal que existe en el atrio o ventrículo izquierdo agrandados. Si el trombo se desprende de la pared del ventrículo izquierdo puede viajar por la aorta depositándose al nivel de la bifurcación de las arterias ilíacas dando una sintomatología de dolor y paresia en el animal (Noordergraaf, 1978).

En la especie canina esta enfermedad no aparece descrita con esta etiología, pero puede formarse igualmente un trombo al nivel del recorrido de la aorta abdominal tendiendo a provocarse la obstrucción a este mismo nivel y dando lugar a los mismos síntomas. Además, cualquier patología asociada con la vascularización periférica se ve reflejada en la arteria principal mediante las medidas de índice de pulsatilidad (IR) e índice de resistencia (IP) (Miles, 1989).

La dificultad de este trabajo estriba en la escasa bibliografía existente en medicina veterinaria en relación a este tema, aunque sí pueden encontrarse artículos en que se recoge de forma pormenorizada el estudio de los vasos abdominales de mayor relevancia en el perro Spaulding, 1997, (Finn-Bodner y Hudson, 1998; Stzámari y col., 2001).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron diez perros adultos, cinco machos y cinco hembras, de la raza Beagle, con un peso medio de 17.05 kilos, siendo en los machos de 20.3 kilos y en las hembras de 13.8 kilos. En nuestro estudio hemos establecido grupos en función del sexo y peso. Con respecto al sexo se han instituido los grupos “macho” (n=5) y “hembra” (n=5). En función de su peso se han distribuido en “perros con un peso igual o superior a 15 kilos” (n=5) y “perros con un peso inferior a quince kilos” (n=5), a los que se les realizó un examen físico completo en que se determinó que estaban clínicamente sanos.

Ecógrafo. Para este estudio se usó el ecógrafo HP SONOS 1000 con una sonda electrónica multifrecuencia de 5/7.5 MHz.

Descripción anatómica. La aorta torácica descendente pasa a designarse aorta abdominal cuando entra en la porción dorsocraneal de la cavidad abdominal a través del hiato aórtico. Continúa como aorta abdominal en compañía de la vena ácigos y el conducto torácico. En su trayecto más craneal por la cavidad abdominal se localiza en un surco ventral formado por los músculos iliopsoas derecho e izquierdo, de forma que se relaciona con la vena cava caudal a su derecha y el músculo psoas a su izquierda. En el perro termina al nivel de la última vértebra lumbar, dividiéndose en dos ramas, las arterias ilíacas externas y, caudalmente a ellas, las arterias ilíacas internas (Evans y Christensen, 1979; Popesko, 1979). En este punto, al nivel de la bifurcación de las arterias ilíacas externas, es el lugar en que se realiza nuestro estudio.

En el abdomen craneal la vena cava caudal se sitúa a la derecha y ventralmente respecto a la aorta; esta posición dorsal de la aorta se invierte al nivel de L₅ – L₆, donde se originan las arterias circunflejas ilíacas profundas y pasa a situarse ventralmente y a la izquierda de la vena cava caudal.

Abordaje. El abordaje para acceder a este vaso puede realizarse desde el decúbito lateral derecho, con el transductor situado bajo los procesos transversos de las últimas vértebras lumbares, o desde el decúbito dorsal en la línea media, tomando como referencia la vejiga (Fruechte y Zwiebel, 1992). El mejor decúbito es el lateral, pues con él se evita el gas del colon y del intestino delgado (Abildgaard, 1989), pero el inconveniente es que en esta posición aparece en la misma imagen ecográfica la aorta abdominal y la vena cava caudal. Para diferenciarlas, si colocamos al animal en decúbito lateral derecho, la aorta está anatómicamente situada a la izquierda de la vena cava caudal, por lo que será vista en un plano más cercano. Además, el diámetro de la aorta en esta posición suele ser mayor que el de la vena cava caudal

debido a que al estar los dos vasos presentes en la misma imagen ecográfica el segundo no suele estar en el mismo plano ecográfico. Otra forma de distinguirlos es que puede apreciarse el pulso de la aorta y, además, la vena cava caudal es compresible por la presión del ecógrafo (Spaulding, 1992).

Una vez identificada la aorta abdominal se procedió al estudio completo de la misma. Para ello, mediante un corte transversal realizado desde la imagen bidimensional medimos el área, diámetro y perímetro de la aorta (figura 1), y mediante el Doppler espectral pulsado se identificó el espectro característico de la misma y los parámetros de velocidades máxima, media y mínima, índice de resistencia (IR), índice de pulsatilidad (IP) y volumen de flujo (Taylor y col., 1985).

Método estadístico. Los datos fueron procesados con el programa informático SPSS 10.0 para Windows. Se valoró si la distribución se ajustaba a la normalidad mediante el contraste de Shapiro-Wilks. Dado que la población seguía

una distribución normal se aplicó la T-Student para verificar si existían diferencias entre los grupos establecidos en función del sexo y del peso.

Se consideraron estadísticamente significativos todos los valores de “p” menores de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSION

La aorta abdominal posee un perfil de velocidad de flujo en tapón. Por ello, el espectro se caracteriza por una delgada línea en sístole que deja una ventana espectral o sistólica perfectamente visible. Posee, además, un patrón de flujo de impedancia o resistencia periférica elevada, que se manifiesta por elevados picos sistólicos y flujo reverso en diástole temprana seguida por otra onda diastólica que va en el sentido del transductor (figura 2).

Respecto a los parámetros obtenidos mediante la imagen bidimensional y el Doppler espectral pulsado se obtuvieron los resultados recogidos en el cuadro 1.

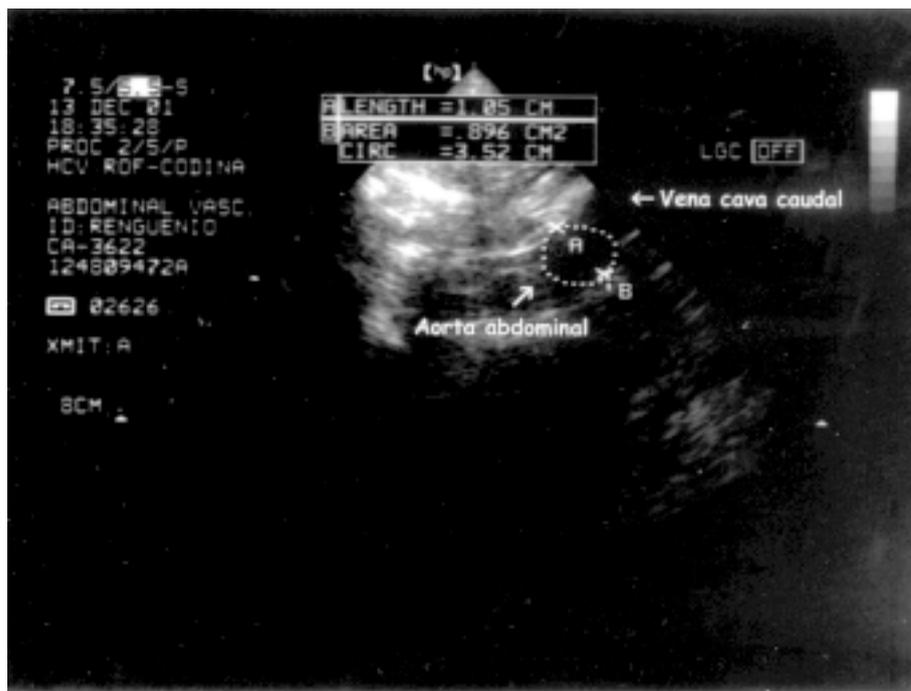


FIGURA 1: Corte transversal mostrando el diámetro, perímetro y área de la aorta abdominal.
Transverse plane showing the diameter, perimeter and area from the abdominal aorta.

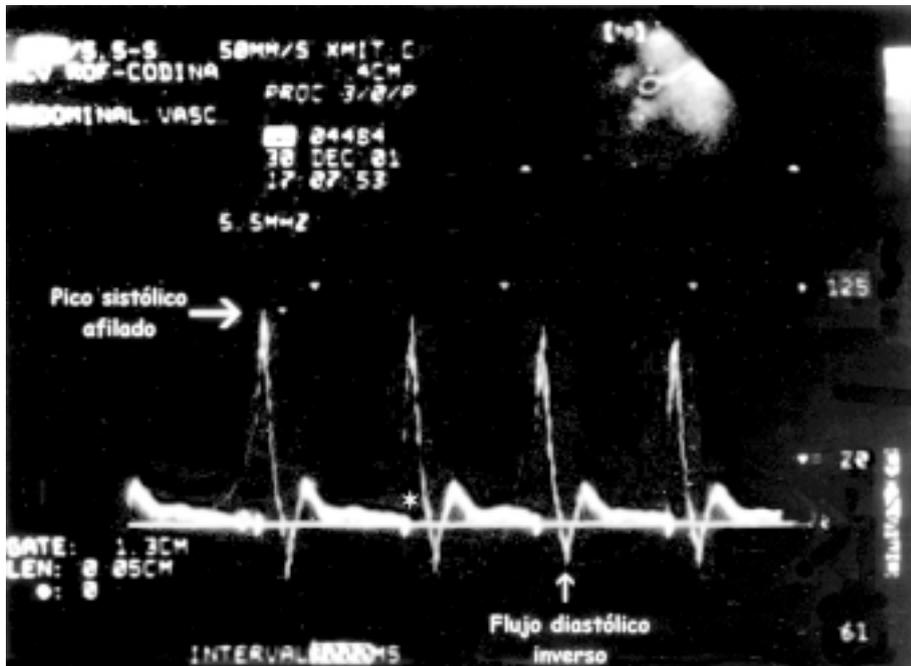


FIGURA 2: Espectro característico de la aorta abdominal. (*: Ventana espectral).
Typical waveform from the abdominal aorta. (*: spectral window).

CUADRO 1: Valores medios (\pm DE) de los parámetros obtenidos en el total, en machos y hembras estudiadas.

Values (mean \pm standard deviation) of the measurements in the abdominal aorta.

PARÁMETRO	MEDIA \pm DE N (N=10)	MEDIA \pm DE M (N=5)	MEDIA \pm DE H (N=5)	P
Díámetro aorta (cm)	0.88 \pm 0.12	0.95 \pm 0.01	0.81 \pm 0.12	0.03
Área aorta (cm ²)	0.62 \pm 0.19	0.72 \pm 0.15	0.52 \pm 0.18	0.04
Perímetro aorta (cm)	2.86 \pm 0.43	3.08 \pm 0.32	2.63 \pm 0.42	0.04
Vel. máx aorta (cm/s)	92.45 \pm 17.38	92.64 \pm 18.26	92.27 \pm 18.61	0.85
Vel media aorta (cm/s)	27.13 \pm 9.05	28.38 \pm 11.02	25.87 \pm 7.68	0.63
Vel mín aorta (cm/s)	8.55 \pm 6.82	8.97 \pm 7.25	8.12 \pm 6.54	0.13
IR de aorta	0.91 \pm 0.11	0.90 \pm 0.01	0.91 \pm 0.12	0.14
IP de aorta	3.09 \pm 0.66	3.13 \pm 0.82	3.25 \pm 0.51	0.48
Volumen flujo aorta (L/min)	1.06 \pm 0.55	1.28 \pm 0.69	0.84 \pm 0.31	0.03

N = total population; M = number of males; H = number of females.

El espectro obtenido es similar al descrito por otros autores. El perfil de velocidad de flujo en tapón es característico de grandes arterias, pues la velocidad de la sangre en la pared y en el lumen del mismo vaso es similar. La gran mayoría de

las células sanguíneas se mueven a una velocidad uniforme, de forma que la distribución de la velocidad es muy similar en todo el lumen del vaso. Como resultado, el espectro presenta una delgada línea en sístole que deja un espacio

llamado ventana espectral, o ventana sistólica. Este perfil de flujo se diferencia del parabólico que aparece en vasos de pequeño tamaño, en los que la ventana espectral no se aprecia durante la sístole en el espectro obtenido, porque las células sanguíneas fluyen a través de todo el volumen de muestra (Szatmári y cols., 2001). Los vasos de tamaño medio presentan un perfil de flujo parabólico despuntado. En ellos, aparece una ventana espectral durante la sístole, pero es más pequeña que en el Doppler espectral de un perfil en tapón (Szatmári y cols., 2001). Este vaso presenta además un patrón de flujo de resistencia elevada; caracterizado por la existencia de afilados picos sistólicos y flujos reversos en diástole temprana; podemos encontrar en otros vasos un patrón de flujo de impedancia baja, caracterizado por la aparición de anchos picos sistólicos con continuos flujos salientes en diástole, cuya velocidad decrece de forma gradual, sin que exista inversión de flujo, o resistencia intermedia, que aparece representada por picos sistólicos afilados, aunque más anchos que en las arterias de gran resistencia de flujo y flujo saliente en diástole sin flujo reverso (Spaulding, 1997).

Con respecto a los parámetros obtenidos mediante la imagen bidimensional, la medida de diámetro obtenida fue comparada con la descrita por Finn-Bodner y Hudson (1998). Estos autores reflejan en su estudio que el diámetro de la aorta es aproximadamente de un centímetro en perros de distintas razas con un peso entre 40 y 50 kilos. Teniendo en cuenta que el peso medio de los perros incluidos en nuestro estudio es inferior, el valor obtenido coincide con el de los autores citados. En cuanto al área y perímetro de este vaso no hemos encontrado en la bibliografía ningún dato obtenido por otros autores con el que poder comparar nuestros resultados.

En la aorta abdominal existe una diferencia significativa en las medidas de diámetro, área y perímetro entre machos y hembras, siendo mayores en el grupo macho. Esta diferencia se hace aún mayor al comparar los grupos en función de su peso (“mayor o igual a quince kilos” frente a “menor a quince kilos”). La explicación a este hecho es que existe una clara

variación de peso entre machos y hembras, y por ello es lógico que la diferencia que aparece entre ambos sexos permanezca al realizar el estudio en función de su peso. La diferencia en función del sexo es menos marcada, pues una de las hembras tiene un peso muy superior al de la media de su sexo y está sobreestimando el valor medio real del grupo hembra. Esto indica que la variación es estadísticamente significativa en función del peso y, debido a la gran correspondencia que tenemos entre peso-sexo, se ve reflejada también en función del sexo.

Con respecto a la aorta abdominal, los autores Finn-Bodner y Hudson (1998), así como Szatmári y col. (2001) establecen como valor medio de velocidad máxima 100 cm/s, aunque este valor se somete a numerosas variaciones en función del ángulo escogido para realizar la medición, ya que en la mayoría de los casos la dirección de movimiento del reflector y del haz ultrasónico mantienen un ángulo, que llamamos ángulo de incidencia. En el caso de que la dirección de movimiento y el haz sean coincidentes, el ángulo será igual a cero grados y el $\cos 0^\circ$ igual a uno. Lo normal es que el ángulo sea mayor a uno, por lo que el valor de velocidad obtenido será inferior al real. Para evitar obtener una medida falseada se intenta conseguir siempre un ángulo inferior a 45° .

Respecto a los parámetros de flujo, se puede considerar el alto índice de pulsatilidad (IP), obtenido, el cual verifica la gran resistencia periférica que encontramos en este nivel.

Existe una gran diferencia en la medida de velocidades y parámetros de flujo realizado por otros autores al nivel de la salida de la arteria renal izquierda, donde el espectro característico tiene un flujo reverso muy inferior y tanto el índice de pulsatilidad (IP) como el índice de resistencia (IR) también disminuyen notablemente (Spaulding, 1997).

RESUMEN

Para poder realizar un diagnóstico correcto de la aorta abdominal mediante Doppler duplex vascular es necesario un buen conocimiento del espectro Doppler característico y de los resultados

obtenidos respecto de los parámetros de flujo. Para ello, se usaron diez perros adultos, cinco machos y cinco hembras, de la raza Beagle, sin someterlos a tranquilización previa. Se tomaron cinco medidas de cada parámetro en estudio, buscando un ángulo inferior a 45° y un espectro obtenido que se ajustara al característico de la aorta a nivel de la bifurcación de las arteria ilíacas.

El espectro Doppler obtenido muestra un perfil de velocidad de flujo en tapón, pues la velocidad en la pared y en el lumen del vaso es similar. Por ello, el espectro presenta una delgada línea en sístole que deja una gran ventana espectral o sistólica. También se aprecia un patrón de flujo de impedancia elevada, aparecen elevados picos sistólicos y flujo reverso en diástole temprana, que es seguido por otra onda diastólica en el sentido del transductor. Los parámetros calculados aportan un valor medio de diámetro de 0.88 ± 0.12 cm, área de 0.62 ± 0.19 cm², perímetro de 2.86 ± 0.43 cm; el rango de velocidades obtenido fue una velocidad máxima de 92.45 ± 17.38 cm/sg., media de 27.13 ± 9.05 cm/sg. y mínima de 8.55 ± 6.82 cm/sg. el IR fue de 0.91 ± 0.11 , el IP de 3.09 ± 0.66 y el volumen de flujo de 1.06 ± 0.55 L/min.

BIBLIOGRAFÍA

- ABILDGAARD, U. 1989. Different methods for the measurements of blood flow. *Dan. Med. Bull.* 36: 212- 222.
- ATKINSON, P., J. P. WOODCOCK. 1982. Doppler ultrasound and its use in clinical measurement. 1st ed., Ed Academic Press, London.
- BLUTH E, L., A. T. STAVROS, K. W. MARICH. 1988. Carotid Duplex Sonography: A multicenter recommendation of standardization imaging and Doppler criteria. *Radiographis.* 8: 467-506.
- BURNS, P. N. 1987. The physical principles of Doppler and spectral analysis, *J. Clin. Ultrasound.* 15: 567- 590.
- EVANS, H. E., G. C. CHRISTENSEN. 1979. Miller's Anatomy of the dog. 2nd ed., W. B. Saunders, Philadelphia.
- FINN-BODNER, S. T, J. A. HUDSON. 1998. Abdominal vascular sonography. *Vet. Clin. North. Am. Small Anim. Pract.* 28: 887-941.
- FRUECHTE, D., W. J. ZWIEBEL 1992. Anatomy and normal Doppler signatures of abdominal vessels. 3rd ed., W.B. Saunders, Philadelphia.
- LASTE, N. J., N. K. HARPSTER. 1995. A retrospective study of 100 cases of feline distal aortic thromboembolism: 1977-1993. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 31: 492-500.
- MILES, K.G. 1989. Basic principles and clinical applications of diagnostic Ultrasonography. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 11: 609-621.
- NOORDERGRAAF, A. 1978. Circulatory system dynamics. 1st ed., Academic Press, New York.
- POPESKO, P. 1979. Atlas of Topographical Anatomy of the Domestic Animals. 3ª ed., W.B. Saunders, Philadelphia.
- SPAULDING, K. A. 1997. A review of sonographic identification of abdominal blood vessels and juxtavasculat organs. *Vet. Radio. & Ultrasound.* 38: 4-23.
- SPAULDING, K. A. 1992. Helpful hints in identifying the caudal abdominal aorta and caudal vena cava. *Vet. Radio. & Ultrasound.* 33: 90-92.
- SZATMÁRI, V., P. SÓTONYI, K.VÖRÖS 2001. Normal Duplex Doppler waveforms of the major abdominal blood vessels in dogs: A review. *Vet. Radio. & Ultrasound.* 42: 93-107.
- TAYLOR, K. J. W., P. N. BURNS, J. P. WOODCOCK, P. N. T. WELLS. 1985. Blood flow in deep abdominal and pelvic vessels: Ultrasonic pulsed-Doppler analysis. *Radiology.* 154: 487-493.