

## Parámetros hemodinámicos renales por ecografía Doppler en etapas pre y post anestésicas en caninos domésticos sanos

### Renal hemodynamic parameters by Doppler ultrasound in pre- and post-anesthetic stages in healthy domestic canines

MIGUEL, MC<sup>1</sup>; RIO, FJ<sup>1</sup>; GIMÉNEZ, ME<sup>1</sup>; CAZAUX, N<sup>1</sup>; GORRA VEGA, MC<sup>1</sup>; HERNANDEZ, DD<sup>1</sup>; CALVO, CI<sup>1</sup>; VIQUEIRA SANCHEZ, L<sup>1</sup>; VESPOLI PUCHEU, V<sup>1</sup>; VOLPI LAGRECA, G<sup>1</sup>; MEDER, AR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Escuela de Animales Pequeños. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Pampa. Calle 116 sq. 5 S/N. General Pico, La Pampa, Argentina. CP 6360.

#### RESUMEN

En el presente trabajo se analizó la variabilidad de Índice de Resistencia, Índice de Pulsatilidad, Velocidad Sistólica de Punta y Velocidad Diastólica Final de arteria renal e interlobares en etapas pre y post-anestésica en perras sanas sometidas a ovariectomía. La muestra constó de 24 perras, > a 6 meses, dispuestas en 3 grupos según talla: < a 8 kg, entre 8-20 kg y > a 20 kg. El Doppler Espectral Pulsado se realizó en arteria renal e interlobares craneal, media y caudal en 3 tiempos: 24 h antes, 24 y 72 h luego de finalizada la ovariectomía mediana convencional. La velocidad diastólica final presentó diferencias entre <8 kg y >20 kg ( $p=0,03$ ) en arteria renal e interacción talla-tiempo ( $p=0,015$ ), menor en <20 kg comparado con >20 kg en arterias interlobares ( $p\leq 0,0001$ ). El índice de resistencia presentó interacción talla-tiempo ( $p=0,0003$ ), en talla grande resultó menor que en talla pequeña y mediana a 24h del cierre del vaporizador. El índice de pulsatilidad presentó comportamiento análogo. Los efectos hemodinámicos por hipotensión, incrementan cuando disminuye la talla y son más evidentes en hembras caninas <8 kg. Las variables Doppler de arterias interlobares muestran mayor variabilidad que las registradas en arteria renal.

**Palabras clave:** (caninos), (Doppler espectral), (índice de resistencia), (índice de pulsatilidad), (hipotensión)

## SUMMARY

In the present work, the variability of Resistance Index, Pulsatility Index, Peak Systolic Velocity and End Diastolic Velocity of renal and interlobar arteries was analyzed in pre- and post-anesthetic stages in healthy bitches undergoing ovariectomy. The sample consisted of 24 bitches, > 6 months, arranged in 3 groups according to size: < 8 kg, between 8-20 kg and > 20 kg. Pulsed Spectral Doppler was performed on the cranial, middle and caudal renal and interlobar arteries in 3 times: 24 hours before the anesthetic-surgical procedure, 24 hours and 72 hours after completion of the conventional hysterectomy. The end diastolic velocity presented differences between <8 kg and >20 kg ( $p=0.03$ ) in renal artery and size-time interaction ( $p=0.015$ ), lower in <20 kg compared to >20 kg in interlobar arteries ( $p\leq 0.0001$ ). The resistance index showed size-time interaction ( $p=0.0003$ ), in large sizes it was lower than in small and medium sizes 24 hours after closing the vaporizer. The pulsatility index presented analogous behavior. The hemodynamic effects, due to hypotension, increase when size decreases and are more evident in female dogs <8kg. The Doppler variables of interlobar arteries show greater variability than those recorded in the renal artery.

**Keywords:** (canines), (spectral Doppler), (resistance index), (pulsatility index), (hypotension)

## INTRODUCCIÓN

Las arterias renales tienen su origen en la arteria aorta abdominal. La anatomía refiere a la presencia de arterias renales derecha e izquierda, pero de presentación doble más frecuente en el riñón izquierdo de caninos. La división primaria de las arterias renales, antes de entrar en el hilio renal, es en ramas dorsal y ventral con posterior subdivisión en arterias interlobulares (de cuatro a seis), arqueadas, múltiples interlobulillares y arteriolas aferentes<sup>34</sup>. Los cachorros caninos, a la décima semana de vida, comienzan a presentar aspecto morfológico y funcional similar al adulto<sup>6,1</sup>.

La evaluación Doppler renal se realiza de rutina en humanos para establecer el diagnóstico de una amplia gama de patologías<sup>37</sup>. Las enfermedades del parénquima que provocan una disminución de la distensibilidad y un aumento de la resistencia vascular, pueden afectar la forma de las ondas espectrales Doppler<sup>15</sup>. Las indicaciones incluyen, entre otras causas, la evaluación de trastornos vasculares como presencia de insuficiencia renal aguda<sup>33,19,9</sup>. Sin embargo, la técnica depende en gran medida del operador y puede llevar mucho tiempo<sup>39</sup>. El conocimiento de los signos Doppler normales, de cada vaso sanguíneo, es importante para su identificación, dado que es una señal muy específica para un vaso en particular, o incluso para el sitio del vaso en análisis<sup>36</sup>.

Los exámenes ecográficos deben poder realizarse mediante escaneo Doppler Triplex, que refiere a la combinación de imágenes en Modo 2B, asistidas por Doppler Color o Angio Power Doppler y la adquisición de datos Doppler Espectral<sup>39</sup>. El Doppler Color se utiliza para obtener información del flujo como dirección y magnitud, el Angio Power Doppler permite visualizar el flujo sanguíneo sutil y lento y el Doppler Espectral registra la velocidad del flujo sanguíneo a lo largo del tiempo como una forma de onda<sup>17</sup>. Las arterias renales tienen un perfil de velocidad de flujo parabólico típico, picos sistólicos con distribución de velocidad amplia y sin ventana espectral<sup>10</sup>. El pico sistólico siempre es amplio y un pico sistólico temprano (EPS), patrón espectral con pico sistólico doble, a veces es visible en algunos perros. Se ha sugerido que el ESP representa un pulso transmitido y que el segundo pico sistólico, más amplio, que se observa en arterias de baja resistencia como las renales, es un pico de distensibilidad<sup>36</sup>. El término ESP solo debe usarse como normal en el espectro de arterias de baja resistencia<sup>10</sup>. Después del pico sistólico, la velocidad desciende un poco, luego vuelve a subir (velocidad pico diastólica) y en el resto de la diástole disminuye gradualmente<sup>36</sup>.

Mediante Doppler Espectral se puede medir la velocidad sistólica pico (VSP) en arteria renal principal, siendo los valores normales en

humanos entre 0,6 cm/s a 1,0 cm/s<sup>9</sup>. El registro espectral se realiza, además, a nivel intrarrenal utilizando arterias interlobares, específicamente en el polo superior (craneal), la parte central y el polo inferior (caudal) del riñón<sup>17</sup>. Otros criterios evaluados durante el examen de las arterias intrarrenales incluyen: a) Tiempo de Aceleración (TA): tiempo desde el inicio de la sístole hasta el pico de la sístole, con valores normales menores a 0,07s, b) Índice de Aceleración (IA): pendiente del ascenso sistólico, con un valor mayor a 3 cm/s<sup>2</sup>, c) Índice de Resistencia (IR): (VSP - velocidad diastólica final (VDF)) / VSP, con un rango de 0,5 a 0,7<sup>12</sup> y de 0,5 a 0,8<sup>9</sup>, d) Índice de Pulsatilidad (IP): (VSP - VDF) / velocidad media (VM), con valores < 1,8<sup>12</sup> y entre 0,78 a 1,33<sup>9</sup>, en pacientes humanos sanos y, e) velocidad diastólica final (VDF).

El IR de la arteria renal permite conocer cómo es la irrigación renal<sup>21,14</sup>. Se recomienda como protocolo realizar mediciones del IR sobre distintas arterias del parénquima renal y calcular el promedio de los IR documentados. Los pacientes humanos tienen un IR normal de 0,58 ± 0,05, el cual se mantiene constante durante la edad adulta. Sin embargo, durante la niñez y la vejez se observa un IR mayor. En los primeros años de vida, el IR tiene un límite superior de 0,73 ± 0,08, disminuyendo entre el 4° y 10° año de vida. A partir de la 6° década de la vida, el IR sufre un aumento paulatino, llegando a 0,72 ± 0,05<sup>38</sup>. Un IR alto es cualquier resultado superior a 0,8<sup>30</sup>, este número generalmente se observa en pacientes que presentan una reducción en el flujo sanguíneo renal<sup>26</sup>. En pacientes humanos trasplantados, un IR mayor a 0,7 se relacionó con alto grado de rechazo al injerto, estableciendo que el valor de corte de IR menor 0,7 es un valor aceptable<sup>7</sup>. El Doppler de las arterias renales resulta de utilidad en estudios secuenciales. El incremento de los IR en exámenes sucesivos, asociado al deterioro de la función de un injerto inicialmente funcionante, es sugestivo de rechazo agudo; mientras que los valores elevados de IR desde el postrasplante inmediato no funcionante indican necrosis tubular<sup>3</sup>. La relación entre el ascenso del IR y las patologías renales no está completamente explicada en humanos. Si bien se ha descrito un aumento del IR en distintas afecciones como glomeruloesclerosis o patologías túbulo-intersticiales, los resultados en sucesivos trabajos no han sido consistentes<sup>16</sup>.

Los estudios en caninos domésticos muestran valores similares a los observados

en humanos. El IR y el IP aportan información cuantitativa valiosa de la perfusión sanguínea presente en el parénquima renal<sup>35</sup>. En un trabajo, sobre perros sanos, el IR presentó un valor de 0,62 ± 0,04 en animales de 1 a 8 años<sup>28</sup>, mientras que en otro se obtuvieron valores de IR de 0,75 ± 0,05 para cachorros de menos de 4 meses y de 0,65 ± 0,05 para perros de 4 meses a 7 años<sup>5</sup>. Otros investigadores han observado valores similares, estableciendo un IR para arteria renal derecha de 0,64 ± 0,04 y de 0,63 ± 0,03 para arteria izquierda<sup>23</sup>. Otro ensayo, en el cual se evaluaron 22 caninos sanos, evidenció diferencias para el IR y el IP entre arterias renales derecha e izquierda<sup>32</sup>. Las medias de IR e IP de arteria renal izquierda y derecha obtenidas fueron: 0,62 ± 0,08 y 1,34 ± 0,18 y 0,70 ± 0,06 y 1,62 ± 0,13, respectivamente<sup>32</sup>. Los valores observados en caninos sanos Shih Tzu para arteria renal, interlobar craneal, interlobar media e interlobar caudal en: IR 0,7 ± 0,07, 0,68 ± 0,07, 0,69 ± 0,08 y 0,7 ± 0,06, respectivamente; para el IP 1,4 ± 0,4, 1,3 ± 0,3, 1,3 ± 0,4 y 1,3 ± 0,2, respectivamente; para VSP 63,2 ± 20,3 m/s, 31,1 ± 9,5 cm/s, 31,9 ± 8,9 cm/s y 34,2 ± 12,4 cm/s, respectivamente y para AS 75,8 ± 33,1 cm/s<sup>2</sup>, 38,3 ± 20,3 cm/s<sup>2</sup>, 40,1 ± 21,3 cm/s<sup>2</sup> y 42,9 ± 21,5 cm/s<sup>2</sup>, respectivamente<sup>35</sup>. Estos valores son análogos a los observados por otros autores<sup>20,28</sup>. Se observa una disminución en la velocidad del flujo sanguíneo en las ramas arteriales renales mientras se realiza la evaluación Doppler en dirección a la corteza, sin embargo, la naturaleza de baja resistencia del espectro Doppler permanece sin cambios<sup>9</sup>.

La VSP de arteria renal de caninos de talla pequeña, en un estudio de 28 pacientes con peso menor a 10 kg, presentó un rango entre 0,24 a 2 cm/s, la VDF estuvo entre 0,08 a 0,51 cm/s, mientras que el IR se encontró entre 0,52 a 0,88<sup>2</sup>. El IP muestra valores reportados en la literatura máximos de 1,52 y 1,61<sup>24,28</sup>. El aumento de los valores del IR y del IP representan una disminución del flujo sanguíneo renal, lo que sugiere un posible proceso patológico como nefropatía obstructiva, obstrucción renal aguda, necrosis tubular aguda o rechazo alógrafico agudo<sup>13</sup>. En un estudio de falla renal por babesiosis, con azotemia significativa, se observó en 13 de 21 perros IR de 0,72, e incluso 5 pacientes superaron el valor de 0,8. Los IP también se encontraron aumentados en 11 perros (52,4%), por encima del límite de 1,52<sup>11</sup>. Se ha establecido como parámetros de referencia que 0,7 es el IR máximo normal para perros sanos<sup>25,28</sup>. En felinos de raza persa el

promedio de registro Doppler espectral para arterias renales derecha e izquierda fue para VSP de  $41,17 \pm 9,40$  cm/s (22,45 a 64,50 cm/s), para IR de  $0,54 \pm 0,07$  y para AS de  $1,12 \pm 1,14$  cm/s<sup>2</sup> (valor máximo 3,2 cm/s<sup>2</sup>); para arterias interlobares (craneal, media y caudal), estas mismas determinaciones se encontraron en  $32,16 \pm 9,33$  cm/s,  $0,52 \pm 0,06$  y  $0,73 \pm 0,61$  cm/s<sup>2</sup>, respectivamente<sup>4</sup>. La sedación puede alterar los valores normales de IR e IP, aunque no hay estudios en perros que permitan documentar esta afirmación<sup>31,23</sup>. El objetivo del presente trabajo fue analizar la variabilidad de IR, IP, VSP y VDF de arteria renal y arterias interlobares en etapas pre-anestésica, 24 h post-anestésica y 72 h post-anestésica en caninos hembras domésticos sanos, de distinta talla, sometidos a ovariectomía mediada por anestesia inhalatoria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desprende de un proyecto de investigación aprobado por CD FCV UNLPam. n° 168/2020, avalado por el Comité de Uso y Cuidados de Animales de Experimentación FCV UNLPam (CAICUAE).

### Muestra

24 caninos sanos, de raza pura y sin raza definida (SRD), hembras mayores a 6 meses de edad, con condición corporal 4 a 6 (escala 1 a 9), fueron seleccionadas para el estudio. La Tabla 1 muestra las características de las hembras caninas agrupadas en las distintas categorías.

A cada hembra, previo a su selección, se le practicó exploración ultrasonográfica en Modo 2B (modo bidimensional) para determinar si la ecoestructura y la ecogenicidad renal se presentaban entre los parámetros normales<sup>22</sup>. No se presentaron, en ninguna hembra, lesiones objetivas del parénquima renal, la diferenciación corticomedular se observó sin dificultad en todos los casos y no se evidenció presencia de líquido a nivel perirrenal. La exploración de las arterias renales se siguió desde su origen hasta el hilio renal correspondiente, de manera que sólo se han incluido en la muestra pacientes con arterias renales únicas y no múltiples. Esta última determinación se facilitó mediante la exploración Doppler Color. La exploración de la arteria renal izquierda principal y de las arterias interlobares craneal, media y caudal se realizó en 3 etapas. La exploración ecográfica en Modo Bidimensional de ambos riñones, en cada una de las 24 perras,

evidenció normalidad ecogénica y ecoestructural.

## Metodología

Las hembras se dividieron en 3 grupos de acuerdo a la talla: menor a 8 kg (<8 kg), entre 8 y 20 kg (8-20 kg) y mayor a 20 kg (>20 kg) de peso, en cantidades equivalentes (8 hembras caninas por grupo). A cada hembra se le realizó un examen clínico general y se le efectuaron exámenes complementarios, para establecer la condición de animal sano: 1) hemograma, 2) bioquímica sérica: glucosa, urea, creatinina, proteínas totales, albúmina, fosfatasa alcalina y gama glutamil transferasa, 3) urianálisis: a) fisicoquímico: densidad, pH, proteínas, sangre entera, hemoglobina, nitritos, leucocitos, urobilinógeno, glucosa y cuerpos cetónicos, b) sedimento urinario: celularidad, bacterias, leucocitos, eritrocitos y cristales) y, c) bioquímica urinaria: urea, creatinina, fosfatasa alcalina y gama glutamil transferasa y, 4) electrocardiograma. Los análisis clínicos se realizaron en 3 tiempos distintos: 1) 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico, 2) 24 h luego del cierre del vaporizador y, 3) 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. Todas las hembras, en las distintas etapas de registro, presentaron al menos 12 h de ayuno de sólidos y líquidos.

### Determinación de Presión Arterial Sistémica

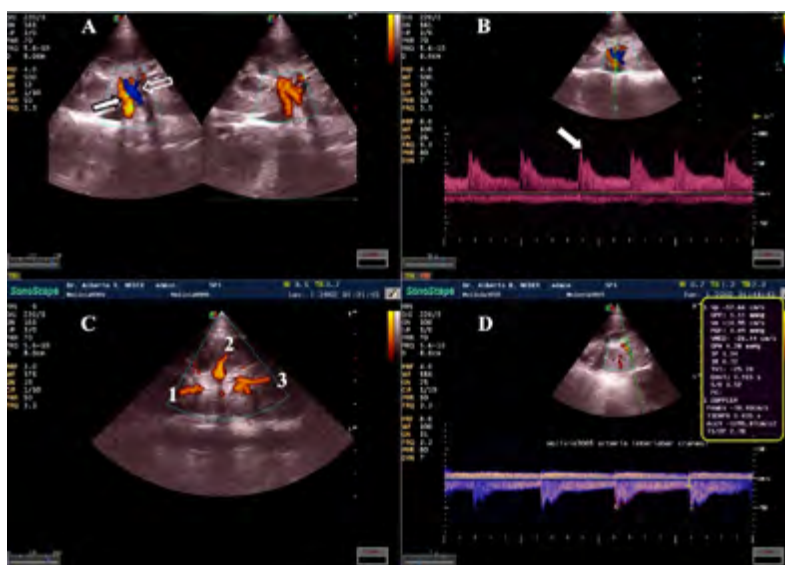
La determinación de la presión arterial sistémica se realizó sobre el metatarso derecho, con el paciente posicionado en decúbito lateral derecho. Se utilizó un tensiómetro SunTech Vet20 con manguitos neonatales y pediátricos (Marca SURGI-CUF).

### Determinación Doppler Espectral Pulsado

La exploración Doppler Espectral Pulsado se realizó a partir del riñón izquierdo y se analizó el flujo Doppler sobre la arteria renal principal y en las arterias interlobares craneal, media y caudal; con las hembras en decúbito lateral derecho, exponiendo hacia arriba el flanco izquierdo. Se rasuro a cero el pelo de la zona con cuchilla N° 50 y se procedió a la exploración Doppler mediante la aplicación del gel para ultrasonido, utilizando un equipo Sonoscape S6Vet, software específico y la asistencia de Angio Power Doppler para la identificación de las arterias correspondientes. En todos los casos el ángulo de insonación fue menor a 60°, según lo establecen Jakubowski<sup>18</sup> y Cochlin<sup>8</sup>. Las mediciones

de la velocidad del flujo sanguíneo se realizaron en una proyección longitudinal de los vasos renales evaluados, con la puerta Doppler colocada en la parte central del mismo, en un tamaño de 1,5 a 2 mm, según lo sugieren Pellerito y Polak<sup>29</sup>. No se registraron problemas, para la obtención de datos,

en relación a la cooperación de las pacientes y la influencia de los movimientos respiratorios. La imagen 1 (A-D) ilustra la evaluación Doppler Color, Angio Power Doppler, Doppler Espectral Pulsado y el Software del ecógrafo que asistió en las mediciones.



**Imagen 1.** A. Ultrasonografía Doppler Color (a la izquierda) que muestra el flujo sanguíneo sobre arteria renal izquierda (flecha llena) y sobre vena renal izquierda (flecha vacía). A la izquierda, imagen que muestra el flujo observado, de los mismos vasos, por Angio Power Doppler. B. Doppler Espectral Pulsado sobre la arteria renal izquierda que muestra un flujo de baja resistencia con pico sistólico temprano (flecha blanca). C. Angio Power Doppler sobre arterias interlobares craneal (1), media (2) y caudal (3). D. Doppler Triplex utilizado para la obtención de variables. El cuadro amarillo muestra las determinaciones asistidas por el software del equipo de ultrasonografía, a partir de la arteria interlobar craneal. Se muestra un perfil espectral pulsado negativo relacionado al direccionamiento del flujo, a los fines de obtener un ángulo de insonación adecuado.

La determinación de la presión arterial sistémica y la evaluación Doppler Espectral Pulsado se realizaron en 3 tiempos distintos: 1) Tiempo 0 = animal consciente, 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico; 2) Tiempo 1 = animal consciente, 24 h luego del cierre del vaporizador y; 3) Tiempo 2: animal consciente, 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. En la etapa 0 los animales no recibieron ningún tipo de medicación. En las etapas 1 y 2, y sus días intermedios, la medicación consistió en antibióticos de amplio espectro (Bencilpenicilina benzatínica/procaína: 20.000 UI/kg /Dihidroestreptomicina 16.400 UI/kg c/72h) y tramadol (3 mg/kg/8h). El ayuno de 12 h permitió la exploración Doppler espectral renal, en todos los pacientes, de manera completa<sup>9</sup>.

### Procedimiento Anestésico-Quirúrgico

A cada hembra canina entera se le practicó ovariectomía mediana según técnica convencional. El protocolo anestésico presentó el siguiente desarrollo: a)

luego de 8 h de ayuno sólido y líquido cada paciente recibió medicación pre-anestésica: 0.05 mg/kg de acepromacina y 0.02 mg/kg de fentanilo intramuscular. 15 minutos post inyección se le colocó, bajo condiciones de asepsia y tricotomía, un catéter endovenoso según talla, en vena cefálica antebraquial derecha. Se conectaron a guía de suero y se administró solución de ClNa al 0,9 %, a razón de 5 ml/kg/h. b) Se procedió a la inducción anestésica con propofol 3 mg/kg endovenoso a efecto y se realizó la intubación endotraqueal con tubo topicado con gel de lidocaína al 2 %, según técnica, se insufló el balón del mismo y se conectó al paciente al sistema de anestesia inhalada, administrando isoflurano en oxígeno al 100 % con flujo de 1 a 4 l/minuto a través de un circuito circular semicerrado (AXITRON). El aporte de analgesia durante el mantenimiento se realizó mediante infusión continua de fentanilo citrato a razón de 0,04 mg/kg/h.

### Monitoreo del Paciente

Durante el acto anestésico quirúrgico cada paciente fue evaluado mediante monitor

multiparamétrico, registrando: presión arterial por oscilometría, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura esofágica. Se controló, además, calidad de pulso sublingual, calidad de pulso metatarsiano, color de mucosa oral y tiempo de llenado capilar. Los datos fueron registrados cada 5 minutos, en una planilla por paciente. El registro de presión arterial sistémica, mediado por monitor multiparamétrico, se realizó colocando un manguito de tensiometría, luego de realizar tricotomía con peladora cuchilla cero a una superficie de 2 x 2 cm, en la cara medial y distal del antebrazo, en relación al sitio de palpación del pulso arterial metacarpiano izquierdo. Además, se realizó, de manera paralela, la medición de presión arterial sistémica mediada por tensiómetro SunTech Vet20, con datos registrados cada 5 minutos, sobre el metatarso derecho en relación a la arteria metatarsiana dorsal. En ambas determinaciones se utilizaron manguitos de tensiometría (neonatales y pediátricos para pacientes humanos) los cuales guardaban relación al tamaño del paciente y al diámetro de miembro evaluado (40 % del diámetro). El registro, mediante tensiómetro SunTech20, tuvo el propósito de posibilitar la comparación y el análisis de la presión arterial sistémica con las restantes mediciones realizadas en las 3 etapas detalladas precedentemente.

### Análisis Estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo. Para cada variable en estudio se exponen la media, el desvío estándar, el valor máximo y mínimo. Adicionalmente, los datos de presión y ecográficos se analizaron mediante el procedimiento proc mixed de SAS (SAS OnDemand). El modelo incluyó los efectos fijos de talla, tiempo y su interacción y el efecto aleatorio de hembra dentro de la talla, utilizando la determinación 24 h antes de procedimiento anestésico-quirúrgico como covariable.

### RESULTADOS

Las Tablas 1, 2, 3 y 4 exponen valores medios, desvío estándar y valor mínimo y máximo para la exploración Doppler espectral pulsado de la arteria renal principal y de las arterias interlobares craneal, media y caudal, en los 3 tiempos preestablecidos, respectivamente. La tabla 5 expone los valores promedio de las exploraciones Doppler espectral pulsado de las arterias interlobares craneal, media y caudal, en los 3 tiempos preestablecidos.

**Tabla 1.** Parámetros ecográficos Modo Bidimensional (2B) de riñón izquierdo y derecho

	L <sub>RI</sub> (mm)	L <sub>RD</sub> (mm)	F <sub>RI</sub>	F <sub>RD</sub>	S <sub>RI</sub>	S <sub>RD</sub>	EC <sub>RI</sub> (mm)	EC <sub>RD</sub> (mm)	EM <sub>RI</sub> (mm)	EM <sub>RD</sub> (mm)	E <sub>c</sub> C <sub>RI</sub>	E <sub>c</sub> C <sub>RD</sub>	E <sub>c</sub> M <sub>RI</sub>	E <sub>c</sub> M <sub>RD</sub>	RC <sub>MRI</sub>	RC <sub>MRD</sub>	PR <sub>RI</sub> (mm)	PR <sub>RD</sub> (mm)	DA <sub>RI</sub> (mm)	DA <sub>RD</sub> (mm)
<b>Caninos hembras &lt; de 8 kg</b>																				
<b>MEDIA</b>	31,7	33	1	1	1	1	3,6	4,16	4,14	4,89	1	2	1	1	0,87	0,87	3,13	2,76	2,8	2,32
<b>DS</b>	11,6	12,5	0	0	0	0	1	0,87	1,07	1,15	0	0	0	0	0,22	0,22	1,05	0,84	0,85	0,32
<b>MAX</b>	3,96	3,67	1	1	1	1	2,5	3,4	2,7	3,8	1	2	1	1	0,65	0,58	1,5	1,7	2,2	1,9
<b>MIN</b>	40,4	43,3	1	1	1	1	5,5	5,99	6,15	6,45	1	2	1	1	1,26	1,21	4,63	4,06	4,8	2,66
<b>Caninos hembras entre 8 kg y 20 kg</b>																				
<b>MEDIA</b>	48,6	51	1	1	1	1	5,1	5,19	5,38	5,91	1	2	1	1	0,98	0,92	4,13	3,84	3,19	3,12
<b>DS</b>	6,19	5,91	0	0	0	0	1,3	0,84	1,35	1,44	0	0	0	0	0,14	0,12	1,44	0,95	0,39	0,54
<b>MAX</b>	42,4	44,3	1	1	1	1	3,7	4,1	3,8	4,1	1	2	1	1	0,78	0,72	2,4	2,2	2,7	2,4
<b>MIN</b>	60	59,7	1	1	1	1	7	6,4	7,8	8,34	1	2	1	1	1,16	1,07	6,34	5,39	3,89	4,2
<b>Caninos hembras &gt; de 20 kg</b>																				
<b>MEDIA</b>	63,2	66	1	1	1	1	6	6,49	13,1	6,78	1	2	1	1	0,94	2,06	4,09	4,36	3,35	3,51
<b>DS</b>	7	7,93	0	0	0	0	0,7	0,95	1,9	1,07	0	0	0	0	0,17	3,15	1,08	1,22	0,51	0,45
<b>MAX</b>	53,8	60,4	1	1	1	1	4,9	5,5	5,4	5	1	2	1	1	0,68	0,77	2,8	3	2,5	2,6
<b>MIN</b>	72,9	82	1	1	1	1	6,8	8,4	60	8,3	1	2	1	1	1,19	9,84	6	6,9	4	4,1

L<sub>RI</sub>: Largo riñón izquierdo. L<sub>RD</sub>: Largo riñón derecho. F<sub>RI</sub>: Forma riñón izquierdo. F<sub>RD</sub>: Forma riñón derecho. S<sub>RI</sub>: Superficie riñón izquierdo. S<sub>RD</sub>: Superficie riñón derecho. EC<sub>RI</sub>: Espesor cortical riñón izquierdo. EC<sub>RD</sub>: Espesor cortical riñón derecho. EM<sub>RI</sub>: Espesor medular riñón izquierdo. EM<sub>RD</sub>: Espesor medular riñón derecho. E<sub>c</sub>C<sub>RI</sub>: Ecogenicidad cortical riñón izquierdo. E<sub>c</sub>C<sub>RD</sub>: Ecogenicidad cortical riñón derecho. E<sub>c</sub>M<sub>RI</sub>: Ecogenicidad medular riñón izquierdo. E<sub>c</sub>M<sub>RD</sub>: Ecogenicidad medular riñón derecho. RCM<sub>RI</sub>: Relación cortico-medular riñón izquierdo. RCM<sub>RD</sub>: Relación cortico-medular riñón derecho. PR<sub>RI</sub>: Pelvis renal riñón izquierdo. PR<sub>RD</sub>: Pelvis renal riñón derecho. AR<sub>RI</sub>: Arteria renal principal riñón izquierdo. AR<sub>RD</sub>: Arteria renal principal riñón derecho. La forma renal se clasificó en: 1 (ovalada), 2 (redondeada), 3 (irregular). La superficie se clasificó en: 1 (lisa), 2 (irregular). La ecogenicidad cortical izquierda se clasificó, en relación a la ecogenicidad del parénquima esplénico, en: 1 (hipoecoica), 2 (isoecoica), 3 (hiperecoica), 4 (heterogénea). La ecogenicidad cortical derecha se clasificó, en relación a la ecogenicidad del parénquima hepático, en: 1 (hipoecoica), 2 (isoecoica), 3 (hiperecoica), 4 (heterogénea). La ecogenicidad medular, tanto izquierda como derecha, se compararon en relación a la corteza renal correspondiente en: 1 (hipoecoica-anecoica), 2 (isoecoica), 3 (hiperecoica), 4 (heterogénea). La relación corticomédular se obtuvo a partir del cociente espesor cortical versus espesor medular.

**Tabla 2.** Parámetros Doppler espectral pulsado de la arteria renal principal

	VSP AR 0	VSP AR 24	VSP AR 72	VDF AR 0	VDF AR 24	VDF AR 72	IR AR 0	IR AR 24	IR AR 72	IP AR 0	IP AR 24	IR AR 72
Caninos hembras< de 8 kg												
MEDIA	60,56	58,90	58,65	16,60	17,90	13,99	0,73	0,69	0,76	1,37	1,22	1,43
DS	8,40	7,73	5,85	3,79	2,96	3,56	0,05	0,07	0,06	0,24	0,39	0,31
MIN	48,96	51,77	52,66	10,17	13,35	10,70	0,64	0,60	0,67	1,04	0,88	1,10
MAX	76,90	76,02	68,26	21,17	22,26	20,35	0,79	0,79	0,82	1,74	2,03	1,95
Caninos hembrasentre8 kg y 20 kg												
MEDIA	61,96	61,27	63,47	22,29	17,54	18,92	0,64	0,71	0,70	1,09	1,27	1,25
DS	18,41	13,83	7,73	8,34	4,12	4,72	0,10	0,08	0,08	0,33	0,33	0,37
MIN	43,56	41,96	46,42	12,35	11,25	14,70	0,42	0,58	0,59	0,53	0,87	0,72
MAX	99,5	78,85	71,22	33,17	23,53	27,07	0,75	0,80	0,78	1,51	1,88	1,74
Caninos hembras> de 20 kg												
MEDIA	72,14	66,62	63,75	23,98	22,22	20,21	0,66	0,66	0,69	1,20	1,20	1,25
DS	14,78	10,42	10,57	5,38	5,05	4,83	0,06	0,09	0,08	0,36	0,38	0,24
MIN	53,41	52,81	51,79	19,08	13,72	13,76	0,60	0,53	0,54	0,84	0,70	0,85
MAX	93,74	84,60	83,35	34,98	26,71	27,41	0,79	0,79	0,79	1,99	1,77	1,68

**VSP.** Velocidad Doppler espectral sistólica pico (cm/s). **AR.** Arteria renal principal. **VDF.** Velocidad Doppler espectral diastólica final (cm/s). **IR.** Índice de resistencia. **IP.** Índice de pulsatividad. **0.** 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. **24.** 24 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. **72.** 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.

**Tabla 3.** Parámetros Doppler espectral pulsado para la arteria interlobar craneal

	VSP Alc 0	VSP Alc 24	VSP Alc 72	VDF Alc 0	VDF Alc 24	VDF Alc 72	IR Alc 0	IR Alc 24	IR Alc 72	IP Alc 0	IP Alc 24	IR Alc 72
Caninos hembras< de 8 kg												
MEDIA	36,57	36,09	34,28	10,00	10,25	9,82	0,72	0,73	0,71	1,26	1,27	1,34
DS	3,79	5,76	5,25	1,32	3,74	2,24	0,05	0,07	0,06	0,22	0,28	0,36
MAX	30,54	28,41	26,46	8,02	6,99	6,99	0,65	0,64	0,63	0,95	0,69	0,83
MIN	42,79	43,56	43,00	12,08	16,87	12,35	0,78	0,84	0,82	1,57	1,60	1,80
Caninos hembrasentre8 kg y 20 kg												
MEDIA	44,37	38,86	37,93	17,25	11,17	12,42	0,60	0,72	0,67	1,02	1,30	1,06
DS	11,67	7,43	7,05	7,52	3,07	2,65	0,09	0,06	0,06	0,40	0,25	0,25
MAX	33,13	27,52	28,77	10,54	7,21	8,80	0,47	0,65	0,58	0,68	0,94	0,83
MIN	64,96	49,81	47,36	34,51	15,26	15,90	0,74	0,81	0,79	1,76	1,66	1,58
Caninos hembras> de 20 kg												
MEDIA	42,64	42,30	42,20	14,13	16,05	13,72	0,67	0,63	0,70	1,24	1,02	1,34
DS	7,39	11,42	7,94	3,18	5,59	2,84	0,05	0,06	0,06	0,27	0,19	0,30
MAX	32,93	29,77	32,41	9,04	8,60	10,80	0,60	0,56	0,58	0,93	0,86	1,00
MIN	52,66	67,21	56,89	20,12	27,53	18,00	0,73	0,71	0,77	1,74	1,41	1,84

**VSP.** Velocidad Doppler espectral sistólica pico (cm/s). **Alc.** Arteria interlobar craneal. **VDF.** Velocidad Doppler espectral diastólica final (cm/s). **IR.** Índice de resistencia. **IP.** Índice de pulsatividad. **0.** 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. **24.** 24 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. **72.** 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.

**Tabla 4.** Parámetros Doppler espectral pulsado para la arteria interlobar media

	VSP Alm 0	VSP Alm 24	VSP Alm 72	VDF Alm 0	VDF Alm 24	VDF Alm 72	IR Alm 0	IR Alm 24	IR Alm 72	IP Alm 0	IP Alm 24	IR Alm 72
Caninos hembras < de 8 kg												
MEDIA	33,23	32,74	36,15	9,35	8,25	8,48	0,71	0,75	0,76	1,35	1,58	1,44
DS	3,50	5,24	7,86	1,59	1,44	1,72	0,05	0,07	0,05	0,27	0,35	0,19
MAX	29,25	25,83	21,19	7,01	6,42	6,36	0,65	0,68	0,67	0,99	1,10	1,11
MIN	40,06	41,16	45,78	11,45	10,98	11,14	0,80	0,88	0,83	1,74	2,09	1,71
Caninos hembras entre 8 kg y 20 kg												
MEDIA	33,47	36,19	34,14	13,25	10,44	9,57	0,61	0,72	0,72	1,10	1,19	1,22
DS	7,58	4,57	5,42	5,29	3,60	2,40	0,10	0,08	0,07	0,34	0,33	0,17
MAX	22,27	26,97	23,81	6,55	5,09	5,29	0,46	0,61	0,65	0,77	0,82	0,91
MIN	41,18	40,79	40,70	20,55	15,56	13,35	0,77	0,87	0,86	1,64	1,71	1,48
Caninos hembras > de 20 kg												
MEDIA	39,616	37,003	38,831	13,305	14,425	11,4775	0,6513	0,615	0,71125	1,286	0,9513	1,345
DS	9,5232	4,5397	7,4693	2,52604	2,74727	2,93254	0,0777	0,03423	0,06128	0,32	0,1435	0,27604
MAX	29,9	32,11	28,77	10,33	12,08	7,64	0,55	0,56	0,62	0,98	0,7	1,01
MIN	59,17	45,96	51,26	17,78	20,96	16,22	0,77	0,66	0,81	1,86	1,17	1,73

**VSP.** Velocidad Doppler espectral sistólica pico (cm/s). **Alm.** Arteria interlobar media. **VDF.** Velocidad Doppler espectral diastólica final (cm/s). **IR.** Índice de resistencia. **IP.** Índice de pulsatividad. **0.** 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. **24.** 24 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. **72.** 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.

**Tabla 5.** Parámetros Doppler espectral pulsado para la arteria interlobar caudal

	VSP Ala 0	VSP Ala 24	VSP Ala 72	VDF Ala 0	VDF Ala 24	VDF Ala 72	IR Ala 0	IR Ala 24	IR Ala 72	IP Ala 0	IP Ala 24	IP Ala 72
<b>Caninos hembras &lt; de 8 kg</b>												
<b>MEDIA</b>	30,90	30,56	36,60	8,72	8,25	9,34	0,71	0,73	0,75	1,30	1,45	1,36
<b>DS</b>	4,97	3,25	4,93	1,73	1,78	1,73	0,08	0,05	0,04	0,34	0,23	0,19
<b>MAX</b>	25,14	25,69	26,47	6,26	5,72	6,99	0,62	0,65	0,68	0,83	1,09	1,03
<b>MIN</b>	39,36	35,19	43,21	11,47	10,15	12,34	0,80	0,80	0,81	1,75	1,73	1,62
<b>Caninos hembras entre 8 kg y 20 kg</b>												
<b>MEDIA</b>	37,15	37,49	36,02	12,46	10,69	10,86	0,66	0,72	0,70	1,06	1,29	1,19
<b>DS</b>	9,73	2,87	4,54	4,20	2,23	3,02	0,05	0,06	0,06	0,23	0,22	0,16
<b>MAX</b>	28,00	31,42	28,25	8,27	8,12	6,42	0,58	0,62	0,62	0,74	0,93	0,92
<b>MIN</b>	56,56	40,33	41,68	21,45	15,12	14,63	0,71	0,78	0,78	1,47	1,62	1,41
<b>Caninos hembras &gt; de 20 kg</b>												
<b>MEDIA</b>	41,74	43,37	40,09	15,65	17,26	12,13	0,62	0,61	0,69	1,10	0,98	1,39
<b>DS</b>	10,70	5,53	6,84	4,12	3,40	2,11	0,05	0,06	0,08	0,18	0,17	0,33
<b>MAX</b>	31,97	37,54	33,09	10,87	13,81	8,91	0,54	0,52	0,56	0,84	0,79	1,01
<b>MIN</b>	60,03	54,83	53,04	23,82	22,58	14,53	0,69	0,67	0,77	1,41	1,26	1,87

**VSP.** Velocidad Doppler espectral sistólico pico (cm/s). **Ala.** Arteria interlobar caudal. **VDF.** Velocidad Doppler espectral diastólica final (cm/s). **IR.** Índice de resistencia. **IP.** Índice de pulsatividad. **0.** 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. **24.** 24 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. **72.** 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.

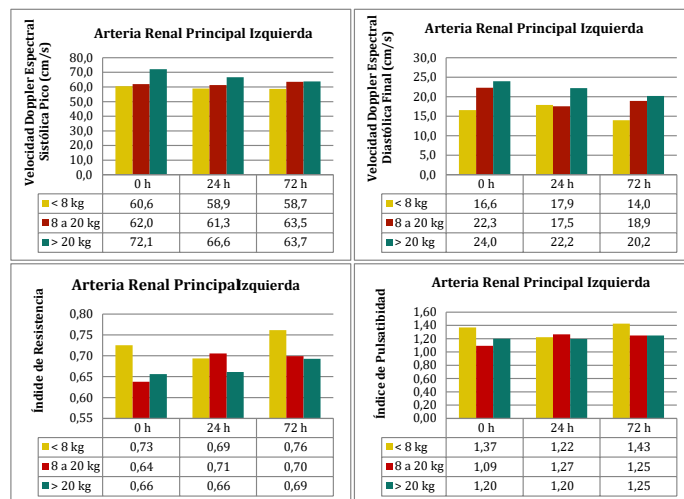
El análisis promedio, para las variables interlobares craneal, media y caudal, en los diferentes estudiadas de manera individual de las arterias grupos de análisis, se presenta en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Parámetros Doppler espectral pulsado promedio entre arterias interlobares craneal, media y caudal.

	VSP Alp 0	VSP Alp 24	VSP Alp 72	VDF Alp 0	VDF Alp 24	VDF Alp 72	IR Alp 0	IR Alp 24	IR Alp 72	IP Alp 0	IP Alp 24	IP Alp 72
<b>Caninos hembras &lt; de 8 kg</b>												
<b>MEDIA</b>	33,57	33,13	35,68	9,35	8,92	9,21	0,72	0,74	0,74	1,30	1,43	1,38
<b>DS</b>	4,09	4,75	6,01	1,55	2,32	1,90	0,06	0,06	0,05	0,28	0,29	0,25
<b>Caninos hembras entre 8 kg y 20 kg</b>												
<b>MEDIA</b>	38,33	37,51	36,03	14,32	10,76	10,95	0,62	0,72	0,70	1,06	1,26	1,16
<b>DS</b>	7,03	4,40	5,07	3,61	3,19	2,55	0,07	0,07	0,06	0,26	0,28	0,23
<b>Caninos hembras &gt; de 20 kg</b>												
<b>MEDIA</b>	41,33	40,89	40,38	14,36	15,91	12,44	0,65	0,62	0,70	1,21	0,98	1,36
<b>DS</b>	9,20	7,16	7,42	3,28	3,91	2,63	0,06	0,05	0,06	0,26	0,17	0,30

**VSP.** Velocidad Doppler espectral sistólica pico (cm/s). **Alp.** Promedio de arterias interlobares craneal, media y caudal. **VDF.** Velocidad Doppler espectral diastólica final (cm/s). **IR.** Índice de resistencia. **IP.** Índice de pulsatividad. **0.** 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. **24.** 24 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. **72.** 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.

La Figura 1 muestra un análisis comparativo, entre los tres grupos estudiados, de las variaciones observadas en velocidad Doppler espectral sistólica pico, velocidad Doppler espectral diastólica final, índice de resistencia e índice de pulsatividad, en las tres etapas descritas, sobre la arteria renal principal izquierda.



**Figura 1.** se exponen las cuatro variables en estudio para la arteria renal principal izquierda en las tres etapas establecidas: **0.** 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. **24.** 24 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. **72.** 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.



La Figura 2 muestra un análisis comparativo, entre los tres grupos estudiados, de las variaciones observadas en velocidad Doppler espectral sistólica pico, velocidad Doppler espectral

diastólica final, índice de resistencia e índice de pulsatilidad, en las tres etapas descritas, para el promedio de las arterias interlobares craneal, media y caudal.

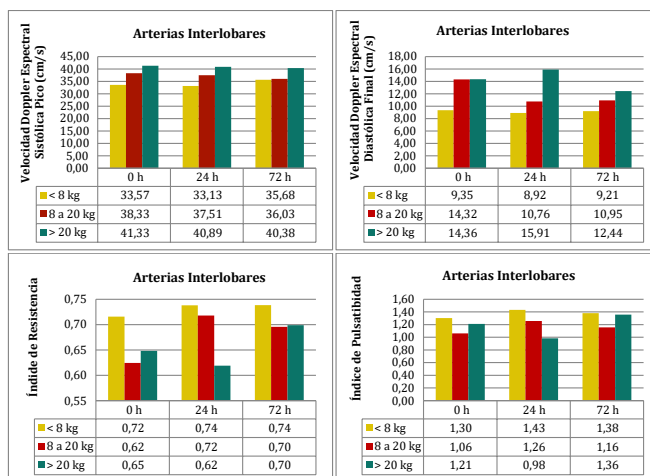


Figura 2. se exponen las cuatro variables en estudio para el promedio de las arterias interlobares craneal, media y caudal en las tres etapas establecidas: 0. 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. 24. 24 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. 72. 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.

La Tabla 7 expone los valores de presión arterial sistémica sistólica, media y diastólica, registradas mediante tensiómetro SunTech Vet20

en mmHg, en 13 tiempos distintos y consecutivos para los tres grupos de caninos en análisis.

Tabla 7. Presión arterial sistémica sistólica, media y diastólica

	A	B0	B1	B2 <sub>5</sub>	B2 <sub>10</sub>	B2 <sub>15</sub>	B2 <sub>20</sub>	B2 <sub>25</sub>	B2 <sub>30</sub>	B2 <sub>35</sub>	B2 <sub>40</sub>	C	D
Caninos hembras < de 8 kg													
Presión Sistólica	123 ±19	133 ±18	97 ±14	101 ±15	98 ±25	103 ±22	109 ±14	83 ±33	89 ±19	88 ±19	88 ±9	129 ±24	119 ±23
Presión Media	85 ±13	95 ±14	61 ±11	68 ±16	58 ±15	64 ±11	73 ±14	58 ±12	54 ±10	57 ±12	58 ±12	94 ±12	83 ±19
Presión Diastólica	71 ±13	82 ±12	49 ±11	48 ±20	42 ±13	50 ±10	57 ±14	43 ±12	43 ±11	45 ±14	47 ±14	84 ±12	71 ±18
Caninos hembras entre 8 kg y 20 kg													
Presión Sistólica	125 ±17	141 ±21	117 ±18	108 ±21	107 ±24	129 ±39	116 ±28	99 ±23	91 ±17	85 ±18	87 ±10	133 ±17	143 ±17
Presión Media	80 ±10	97 ±13	79 ±23	65 ±14	67 ±20	79 ±22	80 ±31	61 ±18	57 ±15	50 ±11	50 ±9	88 ±12	95 ±14
Presión Diastólica	70 ±9	84 ±12	71 ±24	50 ±18	57 ±20	66 ±26	69 ±32	50 ±18	44 ±15	45 ±16	40 ±12	74 ±11	82 ±13
Caninos hembras > de 20 kg													
Presión Sistólica	142 ±14	152 ±9	113 ±13	97 ±36	99 ±14	101 ±13	100 ±15	89 ±10	86 ±15	83 ±9	85 ±4	151 ±10	148 ±20
Presión Media	92 ±7	106 ±9	72 ±11	69 ±11	63 ±14	61 ±13	63 ±12	49 ±7	54 ±17	48 ±6	55 ±11	100 ±7	84 ±31
Presión Diastólica	79 ±6	93 ±11	60 ±9	53 ±11	55 ±15	50 ±14	53 ±13	40 ±8	44 ±17	37 ±5	45 ±12	86 ±7	85 ±11

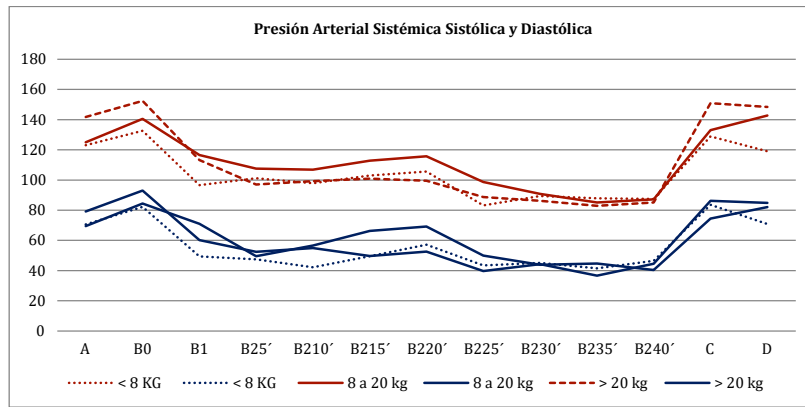
Registro 24 h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. B0. Registro al momento de la premedicación. B1. Registro al momento de la inducción. B1. Registro durante el mantenimiento a los 5', 10', 15', 20', 25', 30', 35' y 40' (minutos). C. 24 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. D. 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.

La Figura 3 muestra la curva de registro de presión arterial sistémica (sistólica y diastólica) en los 13 tiempos evaluados, para los caninos <8 kg, 8-20 kg y >20 kg. La presión arterial sistólica y diastólica disminuyó ( $p \leq 0,0001$ ) en los 3 grupos durante el procedimiento anestésico-quirúrgico, no presentando diferencias significativas entre tallas ( $p > 0,05$ ). La VSP, arteria renal, no presentó

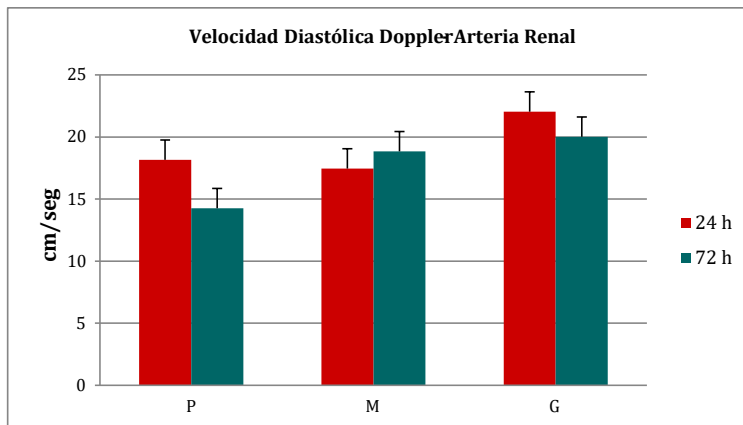
diferencias significativas para talla ( $p=0,50$ ), tiempo ( $p=0,90$ ) ni hubo interacción talla-tiempo ( $p=0,70$ ); en cambio, la Velocidad Diastólica Final (VDF) evidenció diferencias significativas en relación a talla ( $p=0,03$ ) entre <8kg y >20kg, sin efectos del tiempo ( $p=0,23$ ), ni hubo interacción talla-tiempo ( $p=0,24$ ) (Figura 4). Para arterias interlobares, VSP no mostró efectos significativos

de talla ( $p=0,10$ ) o tiempo ( $p=0,90$ ) y la interacción talla-tiempo no fue significativa ( $p=0,48$ ). En cambio, para VDF se observó interacción

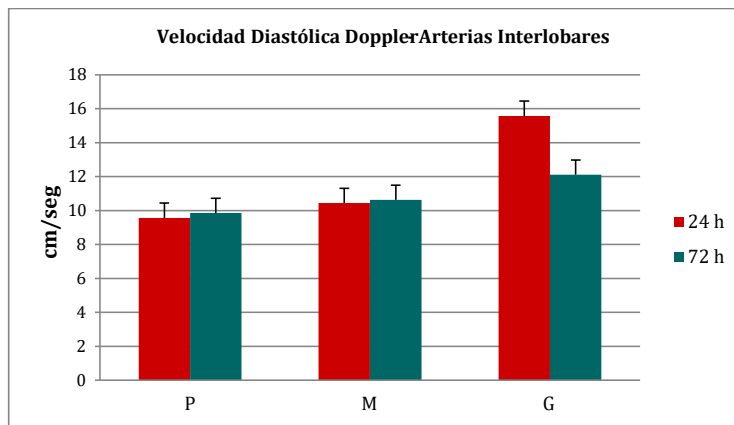
significativa talla-tiempo ( $p=0,015$ ), siendo menor ( $p\leq 0,0001$ ) en  $<8\text{kg}$  y en  $8\text{-}20\text{kg}$ , en relación a  $>20\text{kg}$  a 24h luego del cierre del vaporizador del



**Figura 3.** Curvas de variación de presión arterial sistémica. Los trazados superiores muestran las variaciones de las presiones arteriales sistémicas sistólicas (líneas bordo) y los trazados inferiores muestran las variaciones de las presiones arteriales sistémicas diastólicas (líneas azules). **A.** 24h antes del procedimiento anestésico y quirúrgico. **B0.** Registro al momento de la medicación pre anestésica. **B1.** Registro al momento de la inducción. **B2<sub>5'</sub>, B2<sub>10'</sub>, B2<sub>15'</sub>, B2<sub>20'</sub>, B2<sub>25'</sub>, B2<sub>30'</sub>, B2<sub>35'</sub>, y B2<sub>40'</sub>.** Registro durante el mantenimiento a los 5', 10', 15', 20', 25', 30', 35' y 40', respectivamente. **C.** 24h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. **D.** 72h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria.



**Figura 4.** Se muestran, en color bordo, VDF a las 24 h y, en color petróleo, VDF a las 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria, para arteria renal. P: talla pequeña ( $<8\text{kg}$ ). M talla mediana ( $8\text{-}20\text{kg}$ ). G talla grande ( $>20\text{kg}$ ).

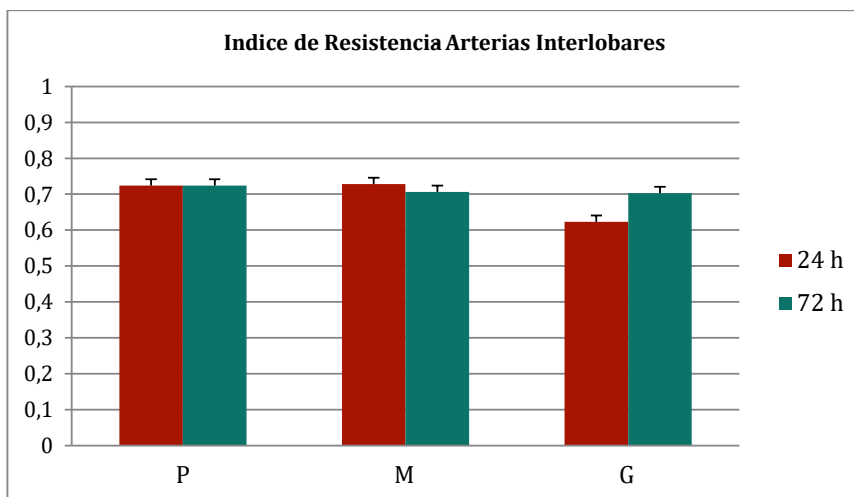


**Figura 5.** Se muestran, color bordo, VDF a las 24 h y, color petróleo, VDF a las 72 h al cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria, arterias interlobares. P: talla pequeña ( $<8\text{kg}$ ). M talla mediana ( $8\text{-}20\text{kg}$ ). G talla grande ( $>20\text{kg}$ ).

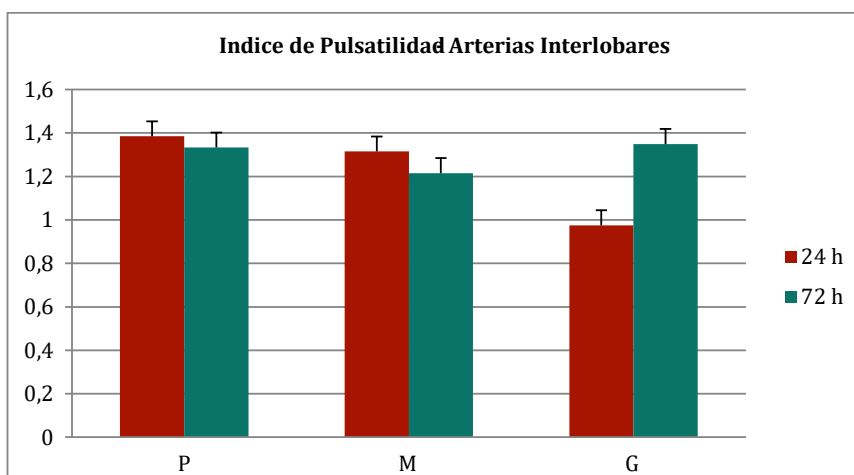
equipo de anestesia, mientras que a 72 h VDF no fue diferente ( $p>0,05$ ) (Figura 5).

Para arteria renal, el IR presentó tendencia para talla ( $p=0,70$ ), no presentó diferencias significativas para tiempo ( $p=0,50$ ) ni hubo interacción talla-tiempo ( $p=0,48$ ); el IP, por su parte, no presentó diferencias significativas para talla ( $p=0,50$ ), tiempo ( $p=0,42$ ) ni hubo interacción talla-tiempo ( $p=0,63$ ). Para arterias interlobares, el IR presentó diferencias muy significativas para la interacción talla-tiempo ( $p=0,0003$ ), el grupo talla grande (>20kg) presentó menor IR comparado con el grupo de talla chica (<8kg) y talla mediana (8-20kg) a las 24 h del cierre del vaporizador del equipo de anestesia; los grupos talla pequeña y

mediana tuvieron similar IR a las 24 y 72 h, sin embargo, el grupo talla grande tuvo menor IR a las 24 h comparado con 72 h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia (Figura 6). El IP, para arterias interlobares, mostró un comportamiento hemodinámico similar. Presentó diferencias muy significativas para la interacción talla-tiempo ( $p<0,0001$ ), el grupo talla grande presentó menor IP comparado con los grupos de talla chica y talla mediana a las 24 h; los grupos talla pequeña y mediana tienen similar IP a las 24 y 72 h, sin embargo, el grupo talla grande tuvo menor IP a las 24 h comparado con 72 h, luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia (Figura 7).



**Figura 6.** Se muestran, color bordo, IR a las 24 h y, color petróleo, VDF a las 72 h al cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria, arterias interlobares. P: talla pequeña (<8 kg). M talla mediana (8-20 kg). G talla grande (>20 kg).



**Figura 7.** Se muestran, color bordo, IP a las 24h y, en color petróleo, IP a las 72h luego del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria, para arterias interlobares. P: talla pequeña (<8kg). M talla mediana (8-20kg). G talla grande (>20kg).

## DISCUSIÓN

El análisis Doppler espectral pulsado de arteria renal principal muestra escasa variabilidad en VSP entre tallas y tiempos estudiados (rango 58,7 cm/s a 72,1 cm/s), valores similares a rangos normales (60 cm/s a 100 cm/s) presentes en humanos<sup>9</sup> y en caninos (63,2 cm/s  $\pm$ 20,3) de raza Shih Tzu<sup>35</sup>, pero inferiores, en sus valores máximos, a los observados en caninos menores a 10 kg<sup>2</sup> y en un rango superior a los presentes en felinos de raza Persa<sup>4</sup>. VDF evidenció, a diferencia de VSP, mayores variaciones entre tallas. Tomando como valor basal el registro de VDF a las 24 h previo al acto anestésico-quirúrgico, el grupo <8 kg presentó un incremento del 8% a las 24 h y una disminución del 15,7 % a las 72 h, el grupo entre 8-20 kg evidenció una disminución del 21 % a las 24 h y del 15% a las 72 h y el grupo >20 kg presentó una disminución del 7 % a las 24 h y del 16 % a las 72 h del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. La VDF fue sensiblemente inferior en el grupo <8 kg (media 16,6 cm/s), en comparación con el grupo entre 8-20 kg (media 22,3 cm/s) y el >20 kg (media 23,9 cm/s). Asimismo, los valores inferiores nunca estuvieron por debajo de 10 cm/s, como lo observado por otros autores<sup>2</sup>. En un trabajo en ovejas, el cambio en la VDF tuvo la mejor combinación de sensibilidad y especificidad, aunque débil, para detectar un aumento > 20 % del flujo sanguíneo renal, la disminución > 20 % no mostró los mismos resultados<sup>40</sup>. En otro estudio, donde se obtuvieron registros Doppler intraoperatorios con la sonda de ultrasonido sobre arteria renal, se observó una correlación positiva entre el IR y la resistencia vascular renal<sup>27</sup>. Sin embargo, aunque las mediciones derivadas del Doppler pueden ser clínicamente útiles, la idea de que pueden estimar con precisión el flujo sanguíneo renal absoluto o sus cambios relativos, no está respaldada por la evidencia disponible a la fecha<sup>40</sup>.

Para arterias interlobares, VSP no evidenció diferencias entre tallas o tiempos estudiados, presentando un rango de 33,1cm/s a 40,9 cm/s, valores similares a los presentes en la raza Shih Tzu<sup>35</sup>, la raza felina Persa<sup>4</sup> y por otros autores en estudios en caninos<sup>20,28</sup>. VDF presentó, a 24h del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria, valores promedio menores en el grupo <8 kg (8,9 cm/s) y entre 8-20 kg (10,8 cm/s), en comparación con el grupo >20kg (15,9

cm/s), mientras que a 72h no hubo diferencias entre grupos. Los valores más bajos en las tallas pequeña y mediana muestran un aumento de la resistencia vascular renal, más acentuado en estas categorías de caninos domésticos, que podría asociarse a injuria renal asociada al acto anestésico-quirúrgico. En este sentido, aunque las mediciones Doppler pueden ser útiles en la clínica, la estimación del flujo sanguíneo renal absoluto o sus cambios relativos, no está respaldada por evidencia disponible<sup>40</sup>. Como lo observado por otros autores, se presenta una disminución en la velocidad del flujo sanguíneo mientras se analizan los vasos sanguíneos intrarenales hacia distal, sin embargo, la naturaleza de baja resistencia de espectro permanece sin cambios<sup>9</sup>.

La reducción sistolo-diastólica de velocidad Doppler espectral pulsado de arteria renal principal fue, en promedio, 70 % y de arterias interlobares, a las 24 h y a las 72 h del cierre de vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria, 76 % y 70 %, respectivamente. Se presentó una reducción en la velocidad sistólica y diastólica Doppler espectral pulsado entre arteria renal e interlobares, a las 24 h y 72 h del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria, de 44 % y 35 %, respectivamente.

El IR para arteria renal principal presentó valores ligeramente inferiores en el grupo >20 kg a 24 h del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. Promedio 0,69 (0,60 y 0,79) <8 kg, 0,71 (0,58 a 0,80) entre 8-20 kg, y 0,66 (0,59 a 0,70) >20 kg, valores dentro de los rangos propuestos por algunos autores<sup>9</sup>, ligeramente superiores a otros<sup>12</sup> y en rangos superiores a los promedios presentes en pacientes humanos adultos<sup>38</sup>. Asimismo, no se observaron valores de IR superiores a 0,8, presentes en pacientes humanos con reducción del flujo sanguíneo renal<sup>30,26</sup>, o en pacientes trasplantados con necrosis tubular<sup>3</sup>. Diferentes estudios en caninos domésticos sanos, de raza pura y mestizos, muestran valores medios y rangos similares a los observados en el presente estudio<sup>5,23,25,28,32,35</sup>, pero inferiores a los presentados por otros en pacientes sanos<sup>2</sup> y afectados por falla renal por babesiosis con azotemia<sup>11</sup> y superiores a los presentes en la raza felina Persa<sup>4</sup>. El IP, por su parte, para arteria renal, no presentó efectos en relación a la talla (<8 kg: media 1,22 rango entre 0,88 y 2,03, 8-20 kg: media 1,27 rango 0,87 a 1,88 y >20 kg: media 1,20 rango 0,70 a 1,77) como tampoco en

relación a los tiempos en estudio. Tanto el IR como el IP se evaluaron en el presente estudio sobre la arteria renal principal izquierda, situación que no permite la comparación con otros estudios en los cuales se observaron diferencias entre la arteria renal izquierda y derecha<sup>32</sup>.

Para arterias interlobares, el grupo >20 kg presentó menor IR (media  $0,62 \pm 0,05$ ) comparado con el grupo <8 kg (media  $0,74 \pm 0,06$ ) y entre 8-20 kg (media  $0,72 \pm 0,07$ ), a las 24 h del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. Los grupos <8 kg y 8-20kg tuvieron similar IR a las 24 h ( $0,74$  y  $0,72$ , respectivamente) y 72 h ( $0,74$  y  $0,70$ , respectivamente); sin embargo, el grupo >20kg presentó menor IR a las 24 h comparado con 72 h,  $0,60$  y  $0,70$ , respectivamente. El IP presentó un comportamiento hemodinámico similar al IR. El grupo >20 kg presentó menor IP (media  $0,98 \pm 0,17$ ) comparado con los grupos <8 kg (media  $1,43 \pm 0,29$ ) y entre 8-20 kg (media  $1,26 \pm 0,28$ ) a las 24 h del cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria. Los grupos <8 kg y 8-20 kg tienen similar IP a las 24 h ( $1,43$  y  $1,26$ , respectivamente) y 72h ( $1,38$  y  $1,16$ , respectivamente), sin embargo, el grupo >20kg tuvo menor IP a las 24 h ( $0,98$ ) comparado con 72 h ( $1,36$ ). Para todas las tallas y en los distintos tiempos en estudio el IP no superó el valor 1,8 establecido por otros autores<sup>12</sup> y se presentó en valores promedio establecidos por otros autores para pacientes humanos sanos<sup>9</sup>. En estudios de caninos de raza Shih Tzu los valores de IP se presentaron dentro de los rangos y promedios observados en el presente estudio<sup>35</sup>, de manera análoga a lo observado por otros investigadores<sup>11,20,28</sup>. Asimismo, los valores hallados son superiores a los valores máximos ( $1,52$  y  $1,61$ ) observados por otros autores<sup>24,28</sup>. La sedación, como se ha demostrado en el presente estudio, altera los valores de IR e IP, aunque no hay estudios de referencia en caninos sanos que permitan establecer comparaciones<sup>23,31</sup>.

La presión arterial sistólica y diastólica disminuyó, en los 3 grupos en análisis, durante el procedimiento anestésico-quirúrgico. Los valores más bajos se presentaron en la etapa B<sub>2</sub>, entre los 20' y 40' del procedimiento anestésico-quirúrgico. El grupo <8 kg evidenció los valores más bajos de presión arterial diastólica sistémica, presentes desde la etapa B<sub>1</sub>, siendo los mínimos y máximos observados de 42mmHg y 57mmHg, respectivamente. En los grupos 8-20 kg y >20 kg,

las presiones arteriales diastólicas sistémicas más bajas se presentaron en la etapa B<sub>2</sub> entre los 25' y 45'. Caninos <8 kg presentaron menores valores de presión arterial sistémica intra-quirúrgica y menor VDF para arteria renal e interlobares, en relación al grupo >20 kg, situación que demuestra el mayor grado de hipotensión en caninos de talla pequeña provocados por procedimientos anestésico-quirúrgico.

## CONCLUSIONES

En el presente estudio se pudo evidenciar que en los caninos hembras sanas sometidas a ovariectomía bajo protocolo de anestesia inhalada, los efectos hemodinámicos, asociados a hipotensión arterial sistémica son mayores en pacientes a medida que disminuye el peso corporal y más evidentes en caninos de talla pequeña, menores a 8 kg. Asimismo, se observó que las variables Doppler registradas sobre arterias interlobares muestran mayor variabilidad que las registradas sobre la arteria renal principal. Que los parámetros Doppler espectral pulsado como VDF, IR e IP muestran mayor variabilidad postoperatoria en caninos de talla pequeña a mediana en comparación con pacientes con pesos mayores a 20 kg. Y, que el IR y el IP, a las 24 h posteriores al cierre del vaporizador del equipo de anestesia inhalatoria, se presentan sobre los valores umbral establecidos como normales, situación que puede sugerir la presencia de daño renal tubular asociado al fenómeno de hipotensión en los caninos de talla pequeña.

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa por brindar las instalaciones del Hospital Escuela de Animales Pequeños y el equipamiento necesario para realizar todos los procedimientos establecidos en el proyecto de investigación que dio marco al presente estudio y a los tenedores responsables de las mascotas por brindar su apoyo.

## FINANCIAMIENTO

Este estudio fue financiado de manera integral por fondos asignados a proyectos de investigación por la Universidad Nacional de La Pampa.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

No se presentan cuestiones relacionadas a conflictos de intereses en la realización del presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. American Veterinary Medical Association. Senior pets [Internet]. Schaumburg: AVMA; 2018 [cited 2019 Dez 4]. Available from: [www.avma.org/public/PetCare/Pages/Senior-Pets.aspx](http://www.avma.org/public/PetCare/Pages/Senior-Pets.aspx)
2. Arévalo Martínez, M.; De Uriarte, A.C.; Maza, K.; Sarabia, C. Identificación de parámetros normales de la arteria renal en caninos clínicamente sanos de talla pequeña por medio de Doppler color pulsado. TRIM: Tordesillas *Revista de Investigación Multidisciplinar*. ISSN-e 2173-8947 2015(9):47-54.
3. Burgos Revilla, F.J.; Marcen Letosa, R.; Pascual Santos, J.; López Fando, L. Utilidad de la ecografía y el Eco-Doppler en el trasplante renal. *Arch Esp Urol*. 2006; 59:343 -52.
4. Carvalho, C.F.; Chammas, M.C. Normal Doppler velocimetry of renal vasculature in Persian cats. *J Feline Med Surg*. 2011 Jun;13(6):399-404. doi: 10.1016/j.jfms.2010.12.008. Epub 2011 Feb 1. PMID: 21277819.
5. Chang, Y.J. Chan, I.; Cheng, F.P.; Wang, W.S.; Liu, P.C.; Lin, S.L. Relationship between age, plasma renin activity, and renal resistive index in dogs. *Vet Radiol Ultrasound*. 2010;51(3):335-7. doi: 10.1111/j.1740-8261.2010.01669.x.
6. Cianciolo, R.E.; Benali, S.L.; Aresu, L. Aging in the canine kidney. *Vet Pathol*. 2016;53(2):299- 308. doi: 10.1177/0300985815612153.
7. Cobeñas, R.; Hernández Pinzón, J.; Mercapide Larrañaga, C.; Gallo, J.C.; Kozima, S. Utilidad de la relación aclaramiento de creatinina - índice de resistencia de la ecografía Doppler renal como predictor de rechazo agudo en riñones trasplantados. *Rev Argent Radiol*. 2016;80(2):83-91
8. Cochlin, D.L. Vascular disorders of the kidney. In: Allan PL, Baxter GM, Weston MJ (eds): *Clinical Ultrasound*. Elsevier, Amsterdam 2011: 467-485.
9. Drelich-Zbroja, A.; Kuczyńska, M.; Światłowski, Ł.; Szymańska, A.; Elwertowski, M.; Marianowska, A. Recommendations for ultrasonographic assessment of renal arteries. *J Ultrason*. 2018;18(75):338-343. doi: 10.15557/JoU.2018.0049. PMID: 30763019; PMCID: PMC6444320.
10. Finn-Bodner, S.T.; Hudson, J.A. Abdominal vascular sonography. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 1998 Jul;28(4):887-942. doi: 10.1016/s0195-5616(98)50083-6. PMID: 9698620.
11. Fraga, E.; Espino López, L.; Barreiro, D.; Goicoa Valdevira, A.M. Valoración econográfica del daño renal provocado por la babesiosis canina. *Revista oficial de AVEPA*. ISSN 1130-7064, Vol. 29, Nº 1, 2009, pág. 50.
12. Galgano, S.J.; Lockhart, M.E.; Fananapazir, G.; Sanyal, R. Optimizing renal transplant Doppler ultrasound. *Abdom Radiol (NY)*. 2018 Oct;43(10):2564-2573. doi: 10.1007/s00261-018-1731-9. PMID: 30121777.
13. Gaschen, L.; Menninger, K.; Schuurman, H.J. Ultrasonography of the normal kidney in the *Cynomolgus* monkey (*Macaca fascicularis*): morphologic and Doppler findings. *J. Med. Primatol.*, Munksgaard 2000. 29:76-84.
14. Granata, A.; Zanolì, L.; Clementi, S.; Fatuzzo, P.; Di Nicolò, P.; Fiorini, F. Resistive intrarenal index: myth or reality? *Br J Radiol* 2014; 87: 20140004.
15. Halpern, E.J.; Deane, C.R.; Needleman, L.; Merton, D.A. East S. Normal renal artery spectral Doppler waveform: a closer look. *Radiology* 1995; 196: 667e73.
16. Hanamura, K.; Tojo, A.; Kinugasa, S.; Asaba, K.; Fujita, T. The resistive index is a marker of renal function, pathology, prognosis, and responsiveness to steroid therapy in chronic kidney disease patients. *Int J Nephrol*. 2012; 2012:139565.
17. Harvin, H.J.; Verma, N.; et al. Appropriateness Criteria® Renovascular Hypertension. *J Am Coll Radiol*. 2017 Nov;14(11S):S540-S549. doi: 10.1016/j.jacr.2017.08.040. PMID: 29101991.
18. Jakubowski, W. Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa-Zamość 2008.
19. Khati, N.J.; Hill, M.C.; Kimmel, P.L. (2005) The role of ultrasound in renal insufficiency: the essentials. *Ultrasound Q* 21:227-244
20. Koma, L. M., Kirberger, R. M., & Scholtz, L. Doppler ultrasonographic changes in the canine kidney during normovolaemic anaemia. *Research in Veterinary Science* 2006; 80(1), 96-102.
21. Krebs, C.; Giyanani, V.L.; Eisenberg, R. L. Doppler color, primera edición original, MARBAN, España, 2001. ISBN: 9788471013385
22. Mattoon, J.S.; Nyland, T.G. (2016). Diagnóstico Ecográfico en Pequeños Animales. 3ª Edición. Multimédica Ediciones Veterinarias. ISBN 9788496344570.

23. Melo, M.B.; Veado, J.; Silva, E.F.; Moreira, S.M.; Passos, L.M.F. Dopplerfluxometria das artérias renais: valores normais das velocidades sistólica e diastólica e do índice resistivo nas artérias renais principais. *Arq Bras Med Vet Zootecnia* 2006; 58: 691e3. [Portuguese].
24. Mitchell, S. K., Toal, R. L., Daniel, G. B., & Rohrbach, B. W. Evaluation of 42 renal hemodynamics in awake and isoflurane-anesthetized cats with pulsed-wave doppler and quantitative renal scintigraphy. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 1998; 39(5), 451–458.
25. Morrow, K. L.; Salman, M. D.; Lappin, M. R.; & Wrigley, R. Comparison of the resistive index to clinical parameters in dogs with renal disease. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 1996; 37(3), 193–199.
26. Naesens, M.; Heylen, L.; Lerut, E.; Claes, K.; De Wever, L.; Claus, F. Intrarenal resistive index after renal transplantation. *N Engl J Med*. 2013; 369:1797-806.
27. Norris, C.S.; Barnes, R.W. Renal artery flow velocity analysis: a sensitive measure of experimental and clinical renovascular resistance. *J Surg Res* 1984; 36:230–236
28. Novellas, R.; Espada, Y.; De Gopegui, R.R. Doppler ultrasonographic estimation of renal and ocular resistive and pulsatility indices in normal dogs and cats. *Vet Radiol Ultrasound*. 2007;48(1):69-73. doi: 10.7863/jum.1992.11.12.647.
29. Pellerito, J.S.; Polak, J.F. Introduction to Vascular Ultrasonography. Saunders, Philadelphia 2012.
30. Radermacher, J.; Mengel, M.; Ellis, S.; et al. The renal arterial resistance index and renal allograft survival. *N Engl J Med*. 2003; 349:115-24.
31. Rivers, B.J. ; Walter, P.A. ; Letourneau, J.G. ; et al. Duplex Doppler estimation of resistive index in arcuate arteries of sedated, normal female dogs: implications for use in the diagnosis of renal failure. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc*. 1997; 33:69-76.
32. Santana, E. Jr. M.; Beserra, P.S.; Brito, A.B.; Miranda, S.A.; Nikolak.; Domingues, S.F.S. Triplex Doppler da artéria renal e a relação entre a ecobiometria dos rins com distância atlanto-coccígea (DAC) e altura (H) em Canis familiaris. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 2019; 29(10):809-815.
33. Schrier, R.W.; Wang, W. Acute renal failure and sepsis. *N Engl J Med* 2004: 351:159–169
34. Spaulding, K.A. A review of sonographic identification of abdominal blood vessels and juxtavascular organs. *Vet Radiol Ultrasound*. 1997 Jan-Feb;38(1):4-23. doi: 10.1111/j.1740-8261.1997.tb01597.x. Erratum in: *Vet Radiol Ultrasound*. 2020 Mar;61(2):247. PMID: 9238765.
35. Suárez Gallego, L.F. Determinación de la velocidad, aceleración, índices de resistencia y pulsatilidad de las arterias renales mediante ecografía Doppler en perros Shih-Tzú en Medellín y Área Metropolitana. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad de Antioquia. 2020. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17052/1/SuarezLuis\_2020\_%20EcografiaRinonesPerro.pdf
36. Szatmári, V.; Sótónyi, P.; Vörös, K. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. *Vet Radiol Ultrasound*. 2001 Mar-Apr;42(2):93-107. doi: 10.1111/j.1740-8261.2001.tb00911.x. PMID: 11327368.
37. Taffel, M.T.; Nikolaidis, P.; Beland, M.D.; et al. Appropriateness Criteria® Renal Transplant Dysfunction. *J Am Coll Radiol*. 2017 May;14(5S): S272-S281. doi: 10.1016/j.jacr.2017.02.034. PMID: 28473084.
38. Terry, J.D.; Rysavy, J.A.; Frick, M.P. Intrarenal doppler: characteristics of aging kidneys. *J Ultrasound Med*. 1992;11(12): 647-51. doi: 10.7863/jum.1992.11.12.647.
39. Trunz, L.M.; Balasubramanya, R. Doppler Renal Assessment, Protocols, and Interpretation. 2022 Jun 11. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 34283501.
40. Wan, L.; Yang, N.; Hiew, C.Y.; Schelleman, A.; Johnson, J.; Bellomo, M.R. An assessment of the accuracy of renal blood flow estimation by Doppler ultrasound. *Intensive Care Med* 2008; 34:1503–1510. DOI 10.1007/s00134-008-1106-8. 023 Jan-. PMID: 34283501.