CIBELE FIGUEIRA CARVALHO

**Dopplervelocimetria renal em gatos Persas:
valores de referência**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Ciências

Área de concentração: Radiologia

Orientadora: Dra. Maria Cristina Chammas

São Paulo
2009

CIBELE FIGUEIRA CARVALHO

**Dopplervelocimetria renal em gatos Persas:
valores de referência**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Ciências

Área de concentração: Radiologia

Orientadora: Dra. Maria Cristina Chammas

São Paulo
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Carvalho, Cibele Figueira

Dopplervelocimetria renal em gatos Persas : valores de referência / Cibele Figueira
Carvalho. -- São Paulo, 2009.

Tese (doutorado) -- Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Departamento de Radiologia.

Área de concentração: Radiologia.

Orientadora: Maria Cristina Chammas.

Descritores: 1.Ultra-sonografia doppler 2.Rim 3.Gatos 4.Valores de referência

USP/FM/SBD-361/09

À todos que contribuíram para a
realização deste trabalho.

Agradecimentos

A minha orientadora Dra. Maria Cristina Chammas, pela amizade, dedicação e pela oportunidade do conhecimento;

Ao meu irmão pela disposição e ajuda na editoração deste trabalho;

Ao Pedro meu marido e companheiro de jornada, pela paciência e carinho;

Aos meus pais pelo incentivo durante toda a minha vida;

A todos os meus amigos que me inspiraram e as queridas Vania e Jaqueline pelo apoio e amizade;

Aos diretores do Provet pela ajuda que permitiu a execução da parte experimental deste trabalho.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas em vigor no momento desta publicação:

Referências: *adaptado de International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Dissertação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Júlia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e símbolos

Resumo

Summary

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	19
2	REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1	Anatomia	21
2.2	Anatomia ultrassonográfica	24
2.3	Ultrassonografia Doppler	27
2.4	Ultrassonografia Doppler renal em veterinária	32
2.5	Ultrassonografia Doppler renal em medicina humana	36
3	MÉTODOS	38
3.1	Casuística – animais	39
3.2	Critérios de inclusão	39
3.2	Critérios de exclusão	39
3.4	Ética	40
3.5	Equipamento	41
3.6	Técnica de exame	41
3.7	Análise estatística	46

4	RESULTADOS	47
4.1	Aorta abdominal	49
4.2	Artérias renais	50
4.3	Artérias interlobares	53
4.4	Correlações entre dados	55
4.5	Construção de limites de normalidade superiores e inferiores	61
5	DISCUSSÃO	74
5.1	Avaliação da aorta abdominal	76
5.2	Avaliação das artérias renais	78
5.2.1	Relação renal/aorta	80
5.3	Avaliação das artérias interlobares	81
5.3.1	Relação renal/interlobar	83
5.4	Considerações finais	84
6	CONCLUSÕES	86
7	ANEXOS	88
8	REFERÊNCIAS	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AAO	artéria aorta abdominal
AR	artéria renal
ASi	aceleração sistólica inicial
cm	centímetro
cm/s	centímetro por segundo
cm/s ²	centímetros por segundo ao quadrado
DP	desvio padrão
g/dl	gramas por decilitro
IP	índice de pulsatilidade
IR	índice de resistividade
IRC	insuficiência renal crônica
kg	quilograma
μ	microns
mg/dl	miligrama por decilitro
MHz	megahertz
mm ³	milímetros cúbicos
mmHg	milímetros de mercúrio
m/s ²	metros por segundo ao quadrado
N	número de amostra
p	nível de significância estatística
pg	picograma
RRA	relação entre as velocidades de pico sistólico renal e aórtica
RRI	relação entre as velocidades de pico sistólico renal e interlobar
RRICr	relação entre as velocidades de pico sistólico renal e interlobar cranial
RRIM	relação entre as velocidades de pico sistólico renal e interlobar média
RRICd	relação entre as velocidades de pico sistólico renal e interlobar caudal
UI/l	unidades internacionais por litro
VPS	velocidade de pico sistólico máxima
VDF	velocidade diastólica final

RESUMO

CARVALHO, C. F. *Dopplervelocimetria renal em gatos Persa: valores de referência* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009.

As afecções renais são frequentes em pequenos animais, especialmente em gatos. O ultrassom Doppler é uma técnica complementar à metodologia convencional com diversas aplicações na avaliação do sistema urinário. A literatura veterinária apresenta uma grande lacuna em relação a estudos determinando os parâmetros de normalidade e suas variações. Este estudo teve como objetivos determinar valores dopplervelocimétricos de referência na avaliação renal em gatos. Foi realizado um estudo prospectivo com 50 unidades renais de gatos adultos jovens da raça Persa, as quais foram examinadas ao ultrassom Doppler, sendo 13 fêmeas e 12 machos com idade entre 12 e 60 meses. Os animais foram selecionados como hípidos, através de exames laboratoriais, pressão arterial sistólica e ultrassonografia modo-B. Mensurou-se o calibre da aorta (AO) e das artérias renais (AR). Determinaram-se os parâmetros dopplervelocimétricos normais para as artérias renais e interlobares (AI) em cada animal: velocidade de pico sistólico (VPS), aceleração sistólica inicial (ASi) e os índices de resistividade (IR). Para a AO obteve-se VPS $53,17 \pm 13,46$ cm/s e média de diâmetro de $0,38 \pm 0,04$ cm. A média do diâmetro da AR foi de $0,15 \pm 0,02$ cm. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes nos dados obtidos nas AR e AI entre os lados e entre si. Considerando-se ambas as AR obteve-se a média de VPS $41,17 \pm 9,40$ cm/s, ASi $1,12 \pm 1,14$ m/s² e IR $0,53 \pm 0,07$. Correlacionando-se os valores de VPS entre AR e AO obteve-se um índice de relação renal/aorta com média de $0,82 \pm 0,30$ e um valor normal máximo de 1,52. Nas AI obteve-se VPS 31 ± 9 cm/s e IR $0,52 \pm 0,07$. Correlacionando-se os valores de VPS entre AR e AI obteve-se um índice de relação renal/interlobar com um valor máximo de 3,5. Foram estabelecidos parâmetros dopplervelocimétricos normais do rim em gatos Persa e um índice renal/aórtico e renal/interlobar semelhante ao utilizado em

humanos para monitorar alterações hemodinâmicas renais. Estes resultados podem balizar o início de outros estudos para determinar se a idade e outras condições clínicas ocasionam efeito nestes valores.

Descritores: ultra-sonografia Doppler, rim, gatos, valores de referência.

SUMMARY

CARVALHO, C. F. *Renal dopplervelocimetry in Persian cats: normal parameters* [tesis]. São Paulo: Faculty of Medicine, University of São Paulo, SP (Brazil); 2009.

Renal diseases are usual in small animals, especially in cats. Doppler ultrasound is a complementary tool for conventional method with several indications evaluates urinary system. There are few articles in veterinary literature studying normal parameters. This study has a goal to determine dopplervelocimetrics values for renal evaluation. Prospective study was made performing Doppler ultrasound exams of fifty renal units of adult Persian cats. The animals were classified as healthy by means of laboratorial exams, measurement of arterial systolic pressure and B-mode ultrasonography. Aortic (AA) and renal (RA) arteries diameters were measured. Normal Doppler velocimetric parameters were evaluated for renal and interlobar arteries (IA) of each animal: maximal systolic blood flow velocity (MSV), initial systolic acceleration of blood flow (ISA) and resistivity index (RI). Renal arterial diameter was 0.15 ± 0.02 cm. It was calculated aorta VPS 53.17 ± 13.46 cm/s and diameter of 0.38 ± 0.04 cm. It was not observed any statistical significant difference between the sides or arteries themselves. Considering both renal arteries it was calculated MSV 41.17 ± 9.40 cm/s, ISA 1.12 ± 1.14 m/s² and RI 0.54 ± 0.07 . Correlation of velocities of renal artery and aorta resulted in a renal/aortic ratio of 0.82 ± 0.30 and with 1.52 as maximal normal value. It was calculated for all interlobar arteries MSV 31 ± 9 cm/s and RI 0.52 ± 0.07 . Correlation of velocities of renal and interlobar arteries resulted in a renal/interlobar ratio with 3.5 as maximal normal value. Normal dopplervelocimetric parameters of renal vasculature and an index renal-aortic ratio and renal-interlobar ratio were established in Persian cats similar as used in humans to monitorizing renal hemodynamic changes. These results may provide the starting of further studies to determine if age and others clinical conditions have an effect on these values.

Descriptors: Doppler ultrasonography, kidney, cats, reference values.

INTRODUÇÃO

O ultrassom Doppler é um método relativamente novo dentro da ultrassonografia veterinária em pequenos animais. A ultrassonografia com dúplex Doppler colorido fornece informações anatômicas e hemodinâmicas em tempo real. Durante os exames podem ser determinadas a presença, a direção e o tipo de fluxo sanguíneo de um vaso.

O conhecimento dos sinais normais ao exame Doppler de cada vaso sanguíneo é importante na sua identificação, pois o sinal Doppler é específico para cada tipo de vaso, bem como varia com sua topografia. Reconhecer as alterações no espectro Doppler somente é possível se o ultrassonografista conhecer também as variações da normalidade.

Existem poucos artigos na literatura veterinária que tratam do aspecto normal dos vasos abdominais nos cães (FINN-BODNER,1998; KAMIKAWA,2003; NYLAND,2002; SZATMARI, 2001). Encontramos relatos que descrevem resultados dos exames de avaliação com ultrassom Doppler renal (KOCH, 1997; MORROW,1996; NYLAND,1993; RIVERS,1996; RIVERS, 1997) , prostático (NEWLL, 1998), das artérias fetais e maternas (NAUTRUP,1998), assim como os aspectos da veia porta (KANTROWITZ, 1989; LAMB, 1994), hepática (LAMB, 1999) e esplênica em cães saudáveis ou doentes.

O dúplex Doppler colorido tem numerosas aplicações na avaliação do aparelho urinário (CERRI et al., 1998). É uma técnica complementar à ultrassonografia convencional e à radiografia, pois é capaz de fornecer dados importantes para avaliar doenças renais devido a capacidade de se detectar nuances da fisiologia renal com estudo dos fluxos sanguíneos.

O exame ultrassonográfico com Doppler colorido e de amplitude é utilizado com frequência em medicina humana com a finalidade de avaliar a arquitetura vascular renal. O mapeamento colorido permite observar a perfusão renal, selecionando-se rapidamente um vaso para análise espectral e a colheita de dados sobre o fluxo sanguíneo (OLIVEIRA, 1997).

As afecções renais são frequentes nos pequenos animais. Com o aumento da expectativa de vida destes, a prevalência das nefropatias tendem a aumentar. As doenças renais têm alta morbidade nos gatos e principalmente nos animais mais velhos. A ocorrência dessas afecções parece estar aumentando concomitante a maior expectativa de vida destes animais. Além da idade avançada, fatores como alterações congênitas, alimentação inadequada, utilização de drogas nefrotóxicas e doenças infecciosas predispõem estes animais a lesões renais. Na espécie felina ainda é importante considerar a alta prevalência de doenças como a cardiomiopatia hipertrófica em algumas raças, a hipertensão arterial sistêmica e o hipertireoidismo frequentemente citado na literatura internacional. Todas estas condições interferem gravemente com a hemodinâmica renal e vice versa.

Os rins possuem um mecanismo compensatório muito peculiar, capaz de restaurar pequenas lesões e tornar silencioso o decorrer da maioria das doenças renais. Em alguns casos as alterações vasculares podem ser os primeiros sinais de modificação funcional do órgão. A diminuição da perfusão renal pode ser decorrente de alterações glomerulares, tubulares e vasculares. Dependendo da doença, algumas alterações são assintomáticas em estágios iniciais. As alterações de perfusão sanguínea renal podem ser indicadores importantes da presença de alteração funcional. O desenvolvimento de modalidades de imagem que auxiliem no diagnóstico precoce das doenças renais podem evitar o agravamento dos processos agudos.

Embora a ultrassonografia seja um meio diagnóstico de rotina nos animais com doenças renais, é escassa a publicação na literatura no que se refere a avaliação hemodinâmica desses vasos em pequenos animais e o que o ultrassom Doppler pode fornecer nestes casos.

Para a correta interpretação da capacidade diagnóstica do Doppler é de fundamental importância que se conheça o perfil velocimétrico renal normal e bem como as eventuais mudanças fisiológicas.

Alguns trabalhos utilizando a ultrassonografia Doppler têm sido publicados relacionando o uso dessa técnica em algumas afecções que envolvem os rins. Embora a prevalência das doenças renais em gatos seja maior em relação aos cães, a quantidade de estudos realizados nesta espécie é muito menor. Além disso, a literatura veterinária apresenta uma grande lacuna em relação a estudos que determinam os parâmetros de normalidade e suas variações.

A ausência de referências na literatura veterinária relacionada a utilização do mapeamento Doppler para o estudo da vasculatura renal, bem como a alta prevalência de doenças renais na espécie felina foram os principais motivos para o desenvolvimento deste estudo.

1.1 OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como objetivos determinar:

- 1) o diâmetro e critérios normais de velocidade de pico sistólico máximo na aorta abdominal em seu segmento anterior à emergência das artérias renais;
- 2) o diâmetro das artérias renais e os critérios de velocidade de pico sistólico máxima, velocidade diastólica mínima e índice de resistividade da vasculatura renal normal em gatos adultos jovens e hípidos da raça persa previamente selecionados.
- 3) relações entre os vasos de origem e a circulação renal na população previamente selecionada.

REVISÃO DA LITERATURA

A fim de melhor evidenciar os propósitos da presente pesquisa, realizou-se uma breve revisão sobre o tema. Inicialmente foram apresentados os aspectos anatômicos e ultrassonográficos mais relevantes que auxiliam na compreensão das diferenças e semelhanças entre a espécie estudada e o homem. Em seguida, foi exposto um resumido histórico da evolução da ultrassonografia Doppler, permitindo acompanhar uma linha de pensamento que faz um paralelo entre a utilização da técnica na medicina humana e seu potencial na medicina veterinária. E finalmente, uma revisão específica sobre a importância clínica e a utilidade desta pesquisa cujo resultado poderá cobrir parte da lacuna existente na literatura veterinária.

2.1 Anatomia

Os rins são órgãos retroperitoneais, circundados por tecido adiposo, sua forma é semelhante ao formato do feijão no cão e mais globoso no gato. O rim esquerdo encontra-se relacionado anatomicamente com a margem medial do baço e caudalmente com a grande curvatura do estômago; o rim direito está em contato com o lobo hepático caudato em sua extremidade cranial, medialmente relaciona-se com a veia cava caudal, mediocranialmente encontramos a adrenal direita e ventralmente, relaciona-se com o duodeno em sua porção descendente e com o lobo direito do pâncreas (DYCE et al., 1997).

O suprimento vascular arterial dos rins se faz através dos ramos da aorta abdominal, as artérias renais direita e esquerda. As artérias renais no cão e no gato originam-se da parede lateral da aorta. Nos cães medem de 3 a 4 mm de diâmetro e nos gatos medem até 2 mm (EVAN, 1979). Frequentemente elas se dividem em ramos dorsal e ventral antes de alcançarem os rins. Em 20% dos cães as artérias renais podem ser duplas, principalmente a artéria renal esquerda e nos gatos cerca de 10% apresentam duplicação da artéria renal antes da entrada na pelve (NYLAND, 2002).

A artéria renal se divide em diversas artérias interlobares, que atravessam a região medular e seguem em direção a cortical. Na região de junção córtico-medular estes vasos curvam-se formando as artérias arqueadas, daí emitindo pequenos ramos denominados artérias interlobulares (Figura 1).

Figura 1 - Desenho esquemático da arquitetura vascular renal em felinos domésticos.

As veias seguem paralelamente ventrais às suas artérias correspondentes e recebem a mesma denominação, porém o sangue é drenado no sentido oposto ao das artérias (DYCE et al., 1997). A margem medial é identificada pelo hilo, onde entram a artéria renal e saem a veia renal e o ureter.

Vários estudos tentando relacionar as medidas lineares ou o volume do rim do cão com o peso corporal ou área de superfície depararam-se com sucesso limitado (NYLAND et al., 2002). Embora haja uma correlação positiva entre o comprimento ou o volume desse com o peso do animal, o desvio padrão é grande (BARR, 1990; FELKAY et al., 1992; NYLAND, 1989). Há uma acentuada variação no comprimento e no volume entre cães normais com pesos corporais similares (BARR et al., 1990).

Medidas lineares dos rins em gatos são mais precisas porque não há uma variação tão grande no tamanho corporal. O comprimento do rim no gato varia de 3,8 a 4,4 cm, largura de 2,7 a 3,1 cm e altura de 2,0 a 2,5 cm (NYLAND & MATOON, 2002) (Figuras 2 e 3).

Figura 2 - (A) Imagem sonográfica em modo B de plano longitudinal de rim normal de gato. (B) Corte anatômico correspondente (CARVALHO, 2007).

Figura 3 - (A) Imagem sonográfica em modo B de plano transversal de rim normal de gato. (B) Corte anatômico correspondente (CARVALHO, 2007).

2.2 Anatomia ultrassonográfica

Quanto aos aspectos ultrassonográficos em modo-B dos rins tem se definido bem o meio de visualização, assim como as janelas acústicas e a ecoestrutura deste órgão (ACKERMAN, 1991; BARR, 1990; CARTEE et al., 1980; FEENEY et al., 1991; KONDE, 1989; LAMB, 1990; NYLAND & MATOON, 2002; WOOD et al., 1990). A posição dos rins pode variar um pouco em função dos movimentos respiratórios e da repleção do estômago em condições fisiológicas (LEGRAND et al., 1982). O exame ultrassonográfico renal permite a visualização da arquitetura do parênquima deste órgão, sendo possível a identificação das regiões cortical, medular e pelve renal, por possuírem ecogenicidades diferentes. Isso é de considerável importância na avaliação dos distúrbios renais em relação a tamanho, forma e topografia, na diferenciação entre massas sólidas e cavitárias e nas alterações difusas do parênquima (KONDE, 1985).

WOOD et al. (1990) realizaram um estudo em cães encontrando correlações precisas entre os achados anatômicos e as imagens sonográficas deste órgão. Afirmam ainda que as imagens obtidas do rim esquerdo são de melhor qualidade e iguais às aquelas obtidas com o órgão “in vitro” submerso em água, enquanto não ocorre o mesmo com as imagens do rim direito, devido a atenuação do feixe sonoro pelas camadas musculares e artefatos gerados pelas costelas.

Ao exame ultrassonográfico modo-B do rim podemos identificar a cápsula renal, que produz um fino eco brilhante quando a onda sonora incide perpendicularmente. LAMB (1990) afirma que somente nas regiões das extremidades renais a cápsula não é claramente visibilizada, devido a formação de artefato especular causado pela orientação paralela da cápsula e do feixe sonoro, quando o rim é observado em plano longitudinal.

A região cortical é mais ecogênica que a região medular porque é constituída de glomérulos, enquanto esta última é composta pela

maioria dos túbulos do sistema coletor possuindo uma maior quantidade de componente fluido. A porção central hiperecogênica é chamada de complexo ecogênico central e corresponde a pelve e a gordura peripélvica (KONDE, 1989; LAMB, 1990; WOOD et al., 1990; VAC, 2004).

Observa-se claramente uma delimitação entre as regiões cortical e medular, denominada junção córtico-medular, onde se localizam as artérias e as veias arqueadas. As linhas ecogênicas que acompanham as artérias e veias interlobares são os divertículos dorsais e ventrais, localizados na região medular, dividindo-a em segmentos espaçados de forma regular (Figura 4). O rim é unipiramidal no cão e no gato, assim, estas secções da região medular representam separações da mesma crista ou papila renal (NYLAND, 2002; VAC, 2004).

Nos gatos as dimensões normais estão bem estabelecidas e segundo a literatura o comprimento bipolar deve ser entre 3,5 a 4,4 cm, a largura de 2,7 a 3,1 cm e a espessura anteroposterior de 2,0 a 2,5 cm (VAC, 2004). Estes valores encontrados na literatura podem variar quando comparados a estudos anatômicos, pois a medida realizada durante o exame ultrassonográfico, pode incluir a gordura peripélvica. Além disso, o artefato de bordo lateral dificulta a identificação das margens dos rins.

Figura 4 - (A) Imagem sonográfica em plano coronal de rim normal de gato e (B) corte anatômico correspondente.

Em plano coronal identifica-se a cápsula renal, a região cortical, a medular, os divertículos, a pelve renal e a gordura peripélvica. É

importante ressaltar que existe uma relação de ecogenicidade normal do rim com o fígado e com o baço. Essa relação é fundamental para auxiliar na detecção de alterações difusas que comprometem o parênquima renal, quanto a ecogenicidade da região cortical renal e comparados em profundidades semelhantes (NYLAND, 2002).

A ultrassonografia modo-B é uma valiosa ferramenta diagnóstica na avaliação das doenças renais na rotina clínica veterinária. Porém, a utilidade da ultrassonografia renal é limitada, uma vez que algumas doenças parenquimatosas como amiloidose, nefrite intersticial aguda e crônica, e nefrite tubular e glomerular possuem aparências semelhantes ou até normal ao exame (WALTER, 1987). A inespecificidade de alguns achados ao ultrassom convencional sugere que a dopplervelocimetria pode ser útil para auxiliar a interpretação das imagens em escala de cinza (MORROW et al., 1996).

Os vasos sanguíneos abdominais têm uma estrutura tubular de paredes bem definidas em plano longitudinal. As paredes são paralelas hiperecoicas e têm uma aparência linear fina. Os vasos quando não submetidos à compressão aparecem em plano transversal com aspecto oval ou circular. O lume vascular é anecoico devido a ausência de eco no seu interior. Quando o fluxo sanguíneo é lento e o diâmetro de um vaso é grande o suficiente, podem-se ver os ecos que se movimentam e correspondem ao fluxo sanguíneo (SPAULDING, 1997; SZATMÁRI, 2001).

A ultrassonografia modo-B é ideal para detectar alteração na topografia e arquitetura dos vasos, para medir o diâmetro dos mesmos, para mensurar a espessura e regularidade das paredes vasculares, ou ainda identificar a presença de estruturas anormais perivasculares ou intraluminais (por exemplo, trombos ou tumores). No entanto, sabe-se que o trombo recente pode ser anecoico como o próprio sangue (SZATMÁRI, 2001). A pulsação das artérias também pode ser observada, mas deve-se considerar que a pulsação de uma artéria pode influenciar uma veia adjacente, dependendo de seu calibre e topografia (SZATMÁRI, 2001).

2.3 Ultrassonografia Doppler

A ultrassonografia convencional é um método importante de avaliação dos rins, permitindo a visualização da morfologia macroscópica do mesmo. Entretanto, para a avaliação da vascularização renal é necessária a utilização da ferramenta Doppler.

A avaliação das doenças vasculares viscerais através da técnica de Doppler representa um dos grandes desafios da tecnologia não invasiva, exibindo um potencial positivo enorme na sua aplicação clínica (CERRI et al., 1998).

A ultrassonografia com Doppler pulsado é limitada pela profundidade e orientação dos vasos, pois em muitos casos é difícil examinar os vasos abdominais com um ângulo ideal ($\leq$ que 60°) para obter um sinal fidedigno (SZATMÁRI, 2001).

O mapeamento Doppler colorido evidencia a arquitetura vascular do órgão facilitando a localização dos vasos de interesse produzindo imagens concomitantes com a imagem convencional em tempo real (Figura 5).

Figura 5 - Mapeamento Doppler colorido de rim normal de gato evidenciando a vascularização intrarrenal artérias interlobares (AI) e artéria arqueada (AA).

As imagens com Doppler de amplitude possuem algumas vantagens, incluindo redução do ruído, independência do ângulo Doppler e ausência do artefato de ambiguidade do sinal detectado (Figura 6). A imagem do Doppler colorido de amplitude é limitada pela sua maior sensibilidade aos movimentos de tecidos (CERRI, 1998; RIESEN, 2002).

Figura 6 - Mapeamento Doppler de amplitude de rim de gato normal evidenciando a vascularização intrarenal artérias interlobares (AI) e artéria arqueada (AA).

A compreensão adequada das imagens exige o conhecimento da anatomia vascular dos órgãos e dos princípios básicos do Doppler em ultrassonografia (CARVALHO, 2008a).

A imagem da aorta abdominal em sua porção caudal é obtida com o animal em decúbito lateral direito. O transdutor é colocado na região caudodorsal do abdome, onde a pulsação da aorta pode ser observada longitudinalmente em posição ventral às vértebras lombares, à esquerda e paralela ao trajeto da veia cava caudal. A parte cranial da aorta abdominal (cranial à artéria frenicoabdominal esquerda) não é de fácil visualização, especialmente em cães com tórax profundo, devido aos artefatos ocasionados pelo gás no trato gastrointestinal e pelas costelas. Às vezes, quando há muito gás pode ser mais fácil obter uma imagem sagital melhor da região cranial da aorta em decúbito

dorsal, medialmente ao rim direito. A aorta possui um perfil típico de velocidade de fluxo laminar do tipo achatado e a morfologia da onda é típica de um fluxo de padrão de alta resistência. Possui pico sistólico afilado com uma janela espectral larga e bem definida. A distribuição de velocidade é estreita. O pico sistólico é seguido por uma onda de fluxo retrógrado, depois pode ser visto uma onda de fluxo anterógrada. Se houver uma pausa maior entre duas contrações ventriculares, podemos ainda observar ondas adicionais com velocidades mais baixas (SZATMÁRI, 2001).

A artéria e a veia renal podem ser observadas desde a região hilar renal até sua origem da aorta e da veia cava caudal, respectivamente (Figura 7). Os ramos interlobares ou segmentares podem ser vistos ao redor do complexo ecogênico central, irradiando-se da pelve em direção a junção córtico-medular. As artérias interlobares ramificam-se em artérias arqueadas cursando na direção da junção córtico-medular. As artérias interlobulares originam-se das artérias arqueadas e às vezes são visíveis usando Doppler de amplitude. As veias correm paralelas às artérias e geralmente são mais largas do que as artérias adjacentes.

Figura 7 - Mapeamento Doppler colorido de rim de gato normal evidenciando a arquitetura vascular intrarrenal em plano transversal. Por convenção os vasos arteriais estão em cor vermelha e os venosos em cor azul. (A) Plano transversal de rim de gato evidenciando em modo-B o diâmetro da artéria renal esquerda (ARE) entre os *calipers* (+) e no mapeamento colorido a direção de fluxo sanguíneo dos vasos em região hilar renal. (B) A seta evidencia curvatura da artéria renal onde ocorre artefato de “aliasing” frequentemente.

As artérias renais têm perfil típico de velocidade de fluxo parabólico (isto é, picos sistólicos com ampla distribuição de velocidade e sem janela espectral). O pico sistólico é sempre amplo e algumas vezes observa-se a presença de incisura protodiastólica que reflete o território elástico a jusante. Baixa resistência de fluxo pode ser detectada com fluxo diastólico contínuo e cheio, que gradualmente diminui durante a diástole. Após o pico sistólico, a velocidade cai um pouco, depois se torna mais alta novamente (pico de velocidade diastólico) e no restante da diástole gradualmente diminui (Figura 8). Por vezes é possível observar dois picos sistólicos ou dicróticos (CARVALHO, 2008b).

Figura 8 - Mapeamento espectral da artéria renal direita (ARD) em gato persa normal. Observa-se fluxo arterial bifásico com baixos índices de impedância.

Uma variedade de índices pode ser utilizada na avaliação renal com Doppler. Destaca-se o índice de resistividade e de pulsatilidade (CERRI et al., 1998). Os índices hemodinâmicos como o índice de resistividade (IR) e índice de pulsatilidade (IP) permitem a comparação da velocidade do fluxo durante a sístole (A) e na diástole (B) (Figura 9).

Os índices mais utilizados são: índice de resistividade ($A-B/A$) e índice de pulsatilidade ($A-B/\text{Média}$). As alterações destes índices auxiliam na identificação de alterações na resistividade vascular associadas à rejeição de transplantes, disfunções de parênquima ou na caracterização de malignidade de doenças (CERRI et al., 1998; NYLAND & MATTOON, 2002).

Figura 9 - Mapeamento dúplex-Doppler colorido da artéria renal em gato persa normal. Observa-se velocidade de pico sistólico (A) e velocidade diastólica final (B).

2.4 Ultrassonografia Doppler renal em veterinária

Na literatura veterinária encontram-se poucos trabalhos que citam os valores normais das velocidades sistólicas do fluxo sanguíneo da artéria renal. Melo et al. (2006) examinaram 20 cães e determinaram os valores de $79,96 \pm 8,82$ cm/s para a artéria renal direita e $80,22 \pm 6,99$ cm/s para a artéria renal esquerda. Estes valores são semelhantes àqueles encontrados na literatura médica para humanos, que segundo Zubarev (2001) oscilam entre 60 e 100 cm/s.

O cálculo do índice de resistividade é mais utilizado na avaliação Doppler renal; isto se deve a sua praticidade em relação à obtenção das medidas de velocidade, pois não depende do ângulo de amostra e pode ser mensurado mesmo em pequenos vasos (RIVERS et al., 1996; RIVERS, 1997; MORROW et al., 1996).

Ainda assim, é importante lembrar que estes índices hemodinâmicos variam com a frequência dos batimentos cardíacos e com a pressão arterial (CERRI, 1998) e geralmente refletem a impedância vascular (RIVERS et al., 1996; MORROW et al., 1996). A impedância vascular é definida como impedimento a passagem do fluxo sanguíneo em um vaso, assim quanto maior a resistência menor a velocidade do fluxo sanguíneo. Além disso, o gradiente de pressão, ou seja, a diferença de pressão existente entre as extremidades de um vaso sanguíneo também promove influência na passagem do fluxo sanguíneo (MELO, 2006).

Outros fatores que influem sobre o fluxo sanguíneo nos vasos são a distensão e a complacência vascular. A natureza elástica da parede dos vasos permite que se acomodem o débito pulsátil do coração, promovendo um fluxo sanguíneo contínuo e uniforme. A distensão vascular é definida como aumento fracional do volume de um vaso sanguíneo para cada milímetro de mercúrio aumentado na medida da pressão. A complacência vascular é o volume total de sangue que pode ser armazenado em determinada região a cada aumento de um milímetro de mercúrio na pressão (MELO, 2006).

Os rins possuem um mecanismo de autorregulação que mantém o fluxo sanguíneo renal relativamente constante mesmo em grandes variações de pressão arterial. O leito vascular renal normal apresenta baixa impedância ao fluxo sanguíneo, que é traduzido ao mapeamento espectral pela presença de um fluxo diastólico contínuo (RIVERS, 1997b).

A literatura veterinária refere que o IR normal para cães não sedados está entre 0,56 a 0,67 nas artérias intrarrenais (MORROW, 1996) e não refere relação entre estes e a idade do animal, diferente do que acontece em humanos (CERRI et al., 1998). Estudos em humanos citam que o IR pode ser maior do que 0,80 em crianças; é maior que 0,70 em crianças com menos de quatro anos de idade, e 0,66 em crianças entre cinco e nove anos de idade (MORROW et al., 1996; PLATT, 1997). Há hipóteses que consideram uma relação inversa entre a idade e a resistência vascular devido a ação dos níveis de renina. Um estudo realizado em cães refere que a resistência vascular é mais alta em neonatos (MORROW et al., 1996). Em estudo recente realizado em cães normais, obteve-se o IR normal para a artéria renal direita de $0,64 \pm 0,04$ e para a esquerda de $0,63 \pm 0,028$ sem diferença estatisticamente significativa entre os lados (MELO, 2006).

Referências sugerem diferença estatisticamente significativa nos IR quando o cão é submetido a sedação, encontrando-se resultados entre 0,32 a 0,56 para o IR das artérias arqueadas destes animais (RIVERS, 1997). Outros autores sugerem que o limite superior do índice de resistividade para artérias intrarrenais em cães não sedados seja 0,73 e para cães sedados seja 0,57 (POSNIAK et al., 1982).

RIVERS et al. (1996) avaliaram dez gatos adultos clinicamente saudáveis, selecionados como anatomicamente e funcionalmente normais por meio de exames bioquímicos, urinálise e ultrassom modo-B, e com pressão arterial sistêmica normal. Os animais foram sedados com cloridrato de quetamina e os valores de resistividade intrarrenal (obtidos na artéria arqueada) foram determinados pela ultrassonografia dúplex-

Doppler, expressos pelo IR comumente usado em pacientes humanos. Baseado nos IR obtidos, com intervalo de confiança de 95%, os valores normais calculados foram de 0,52 a 0,60 para o rim esquerdo, e de 0,55 a 0,63 para o rim direito. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os rins. A média foi de $0,59 \pm 0,05$ para o rim direito e $0,56 \pm 0,06$ para o esquerdo. Com estes valores os autores estabeleceram 0,69 como limite superior de normalidade.

RIVERS et al. (1997b) estudaram dez gatos com doença renal não obstrutiva e cinco com doença renal obstrutiva, tomando como referência o limite superior de 0,71 para o índice de resistividade das artérias intrarrenais (interlobares e arqueadas) previamente estabelecido. Observaram que a magnitude do aumento dos IR não estava relacionada a gravidade da disfunção renal. Concluíram que a avaliação dúplex-Doppler do IR intrarrenal é mais útil como técnica diagnóstica auxiliar em gatos azotêmicos com doenças não obstrutivas e cujo aspecto ultrassonográfico ao modo-B não se encontrava bem caracterizado.

POLLARD et al. (1999) avaliaram quatorze gatos domésticos saudáveis, submetidos a nefrectomia seguida de autotransplante com a finalidade de estudar as mudanças no IR no período pós transplante imediato nas artérias intrarrenais ao nível da junção córtico-medular. Durante o estudo obtiveram como resultado para os gatos não sedados antes da cirurgia a média do IR intrarrenal de $0,58 \pm 0,06$ para o rim direito e $0,55 \pm 0,03$ para o esquerdo. Concluíram que estes valores eram similares àqueles obtidos em estudo prévio realizado em gatos sedados com quetamina.

NOVELLAS et al. (2007) estudaram dez gatos selecionados como saudáveis através de exame físico, bioquímicos, urinálise e ultrassom, além da pressão arterial sistêmica com a finalidade de estudar os IR e IP das artérias intrarrenais e ocular destes animais, assim como verificar a correlação entre os achados. Obtiveram como resultado para as artérias intrarrenais o IR de $0,62 \pm 0,04$ com limite superior de 0,70 e IP de $1,02 \pm 0,12$ com limite superior de 1,29. Os autores

não encontraram correlação entre os índices renais e oculares com a pressão sanguínea no animais normais, mesmo quando induzidos a hipertensão transitória por estresse.

No homem, as artérias segmentares exibem fluxos semelhantes ao da artéria renal, porém com velocidades mais baixas e incisura proto-diastólica nem sempre presente (PLATT, 1997). São as artérias interlobares e as arqueadas, no entanto, que representam de forma mais fidedigna as alterações do córtex renal, embora haja poucas referências do padrão hemodinâmico normal destas na literatura veterinária.

Não há referências na literatura quanto aos valores de referência da velocidade do fluxo sanguíneo nestes vasos em gatos hípidos.

2.5 Ultrassonografia Doppler renal em medicina humana

Na medicina humana os índices de resistividade e de pulsatilidade da artéria renal são comumente utilizados para avaliar pacientes com nefropatia (NOVELLAS, 2007). O índice de resistividade tem sido utilizado como um índice hemodinâmico capaz de prever a reversibilidade de lesão renal nos pacientes humanos que desenvolvem insuficiência renal e diabetes. Este índice parece apresentar correlação com a concentração sérica e taxa de clearance de creatinina, com a concentração sérica de glicose, níveis de colesterol, presença de microalbuminúria, pressão sanguínea arterial, idade do paciente e duração da doença (PLATT, 1997). Índices de resistividade aumentados parecem estar relacionados a danos precoces consequentes de hipertensão arterial (NOVELLAS, 2007).

A ultrassonografia Doppler renal é considerada uma modalidade diagnóstica efetiva para a detecção de estenose da artéria renal. No entanto, a literatura parece considerar controversos os resultados isolados obtidos através de metodologias direta e indireta (OLIVEIRA, 1997).

A metodologia direta avalia a velocidade de pico sistólico da artéria renal em sua região próxima a origem e também um índice denominado relação renal/aorta, que relaciona a velocidade de pico sistólico da artéria renal com a da aorta abdominal cranial a origem daquela. Esta técnica, no entanto, parece apresentar um alto índice de falha técnica associado a dificuldade de acompanhar todo o trajeto da artéria renal (OLIVEIRA, 2000).

A metodologia indireta avalia o fenômeno “tardus parvus” pós estenótico através do estudo da morfologia de onda do espectro Doppler das artérias intrarrenais. Os parâmetros avaliados para detecção da estenose da artéria renal incluem a determinação da aceleração sistólica inicial, o tempo de aceleração e o formato do pico sistólico. A aceleração sistólica inicial é considerada normal quando maior que $3,0 \text{ m/s}^2$

(MIDDLETON, 1992). Estudos experimentais (BUDE et al., 1994) e clínicos (HALPERN et al., 1995) na espécie humana demonstraram o conceito de que a redução da aceleração sistólica inicial se relaciona com o aumento da complacência do leito vascular distal. Além disso, outros autores observaram que a curva espectral de fluxo sanguíneo é influenciada pela interação complexa entre a complacência das paredes vasculares e a resistência do leito vascular (OLIVEIRA et al., 2000). A literatura ainda cita que estes fatores também são influenciados pela ação de fármacos, alterações de parênquima renal decorrentes de nefropatias ou pela idade (EIBENBERGER et al., 1995).

Oliveira e colaboradores (2000) utilizaram ambas as metodologias e ainda propuseram um índice denominado relação renal/segmentar, que relaciona a velocidade de pico sistólico da artéria renal com a segmentar. Os resultados foram confrontados com os obtidos utilizando-se a angiografia como método padrão ouro e chegaram a conclusão que as relações renal/segmentar e renal/aorta foram os melhores critérios para o diagnóstico da estenose renal.

Aloenxertos renais podem ser particularmente bem visibilizados com ultrassom devido à sua localização superficial na fossa ilíaca. A rejeição do aloenxerto pode ser detectada precocemente, e diagnosticadas as alterações na artéria e veia principais do enxerto. O exame do rim transplantado é geralmente de mais fácil acesso que o rim nativo, pois encontra-se próximo a pele. As principais complicações detectadas são estenose da artéria e trombose da veia enxertadas. O mapeamento dúplex-Doppler apresenta padrões característicos que dispensam estudos adicionais de imagem (HRICAK et al., 1981; CERRI et al., 1998).

MÉTODOS

3.1 Casuística - animais

Este é um estudo prospectivo realizado por um único examinador (Cibele Figueira Carvalho) entre janeiro e novembro de 2007 no Instituto Brasileiro de Diagnóstico e Especialidades Veterinárias Provet em São Paulo (Anexo A - documento de aprovação de realização do estudo).

O tamanho da amostra foi determinado a partir de informações obtidas em projeto piloto envolvendo 10 gatos. Foram examinados 32 animais e selecionados 25 gatos da raça persa, somando 50 unidades renais. Quanto ao gênero, eram 13 fêmeas e 12 machos, que apresentavam pesos corpóreos entre 2,5 e 4,8 kg com média de 3,6 kg, e idade entre 12 e 60 meses com média de 26 meses de idade. Todos os animais selecionados de acordo com os critérios de inclusão foram provindos de seis gatis particulares diferentes. Os animais que apresentaram alguma alteração estrutural ou de ecogenicidade foram excluídos deste estudo.

3.2 Critérios de inclusão

- Gatos adultos da raça persa com idade entre 12 e 60 meses, selecionados como sadios por meio de exame clínico.

3.3 Critérios de exclusão

- hemograma completo com valores alterados em relação aos limites da normalidade (Anexo B) (JAIN, 1993);
- bioquímica sérica com dosagem de creatinina abaixo ou acima dos valores de referência, sejam eles 0,8 a 1,8 mg/dl (KANEKO et al., 1997);
- bioquímica sérica com dosagem de uréia abaixo ou acima dos valores de referência, sejam eles 20,0 a 30,0 mg/dl (KANEKO et al., 1997);
- bioquímica sérica com dosagem de fosfatase alcalina abaixo ou acima dos valores de referência, sejam eles 25,0 a 93,0 UI/l (KANEKO et al., 1997);

- bioquímica sérica com dosagem de ALT abaixo ou acima dos valores de referência, sejam eles 6,0 a 83,0 UI/l (KANEKO et al., 1997);
- bioquímica sérica com dosagem de AST abaixo ou acima dos valores de referência, sejam eles 26,0 a 43,0 UI/l (KANEKO et al., 1997);
- indícios de processo inflamatório ou infeccioso em vesícula urinária avaliado através da presença de alterações em exame de urina tipo I; indícios de alteração de densidade, proteinúria, relação proteína/creatinina alterada;
- pressão arterial sistólica abaixo ou acima dos valores de referência, sejam eles 90 a 200 mmHg (BROWN et al., 2007).
- avaliação renal ultrassonográfica em modo-B com alterações estruturais referentes a formato e dimensões, ecogenicidade do parênquima, relação córtico-medular ou texturais em um ou ambos os rins. Ao exame ultrassonográfico renal foram avaliadas as seguintes características conforme estabelecido na literatura (VAC, 2004):
- dimensão renal: diâmetro bipolar máximo (considerado normal de $3,66 \pm 0,46$ cm), diâmetro transversal (considerado normal com $2,53 \pm 0,30$ cm) e diâmetro anteroposterior (normal $2,21 \pm 0,28$ cm) conforme estabelecido na literatura;
- parênquima renal: espessura do parênquima (que será considerada normal quando se mantiver a proporção de 1:1 em relação a região medular) e ecogenicidade (que será avaliada comparativamente em relação ao parênquima hepático, considerando-se normal quando hipo ou isoecogênico a este)
- seio renal: avaliado somente para exclusão de anormalidades.

3.4 Ética

O projeto foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética do Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Anexo A – documento de aprovação).

Os proprietários dos animais assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido permitindo a utilização dos dados obtidos através do exame ultrassom Doppler renal desses pacientes (Anexo A – documento de consentimento).

3.5 Equipamento

Foi utilizado um equipamento modo-B da marca GE®, modelo Logiq3 com transdutor multifrequencial linear de 7 a 10 MHz. As imagens foram registradas em CD diretamente na mídia do aparelho.

3.6 Técnica de exame

Em uma primeira etapa estes animais foram submetidos a jejum de sólidos no mínimo de 8 horas para a realização dos exames ultrassonográficos. Em todos os animais realizou-se ampla tricotomia abdominal, incluindo os músculos epaxiais dorsalmente, a pelve caudalmente e o processo xifóide cranialmente. Para a avaliação ultrassonográfica foi necessário a utilização de gel para contato em toda a região examinada (Figura 10). Os animais foram contidos manualmente pelos proprietários sem a necessidade de sedação ou anestesia.

Figura 10 - Paciente posicionado em decúbito dorsal após ampla tricotomia abdominal para a realização do exame ultrassonográfico.

* GE - Heathcare. Glen Park Rd, Milwaukee, WI, USA.

O animal foi posicionado em decúbito dorsal, com o transdutor na parede lateral esquerda e direita do abdome, próximo à margem caudal das costelas (Figura 11).

Figura 11 - Animal posicionado em decúbito dorsal, com o transdutor em região próxima a margem caudal das costelas para visibilização do rim.

Na ultrassonografia modo-B inicialmente os rins foram examinados por meio de planos de cortes longitudinais, transversais e coronais (Figura 12). Depois de descartadas quaisquer alterações ao exame modo-B o animal foi incluído no estudo e procedeu-se a avaliação dos vasos de interesse, avaliando seu calibre e suas características Dopplerfluxométricas (Doppler colorido e Doppler pulsado).

Figura 12 - Sonograma de rim normal de gato em plano transversal (A) e coronal (B).

- A) *Calibre dos vasos*: a medida do calibre das artérias renais foi realizada em plano longitudinal, próximo a origem de cada uma e quando não foi possível identificar esta porção do vaso, foi mensurado o diâmetro no trajeto da mesma próximo a pelve renal. A medida do diâmetro da aorta abdominal foi realizada no corte longitudinal do vaso, antes da emergência das artérias renais.
- B) *Doppler colorido*: após a ultrassonografia modo-B, os rins foram avaliados por meio do mapeamento colorido para estudo da arquitetura vascular (Figura 13). Identificaram-se as artérias renais, interlobares (cranial, média e caudal) e arqueadas. O aparelho foi calibrado com o ganho entre 27 a 30 e frequência de repetição de pulso entre 3,2 a 4,4 kHz.

Figura 13 - Mapeamento Doppler colorido de rim normal de gato da raça persa.

- C) *Doppler pulsado*: após o mapeamento colorido, o Doppler pulsado foi acionado e o cursor posicionado nas artérias renais, interlobares nas porções cranial, médio e caudal de cada um dos rins e em pelo menos uma arqueada em cada um deles (Figura 14). Nas artérias renais o cursor foi posicionado preferencialmente junto a sua emergência ou quando não houvesse janela junto à pelve renal, com especial atenção à angulação do cursor. Foi mantido ângulo de insonação menor que 60°. O aparelho foi calibrado com o ganho entre 14 a 18 e frequência de repetição de pulso entre 6,6 a 9,1 kHz.

Figura 14 - Mapeamento dúplex Doppler colorido evidenciando o traçado espectral da artéria interlobar cranial de rim normal de gato persa.

Usando o modo colorido foi possível determinar a presença ou ausência de fluxo nos vasos. Os parâmetros coloridos foram ajustados para que o lume do vaso estivesse preenchido e a informação colorida não ultrapassasse o lume vascular (CERRI, 1998).

Por fim, o volume de amostra medindo 2 a 3 mm, foi colocado na porção central do vaso (aorta e artéria renal) e usando a técnica Doppler pulsado obteve-se um traçado nesta região do mesmo com no mínimo três ondas subsequentes. Após a correção do ângulo e com o traçado livre de artefatos a imagem foi congelada, e procedeu-se a análise do formato das ondas.

Foram realizadas as medidas de velocidade de pico sistólico máximo e velocidade diastólica mínima em todas as artérias (aorta, artérias renais e intrarrenais), e aceleração sistólica inicial (esta última somente nas artérias renais e interlobares) (Figura 15). Ainda foram calculados os índices de resistividade destes vasos conforme descrito em literatura (CERRI, 1998; CARVALHO et al, 2008a e b).

Figura 15 - Detalhe do traçado espectral de artéria interlobar renal evidenciando o ponto de velocidade de pico sistólico máximo (VPS), velocidade diastólica final (VDF) e a linha que coincide com a aceleração sistólica do fluxo sanguíneo (A).

Todos os dados foram protocolados e dispostos em quadros para análise estatística.

3.7 Análise estatística

A análise estatística dos resultados foi realizada com a aplicação de testes de hipóteses, levando-se em consideração a natureza dos dados obtidos e a variabilidade das medidas efetuadas. Cada uma das artérias recebeu tratamento estatístico em separado. Foram calculadas variáveis contínuas (mínimo, máximo, média e mediana) de cada um dos valores e dos índices estabelecidos.

Foi utilizado teste *t*-pareado para verificar se havia diferença significativa entre as médias dos IR e velocidades obtidos entre os lados.

Verificou-se ainda a presença de correlação entre dados utilizando o coeficiente de Pearson e foram estabelecidos índices de relação entre as velocidades de pico sistólico e diastólico das artérias renais e aorta, e entre as artérias renais e intrarrenais.

Foi necessário construir intervalos de variação para determinar os limites de valores plausíveis para os parâmetros de velocidade e IR dos vasos avaliados, uma vez que não há limites pré-estabelecidos em literatura. Estes limites foram obtidos por meio de cálculo da média ± 2 desvios padrões supondo que os resultados provêm de uma amostra de distribuição normal, portanto representando teoricamente 95% do total populacional. Estes limites foram também obtidos através dos cálculos de percentis com intervalo entre o percentil 2,5 e 97,5.

RESULTADOS

Seguindo a metodologia descrita, os resultados serão apresentados na seguinte sequência: modo-B e mapeamento Doppler.

O exame modo-B renal teve como finalidade a seleção dos indivíduos deste estudo, assim não foram avaliados os dados obtidos referentes a este modo de processamento de imagem (Figura 16).

Figura 16 - (A) Sonograma de rim normal de gato em plano transversal e (B) plano longitudinal.

4.1 Aorta abdominal

O exame das 50 unidades renais revelou que a média do diâmetro da artéria aorta abdominal em sua porção cranial a origem das artérias renais foi de $0,38 \pm 0,04$ cm (Figura 17). Os dados obtidos foram dispostos em tabelas (ANEXO C - Tabela 1).

Figura 17 - Imagem em modo-B de rim de gato normal em plano transversal em região de origem da artéria renal na aorta abdominal.

Os valores médios de velocidade de pico sistólico (VPS) obtidos para a aorta abdominal em sua porção caudal a origem das artérias renais foram VPS $53,17 \pm 13,46$ cm/s (Tabela 3).

Tabela 3: Média e medidas de dispersão obtidos dos diâmetros e das velocidades de pico sistólico, velocidade diastólica final da aorta. São Paulo, 2007.

N = 25	AAO diâmetro (cm)	AAO VPS (cm/s)	AAO VDF (cm/s)
Média	0,38	53,17	20,73
DP	0,04	13,46	7,17
Mínimo	0,28	37,29	8,74
Mediana	0,38	51,80	18,96
Máximo	0,46	83,77	39,14

Nota: (AAO) artéria aorta; (DP) desvio padrão; (VPS) velocidades de pico sistólico; (VDF) velocidade diastólica final; (N) número de amostra.

4.2 Artérias renais

O exame das 50 unidades renais revelou que a média do diâmetro da artéria renal foi de $0,15 \pm 0,02$ cm (ANEXO C - Tabela 2).

Ao avaliarmos os valores médios dopplervelocimétricos das artérias renais (Figura 18) obtivemos como resultado para a artéria renal (AR) esquerda VPS $40,96 \pm 9,08$ cm/s e IR $0,55 \pm 0,07$ e, para a artéria renal (AR) direita obteve-se VPS $41,39 \pm 9,89$ cm/s e IR $0,52 \pm 0,07$ (Tabela 4).

Figura 18 - A) Imagem Doppler colorido em plano transversal de rim de gato normal evidenciando a região de pelve renal e origem da artéria renal na aorta abdominal. B) Imagem dúplex Doppler colorido de artéria renal evidenciando traçado arterial com perfil de velocidade de fluxo parabólico, pico sistólico afilado (VPS) e velocidade diastólica final (VDF).

Tabela 4: Médias e desvios padrões obtidos das velocidades de pico sistólico, velocidade diastólica final e índices de resistividade nas artérias renais nos lados direito e esquerdo de 25 gatos. São Paulo, 2007.

	AR_VPS (cm/s)	AR_VDF (cm/s)	AR_IR
Esquerdo			
Média	40,96	18,46	0,551
DP	9,08	5,34	0,072
Direito			
Média	41,39	19,83	0,521
DP	9,89	5,69	0,073

Nota: (AR) artéria renal; (DP) desvio padrão; (VPS) velocidades de pico sistólico; (VDF) velocidade diastólica final; (IR) índice de resistividade.

Aplicando-se teste t pareado as médias dos valores de VPS e IR apresentaram similaridade entre os lados e não foi observado diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Ao considerarmos ambas as artérias renais tivemos a média de VPS $41,17 \pm 9,40$ cm/s e para o IR $0,53 \pm 0,07$ (Tabela 5).

Tabela 5: Média e medidas de dispersão obtidos dos diâmetros e das velocidades de pico sistólico, velocidade diastólica final das artérias renais. São Paulo, 2007.

N = 50	AR diâmetro (cm)	AR VPS (cm/s)	AR VDF (cm/s)	AR IR
Média	0,15	41,17	19,14	0,54
DP	0,01	9,40	5,50	0,07
Mínimo	0,12	22,45	10,59	0,39
Mediana	0,15	40,26	18,93	0,53
Máximo	0,17	64,50	31,83	0,70

Nota: (AR) artéria renal; (DP) desvio padrão; (VPS) velocidades de pico sistólico; (VDF) velocidade diastólica final; (IR) índice de resistividade; (N) número de amostra.

Os parâmetros velocimétricos das artérias renais foram calculados em ambos os lados e ao aplicarmos o teste *t*-pareado não foi observado diferença estatisticamente significativa entre os lados para a maioria dos parâmetros com exceção do índice de resistividade (Tabela 6).

Tabela 6 – Tabela dispondo as médias e desvios padrões dos valores velocimétricos obtidos das artérias renais de 50 gatos, com estudo comparativo entre os lados direito e esquerdo através da aplicação dos testes *t*-pareados com nível de significância de 1%. São Paulo, 2007.

			Lado		Teste t- pareado
			Direito	Esquerdo	(p)
ARTÉRIA RENAL	Diâmetro (cm)	Média	0,149	0,147	0,136
		Desvio-padrão	0,014	0,013	
	VPS (cm/s)	Média	41,387	40,955	0,829
		Desvio-padrão	9,890	9,083	
	VDF (cm/s)	Média	19,826	18,463	0,209
		Desvio-padrão	5,687	5,340	
	IR	Média	0,517	0,546	0,041
		Desvio-padrão	0,071	0,073	
	ASi (cm/s ²)	Média	1097,1	1143,5	0,352
		Desvio-padrão	1100,1	1207,5	

Nota: VPS = velocidade de pico sistólico; VDF = velocidade diastólica final; IR = índice de resistividade; (p) = nível de significância. São Paulo, 2007.

4.3 Artérias interlobares

Foi realizado o estudo dopplervelocimétrico das artérias interlobares cranial, média e caudal (Figura 19).

Figura 19 - Imagem dúplex Doppler colorido de artéria renal evidenciando traçado arterial com perfil de velocidade de fluxo parabolóico com presença de incisura protodiastólica (flecha).

Artéria interlobar cranial

Obtivemos como resultados do estudo velocimétrico para a artéria interlobar cranial VPS $30,90 \pm 9,03$ cm/s, VDF $14,08 \pm 5,12$ cm/s e IR $0,51 \pm 0,07$.

Artéria interlobar média

Para a artéria interlobar média obtivemos VPS $32,16 \pm 9,33$ cm/s, VDF $15,01 \pm 4,81$ cm/s e IR $0,52 \pm 0,06$.

Artéria interlobar caudal

Para a artéria interlobar caudal obtivemos VPS $30,28 \pm 8,64$ cm/s, VDF $14,44 \pm 4,53$ cm/s e IR $0,51 \pm 0,07$.

Ao aplicarmos o teste *t*-pareado não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os lados para todos os parâmetros velocimétricos (Tabela 7). Em um dos cães não foi possível obter um mapeamento espectral da artéria interlobar média (direita e esquerda) adequado e livre de artefatos devido ao padrão respiratório do animal. Assim decidiu-se excluir o traçado deste estudo.

Tabela 7 – Médias e desvios padrões dos valores velocimétricos obtidos das artérias intrarrenais com estudo comparativo entre os lados direito e esquerdo através da aplicação dos testes t-pareados com nível de significância de 1%. São Paulo, 2007.

			Lado		Teste t-pareado (p)
			Direito	Esquerdo	
Artéria interlobar cranial	VPS	Média	29,454	32,337	0,235
		Desvio padrão	8,263	9,684	
		N	25	25	
	VDF	Média	14,045	15,566	0,289
		Desvio padrão	4,726	5,480	
		N	25	25	
	IR	Média	0,518	0,514	0,839
		Desvio padrão	0,072	0,081	
		N	25	25	
	aceleração sistólica	Média	768,230	709,170	0,341
		Desvio padrão	270,720	261,990	
		N	25	25	
Artéria interlobar média	VPS	Média	30,568	33,185	0,241
		Desvio padrão	9,351	9,055	
		N	24	24	
	VDF	Média	14,478	15,101	0,553
		Desvio padrão	4,738	4,545	
		N	24	24	
	IR	Média	0,520	0,540	0,177
		Desvio padrão	0,059	0,064	
		N	24	24	
	aceleração sistólica	Média	780,562	762,520	0,802
		Desvio padrão	300,905	295,110	
		N	24	24	
Artéria interlobar caudal	VPS	Média	28,814	31,748	0,193
		Desvio padrão	7,495	9,584	
		N	25	25	
	VDF	Média	13,332	15,552	0,083
		Desvio padrão	3,928	4,888	
		N	25	25	
	IR	Média	0,533	0,500	0,068
		Desvio padrão	0,054	0,084	
		N	25	25	
	aceleração sistólica	Média	788,240	685,990	0,043
		Desvio padrão	319,800	296,940	
		N	25	25	

Nota: VPS = velocidade de pico sistólico; VDF = velocidade diastólica final; IR = índice de resistividade; N = número de amostra; (p) = nível de significância.

4.4 Correlações entre dados

Foram realizados cálculos do coeficiente de Pearson para verificar se há a presença de correlação entre os dados obtidos das artérias renais, intra-renais totais e aorta. Os resultados da aplicação do coeficiente de Pearson entre os parâmetros velocimétricos demonstraram a existência de correlação entre os dados (Tabela 8).

Tabela 8 - Resultados de correlações entre as velocidades de pico sistólico das artérias renais, intrarrenais totais e da aorta entre si com a aplicação do coeficiente de Pearson (r). (*) Correlação significativa a 0,05. (**) Correlação significativa a 0,01. São Paulo, 2007.

	Total	renal	Interlobar			ar- queada	aorta
			cranial	média	caudal		
Renal	(r)	1,000	0,026	,358(*)	,394(**)	0,071	-,285(*)
	(p)	,	0,856	0,012	0,005	0,720	,045
	n	50	50	49	50	28	50
Interlobar cranial	(r)	0,026	1,000	,450(**)	,443(**)	,397(*)	-,107
	(p)	0,856	,	0,001	0,001	0,036	,459
	n	50	50	49	50	28	50
Interlobar média	(r)	,358(*)	,450(**)	1,000	,657(**)	0,232	-,065
	(p)	0,012	0,001	,	0,000	0,234	,656
	n	49	49	49	49	28	49
Interlobar caudal	(r)	,394(**)	,443(**)	,657(**)	1,000	0,181	-,149
	(p)	0,005	0,001	0,000	,	0,356	,301
	n	50	50	49	50	28	50
Arqueada	(r)	0,071	,397(*)	0,232	0,181	1,000	,221
	(p)	0,720	0,036	0,234	0,356	,	,257
	n	28	28	28	28	28	28
Aorta	(r)	-,285(*)	-,107	-,065	-,149	,221	1,000
	(p)	,045	,459	,656	,301	,257	,
	n	50	50	49	50	28	25

Foram realizados cálculos do coeficiente de Pearson para verificar se há a presença de correlação entre os dados obtidos das artérias separadamente. Os resultados da aplicação do coeficiente de Pearson entre os parâmetros velocimétricos demonstraram a existência de correlação entre os dados (Tabela 9).

Tabela 9 – Resultados dos cálculos das correlações entre as velocidades de pico sistólico das artérias renais, intra-renais (direita e esquerda separadamente) e da aorta entre si com a aplicação do coeficiente de Pearson (r). (*) Correlação significativa a 0,05. (**) Correlação significativa a 0,01. (a) os valores da aorta foram correlacionados em ambos os lados. São Paulo, 2007.

Lado Direito		Interlobar					
		Renal	Cranial	Média	Caudal	Arqueada	Aorta(a)
Renal	(r)	1,000	-,426(*)	0,129	0,296	-0,175	-0,254
	(p)	,	0,034	0,547	0,151	0,628	0,221
	n	25	25	24	25	10	25
Interlobar cranial	(r)	-,426(*)	1,000	0,365	0,248	0,594	0,016
	(p)	0,034	,	0,080	0,232	0,070	0,941
	n	25	25	24	25	10	25
Interlobar média	(r)	0,129	0,365	1,000	,685(**)	0,370	0,169
	(p)	0,547	0,080	,	0,000	0,292	0,429
	n	24	24	24	24	10	24
Interlobar caudal	(r)	0,296	0,248	,685(**)	1,000	0,304	-0,017
	(p)	0,151	0,232	0,000	,	0,394	0,934
	n	25	25	24	25	10	25
Arqueada	(r)	-0,175	0,594	0,370	0,304	1,000	0,179
	(p)	0,628	0,070	0,292	0,394	,	0,621
	n	10	10	10	10	10	10
Aorta	(r)	-0,254	0,016	0,169	-0,017	0,179	1,000
	(p)	0,221	0,941	0,429	0,934	0,621	,
	n	25	25	24	25	10	25

Continuação tabela 9

Lado esquerdo		Renal	Interlobar			Arqueada	Aorta(a)
			Cranial	Média	Caudal		
Renal	(r)	1,000	,455(*)	,612(**)	,506(**)	0,289	-0,319
	(p)	,	0,022	0,001	0,010	0,245	0,120
	n	25	25	25	25	18	25
Interlobar cranial	(r)	,455(*)	1,000	,489(*)	,547(**)	0,250	-0,215
	(p)	0,022	,	0,013	0,005	0,316	0,302
	n	25	25	25	25	18	25
Interlobar média	(r)	,612(**)	,489(*)	1,000	,626(**)	0,030	-0,287
	(p)	0,001	0,013	,	0,001	0,905	0,165
	n	25	25	25	25	18	25
Interlobar caudal	(r)	,506(**)	,547(**)	,626(**)	1,000	0,057	-0,258
	(p)	0,010	0,005	0,001	,	0,822	0,212
	n	25	25	25	25	18	25
arqueada	(r)	0,289	0,250	0,030	0,057	1,000	0,271
	(p)	0,245	0,316	0,905	0,822	,	0,277
	n	18	18	18	18	18	18
aorta	(r)	-0,319	-0,215	-0,287	-0,258	0,271	1,000
	(p)	0,120	0,302	0,165	0,212	0,277	
	n	25	25	25	25	18	25

Após verificar a existência de correlação entre os dados calculou-se ainda a presença de uma relação numérica entre os valores de velocidade de picos sistólicos obtidos entre as artérias avaliadas (Tabela 10).

Tabela 10 – Resultados da relação entre as velocidades de pico sistólico das artérias renais direita (D) e esquerda (E), ou ambas com a aorta e das artérias renais com as artérias intrarrenais. São Paulo, 2007.

	RRA (VPS)	RRICr	RRIM	RRICd
AR E				
Média	0,82	1,34	1,27	1,36
DP	0,29	0,35	0,35	0,39
Mínimo	0,39	0,72	0,90	0,83
Mediana	0,81	1,37	1,16	1,30
Máximo	1,52	2,30	2,30	2,62
N	25	25	25	25
AR D				
Média	0,83	1,57	1,48	1,52
DP	0,31	0,72	0,64	0,53
Mínimo	0,39	0,50	0,74	0,69
Mediana	0,81	1,48	1,31	1,39
Máximo	1,48	3,47	3,30	2,90
N	25	25	25	25
AMBAS				
Média	0,83	1,45	1,37	1,44
DP	0,30	0,57	0,52	0,47
Mínimo	0,39	0,50	0,74	0,69
Mediana	0,81	1,40	1,22	1,34
Máximo	1,52	3,47	3,30	2,90
N	50	50	50	50

Nota: (DP) desvio padrão; (N) número de amostra; (VPS) velocidade de pico sistólico; (RRA) relação entre as artérias renal e aorta; (RRICr) relação entre as artérias renal e interlobar cranial; (RRIM) relação entre as artérias renal e interlobar média; (RRICd) relação entre as artérias renal e interlobar caudal.

A fim de demonstrar visualmente essas relações numéricas foram construídos gráficos de dispersão (Gráficos 1 a 4). A correlação positiva é demonstrada pela disposição crescente dos pontos nos gráficos de dispersão. Esta correlação pode ser observada nas artérias interlobares entre si, entre as interlobares e as arqueadas, e ainda, entre as artérias renais e interlobares (Gráficos 1 (A) e (B), 2 (A) e 3).

Gráfico 1 – (A) e (B) Gráficos de dispersão demonstrando a correlação positiva entre os valores de velocidade de pico sistólico das artérias interlobares entre si.

No entanto, a correlação negativa demonstrada pela disposição decrescente dos pontos no gráfico, foi encontrada entre as artérias renais e a aorta abdominal (Gráfico 2-B e Gráfico 4).

Gráfico 2 – (A) Gráfico de dispersão demonstrando a correlação positiva entre os valores de velocidade de pico sistólico das artérias renais e interlobares mediais e caudais. (B) Gráfico de dispersão demonstrando a correlação negativa entre os valores de velocidade de pico sistólico das artérias renais e aorta.

Gráfico 3 – Gráfico de dispersão demonstrando a correlação positiva entre os valores de velocidade de pico sistólico das artérias arqueadas e interlobares craniais.

Gráfico 4 – (A) Gráfico de dispersão demonstrando a correlação negativa entre as artérias renal direita e interlobar cranial ipsilateral. (B) Gráfico de dispersão demonstrando a correlação positiva entre as artérias renal esquerda e interlobar cranial ipsilateral.

4.5 Construção de valores de referência superiores e inferiores

Considerando-se que o grupo em estudo é composto por animais selecionados como sadios e normais, os limites de normalidade foram construídos através de um intervalo de variação, com limiares inferiores e superiores obtidos pelos cálculos de média ± 2 desvios padrões. Parte-se do princípio que os resultados provêm de uma distribuição normal, portanto os limites estabelecidos representam teoricamente 95% do total populacional. As tabelas de números 11 a 16 demonstram estes resultados.

Como resultado de intervalo de variação normal para a artéria renal obtivemos ao modo-B o diâmetro de $0,14 \pm 0,02$. Ao estudo Doppler deste vaso obtivemos como resultados os intervalos de variação de VPS $41,17 \pm 18,8$ cm/s e VDF $19,14 \pm 11,0$ cm/s, IR $0,53 \pm 0,14$ e foi obtido para a aceleração sistólica o limite inferior de $1,12$ m/s² e o superior de $3,4$ m/s² conforme demonstrado na Tabela 11.

Tabela 11 – Resultados dos valores de referência do diâmetro, VPS, VDF, IR e ASi calculados para a artéria renal em 50 unidades renais. São Paulo, 2007.

	Diâmetro (cm)	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
Média	0,148	41,171	19,145	0,531	1,12 m/s ²
Desvio-padrão	0,013	9,400	5,503	0,073	1,14 m/s ²
Limite inferior	0,122	22,371	8,138	0,386	0
Limite superior	0,175	59,971	30,151	0,676	3,40 m/s ²

Ao estudo Doppler obtivemos como resultado de intervalo de variação normal para a artéria interlobar cranial a VPS $30,89 \pm 18,04$ cm/s e VDF $14,80 \pm 10,24$ cm/s, o IR normal foi $0,51 \pm 0,15$ e a aceleração sistólica do fluxo sanguíneo $0,73 \pm 0,53$ m/s² (Tabela 12).

Tabela 12 - Resultados dos valores de referência do diâmetro, VPS, VDF, IR e ASi para a artéria interlobar cranial calculados a partir de 50 unidades renais. São Paulo, 2007.

	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
Média	30,895	14,805	0,516	0,73
Desvio-padrão	9,028	5,122	0,076	0,26
Limite inferior	12,839	4,561	0,364	0,20
Limite superior	48,951	25,049	0,668	1,26

Os resultados obtidos para os valores de referência da artéria interlobar média foram VPS $32,17 \pm 18,66$ cm/s e VDF $15,01 \pm 9,62$ cm/s, o IR normal foi $0,52 \pm 0,12$ e a aceleração sistólica do fluxo sanguíneo neste vaso foi $0,76 \pm 0,58$ m/s² (Tabela 13).

Tabela 13 - Resultados dos valores de referência dos VPS, VDF, IR e ASi para a artéria interlobar média, calculados em 49 unidades renais. São Paulo, 2007.

	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
Média	32,169	15,013	0,528	0,76
Desvio-padrão	9,332	4,817	0,062	0,29
Limite inferior	13,505	5,380	0,404	0,18
Limite superior	50,833	24,646	0,652	1,35

Os resultados obtidos para os valores de referência da artéria interlobar caudal foram VPS $30,28 \pm 17,28$ cm/s e VDF $14,44 \pm 9,06$ cm/s, o IR normal foi $0,52 \pm 0,14$ e a aceleração sistólica do fluxo sanguíneo neste vaso foi $0,73 \pm 0,61$ m/s² (Tabela 14).

Tabela 14 - Resultados dos valores de referência dos VPS, VDF, IR e ASi para a artéria interlobar caudal, calculados a partir de 50 unidades renais. São Paulo, 2007.

	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
Média	30,281	14,442	0,517	0,73
Desvio-padrão	8,643	4,530	0,072	0,30
Limite inferior	12,995	5,382	0,373	0,11
Limite superior	47,568	23,501	0,661	1,35

Os resultados obtidos para os valores de referência dos VPS, VDF, IR e ASi da artéria arqueada foram VPS $31,91 \pm 21,76$ cm/s e VDF $15,07 \pm 11,54$ cm/s, o IR normal foi $0,52 \pm 0,11$ e a aceleração sistólica do fluxo sanguíneo neste vaso foi $0,54 \pm 0,56$ m/s² (Tabela 15).

Tabela 15 - Resultados dos valores de referência dos VPS, VDF, IR e ASi para a artéria arqueada, calculados a partir de 28 unidades renais. São Paulo, 2007.

	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
Média	31,916	15,073	0,526	0,54
Desvio-padrão	10,882	5,770	0,055	0,28
Limite inferior	10,152	3,532	0,416	0
Limite superior	53,681	26,614	0,636	1,11

Os resultados obtidos para os valores de referência da artéria aorta foram diâmetro de $0,38 \pm 0,08$ cm, VPS $53,17 \pm 26,9$ cm/s e VDF $20,72 \pm 14,32$ cm/s (Tabela 16).

Tabela 16 - Resultados dos valores de referência dos VPS e VDF para a artéria aorta, calculados a partir de 25 animais. São Paulo, 2007.

	Diâmetro (cm/s)	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)
Média	0,376	53,170	20,725
Desvio-padrão	0,043	13,459	7,169
Limite inferior	0,290	26,251	6,386
Limite superior	0,463	80,088	35,064

Utilizou-se ainda outra forma de se determinar estes limites, através dos cálculos de percentis. O equivalente ao intervalo de 95% seriam os valores entre o percentil 2,5 e 97,5. As tabelas de números 17 a 22 apresentam os resultados de forma a facilitar a visualização destes limites calculados desta forma.

Para a artéria renal foram obtidos valores mínimos e máximos de diâmetro que variaram entre 0,12 e 0,17 cm, de VPS entre 23,43 e 63,20 cm/s, de VDF entre 10,64 e 31,48 cm/s, de IR entre 0,40 e 0,69 e de aceleração sistólica entre 0,40 e 5,62 m/s² (Tabela 17).

Tabela 17 – Valores dos percentis de VPS, VDF, IR e ASi para a artéria renal, calculados a partir de 50 unidades renais. São Paulo, 2007.

		Diâmetro (cm)	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
	1	0,120	22,450	10,590	0,400	0,40
	2,5	0,123	23,435	10,642	0,403	0,40
	5	0,130	26,745	10,945	0,416	0,43
	10	0,130	29,207	12,002	0,441	0,46
	25	0,140	34,055	14,645	0,478	0,57
Percentis	50	0,150	40,255	18,930	0,525	0,82
	75	0,160	48,270	21,510	0,600	1,06
	90	0,170	55,829	28,338	0,637	1,42
	95	0,170	59,125	30,554	0,665	4,72
	97,5	0,170	63,188	31,484	0,692	5,62
	99	0,170	64,500	31,830	0,700	5,73

Para a artéria interlobar cranial foram obtidos valores mínimos e máximos de VPS entre 14,30 e 58,0 cm/s, de VDF entre 6,54 e 29,08 cm/s, de IR entre 0,37 e 0,65 e de aceleração sistólica entre 0,36 e 1,43 m/s² (Tabela 18).

Tabela 18 – Valores dos percentis de VPS, VDF, IR e ASi para a artéria interlobar cranial, calculados a partir de 50 unidades renais. São Paulo, 2007.

		VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
Percentis	1	14,030	6,110	0,370	0,36
	2,5	14,302	6,547	0,373	0,36
	5	16,230	7,904	0,391	0,37
	10	19,151	8,622	0,400	0,40
	25	24,488	11,103	0,460	0,53
	50	31,135	13,980	0,520	0,70
	75	36,603	17,933	0,580	0,92
	90	41,398	21,694	0,628	1,08
	95	43,491	26,100	0,630	1,33
	97,5	57,992	29,086	0,652	1,43
	99	62,890	30,010	0,660	1,44

Para a artéria interlobar média foram obtidos valores mínimos e máximos de VPS entre 14,48 e 59 cm/s, de VDF entre 6,83 e 26,38 cm/s, de IR entre 0,39 e 0,67 e de aceleração sistólica entre 0,31 e 1,49 m/s² (Tabela 19).

Tabela 19 – Valores dos percentis de VPS, VDF, IR e ASi para a artéria interlobar média, calculados a partir de 49 unidades renais. São Paulo, 2007.

		VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
Percentis	1	14,030	6,750	0,390	0,31
	2,5	14,483	6,838	0,393	0,31
	5	16,490	7,575	0,410	0,32
	10	19,400	9,160	0,450	0,40
	25	25,030	11,615	0,485	0,57
	50	32,430	14,880	0,520	0,71
	75	38,080	17,580	0,580	0,94
	90	42,440	21,970	0,600	1,16
	95	47,475	24,880	0,615	1,44
	97,5	58,988	26,385	0,675	1,49
	99	62,400	26,600	0,690	1,49

Para a artéria interlobar caudal foram obtidos valores mínimos e máximos de VPS entre 15,05 e 57,53 cm/s, de VDF entre 6,30 e 28,51 cm/s, de IR entre 0,36 e 0,67 e de aceleração sistólica entre 0,30 e 1,63 m/s² (Tabela 20).

Tabela 20 – Valores dos percentis de VPS, VDF, IR e ASi para a artéria interlobar caudal, calculados a partir de 50 unidades renais. São Paulo, 2007.

		VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s ²)
Percentis	1	14,730	6,130	0,350	0,30
	2,5	15,049	6,306	0,358	0,30
	5	18,206	7,788	0,391	0,31
	10	21,057	9,615	0,420	0,34
	25	23,153	11,958	0,460	0,53
	50	28,900	13,000	0,520	0,67
	75	37,368	16,780	0,573	0,92
	90	40,720	20,389	0,600	1,11
	95	44,179	23,194	0,619	1,37
	97,5	57,536	28,510	0,674	1,63
	99	61,430	29,500	0,690	1,73

Para a artéria arqueada foram obtidos valores mínimos e máximos de VPS entre 12,22 e 58,0 cm/s, de VDF entre 5,55 e 26,58 cm/s, de IR entre 0,38 e 0,67 e de aceleração sistólica entre 0,35 e 1,59 m/s² (Tabela 21).

Tabela 21 – Valores dos percentis de VPS, VDF, IR e ASi para a artéria arqueada, calculados a partir de 28 unidades renais. São Paulo, 2007.

		VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s²)
Percentis	1	12,220	5,550	0,380	0,35
	2,5	12,220	5,550	0,380	0,35
	5	13,696	6,216	0,421	0,35
	10	16,220	7,795	0,470	0,36
	25	22,368	10,283	0,480	0,39
	50	32,490	15,100	0,530	0,42
	75	40,688	20,050	0,568	0,55
	90	43,101	24,299	0,591	0,95
	95	52,655	25,752	0,639	1,36
	97,5	57,960	26,580	0,670	1,59
	99	57,960	26,580	0,670	1,59

Para a artéria aorta foram obtidos valores mínimos e máximos de diâmetro entre 0,28 e 0,46 cm, de VPS entre 37,30 e 83,77 cm/s, de VDF entre 8,74 e 39,14 cm/s (Tabela 22).

Tabela 22 – Valores dos percentis dos diâmetros, VPS e VDF para a artéria aorta, calculados com amostra de 25 animais. São Paulo, 2007.

		Diâmetro (cm)	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)
Percentis	1	0,280	37,290	8,740
	2,5	0,280	37,290	8,740
	5	0,283	37,611	9,688
	10	0,314	38,864	12,836
	25	0,345	41,565	15,325
	50	0,380	51,800	18,960
	75	0,400	60,400	25,655
	90	0,434	80,500	31,682
	95	0,454	83,293	37,781
	97,5	0,460	83,770	39,140
	99	0,460	83,770	39,140

As tabelas de números 23 a 28 mostram os resultados de limites por ambos os métodos em todas as artérias avaliadas.

Os resultados obtidos para a construção dos valores de referência calculados pelos dois métodos, via percentil e desvio padrão para o diâmetro da artéria renal e índices dopplervelocimétricos foram comparados (Tabela 23).

Tabela 23 – Resultado dos valores de referência calculados via percentil e com a construção de intervalo de confiança de 95% (IC) para a artéria renal. São Paulo, 2007.

		Diâmetro (cm)	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s²)
Percentil	Limite inferior	0,123	23,435	10,642	0,403	0,40
	Limite superior	0,170	63,188	31,484	0,692	0,56
(IC)	Limite inferior	0,122	22,371	8,138	0,386	0
	Limite superior	0,175	59,971	30,151	0,676	3,40

Foram comparados os resultados obtidos para a construção dos valores de referência de VPS, VDF, IR e ASi das artérias interlobares (cranial, média e caudal) calculados via percentil e desvio padrão. (Tabelas 24, 25 e 26).

Tabela 24 – Resultado dos valores de referência calculados via percentil e com a construção de intervalo de confiança de 95% (IC) para a artéria interlobar cranial. São Paulo, 2007.

		VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s²)
Percentil	Limite inferior	14,302	6,547	0,373	0,36
	Limite superior	57,992	29,086	0,652	1,43
(IC)	Limite inferior	12,839	4,561	0,364	0,20
	Limite superior	48,951	25,049	0,668	1,26

Tabela 25 – Resultado dos valores de referência calculados via percentil e com a construção de intervalo de confiança de 95% (IC) para a artéria interlobar média. São Paulo, 2007.

		VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s²)
Percentil	Limite inferior	14,483	6,838	0,393	0,31
	Limite superior	58,988	26,385	0,675	1,49
IC	Limite inferior	13,505	5,380	0,404	0,18
	Limite superior	50,833	24,646	0,652	1,35

Tabela 26 – Resultado dos valores de referência calculados via percentil e com a construção de intervalo de confiança de 95% (IC) para a artéria interlobar caudal. São Paulo, 2007.

		VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s²)
Percentil	Limite inferior	15,049	6,306	0,358	0,30
	Limite superior	57,536	28,510	0,674	1,63
IC	Limite inferior	12,995	5,382	0,373	0,11
	Limite superior	47,568	23,501	0,661	1,35

Os resultados obtidos para a construção dos valores de referência dos índices dopplervelocimétricos das artérias arqueadas calculados via percentil e desvio padrão foram comparados (Tabela 27).

Tabela 27 – Resultado dos valores de referência calculados via percentil e com a construção de intervalo de confiança de 95% (IC) para a artéria arqueada. São Paulo, 2007.

		VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	ASi (m/s²)
Percentil	Limite inferior	12,220	5,550	0,380	0,35
	Limite superior	57,960	26,580	0,670	1,59
IC	Limite inferior	10,152	3,532	0,416	-0,18
	Limite superior	53,681	26,614	0,636	1,11

Os resultados obtidos para a construção dos valores de referência do diâmetro e dos índices dopplervelocimétricos da artéria aorta calculados via percentil e desvio padrão foram comparados (Tabela 28).

Tabela 28 – Resultado dos valores de referência calculados via percentil e com a construção de intervalo de confiança de 95% (IC) para a artéria aorta. São Paulo, 2007.

		Diâmetro (cm)	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)
Percentil	Limite inferior	0,280	37,290	8,740
	Limite superior	0,460	83,770	39,140
IC	Limite inferior	0,290	26,251	6,386
	Limite superior	0,463	80,088	35,064

DISCUSSÃO

As afecções renais são muito frequentes em pequenos animais e sua prevalência é maior nos gatos domésticos em relação aos cães. Independente do diagnóstico patológico, os fatores responsáveis pelo início da insuficiência renal ainda permanecem obscuros na maioria dos casos (ETTINGER & FELDMAN, 2000). A hipertensão arterial primária ou essencial é o tipo mais comum em seres humanos, porém é menos frequente em animais. Embora não seja comprovado, a hipertensão arterial mais frequentemente é resultante da insuficiência renal crônica (IRC) do que a causa desta afecção nestes animais. A hipertensão parece acentuar os efeitos deletérios pela lesão vascular. Sua ocorrência é relatada em cerca de dois terços dos gatos com IRC, embora a prevalência e a importância clínica da hipertensão assim como suas causas ainda não tenham sido perfeitamente estabelecidas (ETTINGER & FELDMAN, 2000).

A ultrassonografia Doppler na medicina veterinária é um método recente. Os trabalhos mais antigos datam da segunda metade da década de 90 e há muito pouca publicação. As dificuldades que envolvem a técnica de exame nos animais acabam por limitar sua utilização em detrimento a outros métodos de imagem até mais sofisticados em países de primeiro mundo.

O presente estudo foi realizado em 25 gatos da raça Persa, hí-gidos, sem sedação, todos com temperamento dócil próprio da raça. Este fator permitiu conduzir o estudo sem falhas técnicas com relação a detecção e mapeamento das artérias renais. Na espécie humana os índices de falha técnica relatados são aproximadamente 17,2% (OLIVEIRA, 1997). No entanto, a impossibilidade do paciente em realizar apnéia durante o estudo ocasiona diversos artefatos de movimento dificultando principalmente a obtenção de traçados espectrais. Por este motivo em um dos animais não foi possível realizar a avaliação dopplervelocimétrica da artéria interlobar média. Em conjunto com os artefatos de movimentação, as diminutas dimensões das artérias arqueadas, dificultaram a obtenção de traçados adequados deste vaso em 50% dos animais desta pesquisa. Assim os índices de falha técnica

variam muito dependendo do tamanho do órgão, do padrão respiratório do animal e do diâmetro do vaso em estudo.

Durante a execução deste estudo, no decorrer do ano de 2007, o tempo de realização do exame variou. Ao início da pesquisa o exame demorava em média 60 minutos para obter todos os dados desta pesquisa. Após a realização de metade da amostra, o exame passou a demorar em média 45 minutos. Assim, a curva de aprendizado do método pode ser considerada um fator importante também na determinação do índice de falha técnica deste exame. A realização de um exame de rotina, onde não haja a necessidade de obtenção de todos os dados coletados neste trabalho demoraria em média 30 minutos, dependendo das condições relacionadas ao paciente. Considera-se condições adequadas relacionadas ao paciente: preparo prévio adequado com jejum de sólidos, tricotomia, padrão respiratório normal, temperamento dócil e cooperativo. Além disso, a experiência e paciência do ultrassonografista podem interferir nos resultados do exame.

Do total de 32 animais examinados excluiu-se do estudo 07 gatos que apresentaram alterações detectadas ao exame ultrasonográfico modo-B. Nestes 07 animais foram observadas imagens císticas de tamanhos variáveis compatíveis com cistos. A doença renal policística é uma afecção frequentemente diagnosticada em gatos da raça Persa. Esta doença ocasiona lesões tubulointersticiais, assim os animais que apresentaram imagens compatíveis com esta alteração foram excluídos deste estudo.

Será discutido a seguir os parâmetros obtidos com a aplicação das metodologias do estudo ultrassom dúplex-Doppler colorido renal nos felinos.

5.1 Avaliação da aorta abdominal

(calibre e velocidade de pico sistólico)

A ultrassonografia Doppler da aorta tem sido de grande utilidade na medicina humana fornecendo informações anatômicas, estruturais

e hemodinâmicas no diagnóstico das doenças vasculares e renais, apresentando grande importância no acompanhamento evolutivo e preditivo destas doenças (OLIVEIRA et al., 2000). Na veterinária há poucos trabalhos que determinam os parâmetros morfométricos, morfológicos e hemodinâmicos da aorta.

Na espécie canina a aorta abdominal estreita-se gradualmente no sentido crânio-caudal e a média de diâmetro no segmento cranial a emergência das artérias renais foi de $0,80 \pm 0,15$ cm (KAMIKAWA & BOMBONATO, 2007). Em um estudo realizado na espécie humana obteve-se o diâmetro ântero-posterior da aorta com valor médio de $1,28 \pm 0,34$ cm (OLIVEIRA, 1997). Observou-se no presente estudo, que o diâmetro da aorta na região cranial a origem das artérias renais (onde foi mensurada), foi de $0,38 \pm 0,08$ cm. Não há referências destes dados na espécie felina na literatura veterinária. Estes resultados corroboram a hipótese defendida por outros trabalhos que afirmam que o diâmetro do vaso está relacionado a fatores biométricos como o comprimento crânio-caudal (*Crown-Rump Length*) ou porte da espécie em estudo (KAMIKAWA & BOMBONATO, 2007).

Assim como descrito na espécie humana (OLIVEIRA et al., 2000) e na canina (KAMIKAWA, 2003) identificou-se ao mapeamento Doppler espectral da aorta neste estudo, um traçado trifásico que foi medido sempre em região cranial e próxima à origem das artérias renais.

Na espécie canina foram encontrados os valores normais para velocidade máxima de pico sistólico (VPS) $104 \pm 22,04$ cm/s (KAMIKAWA, 2003) e na espécie humana para este segmento é $103,20 \pm 51,50$ cm/s (OLIVEIRA, 1997). Nesta pesquisa os valores obtidos foram menores, VPS $53,17 \pm 26,9$ cm/s com limite inferior de 26,25 cm/s e superior de 80,08 cm/s, que em conformidade com as escassas informações biométricas relatadas até agora, demonstram uma velocidade de fluxo sanguíneo proporcional ao diâmetro e comprimento do vaso em questão, pois, a aorta na espécie felina possui menor calibre e comprimento em relação às duas outras espécies citadas.

5.2 Avaliação das artérias renais (calibre e critérios Dopplervelocimétricos)

No cão assim como na espécie felina, as artérias renais originam-se da porção lateral da aorta, e medem de 0,30 cm a 0,40 cm de diâmetro (NYLAND & MATOON, 2002). Estudos realizados na espécie humana relatam que o diâmetro normal da artéria renal é em média de $0,39 \pm 0,86$ (SALDARRIAGA et al., 2008). Os diâmetros encontrados para as artérias renais neste estudo em gatos ficaram entre 0,12 cm e 0,17 cm e estes não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os lados. Não há referências na literatura consultada com os valores normais obtidos através da ultrassonografia deste vaso na espécie felina.

Aplicando-se teste *t* pareado, os resultados das velocidades máximas de pico sistólico das artérias renais apresentaram similaridade entre os lados e não houve diferença estatisticamente significativa, com uma média de $41,17 \pm 9,40$ cm/s com valor mínimo de 22,45 cm/s e máximo de 64,50 cm/s.

Nos animais as artérias renais apresentam grande comprimento e tortuosidade. Além disso, é muito comum encontrarmos uma bifurcação ou mais da artéria renal antes da sua entrada na pelve (DYCE et al., 1997). Parece haver uma tendência de redução dos valores de velocidades sistólica e diastólica dos ramos vasculares maiores para os menores (MELO et al., 2006). Concordando com esta proposição nesse estudo obtivemos valores médios de velocidade sistólica na aorta maiores que nas artérias renais. Isto pode ser explicado devido a diminuição da velocidade do fluxo sanguíneo decorrente do aumento da área de secção transversal vascular, ou seja, a árvore arterial renal se divide em segmentos cada vez menores e mais numerosos à medida que o fluxo progride em direção a periferia do órgão. Isto é mais evidente e até necessário no gato em relação a espécie humana, pois o rim felino, assim como no cão, é unipiramidal. A dicotomia vascular reduz a velocidade do fluxo sanguíneo fazen-

do com que o volume sanguíneo de entrada seja dividido, diminuindo ainda mais o impacto de grandes velocidades de fluxo vindas do vaso fonte. Não é de nosso conhecimento até o momento, a existência de referências dos parâmetros de velocidade normal das artérias renais em gatos adultos sadios da raça persa publicados na literatura. Os valores de VPS das artérias renais direita e esquerda não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Estudos na espécie humana demonstram que alterações de parênquima que levam a perda da complacência e aumento da resistência do leito vascular afetam a morfologia de onda no espectro Doppler. O parâmetro aceleração sistólica inicial das artérias renais e intrarrenais permite a caracterização de alterações espectrofluxométricas no leito vascular distal (HALPERN et al., 1995). Nossos resultados para este parâmetro nas artérias renais resultou na média de $1,12 \pm 1,14 \text{ m/s}^2$. O limite superior obtido foi de $3,40 \text{ m/s}^2$. Não há referências na literatura veterinária para determinação deste valor.

Na literatura veterinária encontra-se estabelecido que o índice de resistividade em cães na artéria renal é de $0,64 \pm 0,04$ para a direita e $0,63 \pm 0,028$ para a esquerda sem diferença estatisticamente significativa entre os lados (MELO, 2006). Para a espécie felina, a literatura sugere o valor de $0,59 \pm 0,05$ como referência para o índice de resistividade da artéria renal, com limite superior de 0,69 para os gatos (POLLARD et al., 1999). Obtivemos índices de resistividade semelhantes aos citados como referência pela literatura, com valores médios de $0,54 \pm 0,07$. O limite superior obtido neste estudo foi de 0,69 corroborando os resultados obtidos em trabalho anteriormente citado (POLLARD et al., 1999). Considerando-se que todos os animais foram selecionados como sadios e normopressóricos e devido ao temperamento desta raça em especial todos se apresentaram calmos, pode-se sugerir que os valores obtidos são expressões da realidade. Os trabalhos apresentados na literatura não separam os pacientes por faixa etária. É conhecido que na espécie humana há uma tendência de aumento dos valores do IR em crianças e idosos (PLATT, 1997). Talvez

isso possa acontecer também com os gatos, porém há a necessidade de se realizar estudos comparativos com animais sadios em diversas faixas etárias e também em diferentes condições clínicas.

5.2.1 Relação renal/aorta (RRA)

Na medicina humana a relação entre as velocidades de pico sistólico na artéria renal e na aorta é utilizada como um dos métodos diretos de avaliação das estenoses de artéria renal. Estudos realizados na espécie humana com pacientes renovasculares hipertensos estabeleceram limites de normalidade para o índice RRA determinando o valor normal em até 3,5 (GREENE et al., 1987), ou ainda segundo OLIVEIRA (1997) utilizando o valor máximo de normalidade menor ou igual a 3,0. Esta metodologia é considerada um desafio devido à variabilidade de sensibilidade do equipamento, técnica e experiência do operador na realização do exame. Estudo realizado na espécie humana aponta estes fatores somados a dificuldade de acompanhar o curso da artéria renal como causa de um índice de falha técnica resultante em 17,2 % (OLIVEIRA, 1997).

Os resultados deste estudo demonstraram a presença de correlação negativa entre os valores das velocidades de picos sistólicos da aorta com a artéria renal como na espécie humana. Realizou-se a relação numérica entre estas velocidades e não foi identificada diferença estatisticamente significativa nos valores obtidos entre os lados (artéria renal direita e esquerda com aorta).

Na medicina humana a RRA encontra-se alterada em algumas afecções congênitas e adquiridas. Sugere-se a utilização desta relação entre as velocidades sistólicas destes vasos, com a finalidade de auxiliar na monitoração dos parâmetros hemodinâmicos dos mesmos. Seria interessante a realização de estudos que complementassem estes achados verificando-se essa relação e o comportamento hemodinâmico desses vasos em animais reconhecidamente doentes.

5.3 Avaliação das artérias interlobares

As alterações fluxométricas nas artérias interlobares e arqueadas potencialmente traduzem melhor o gradiente ao qual o aparato justaglomerular está sujeito (NYLAND et al., 1993). O fato do animal não realizar a apnéia desejada para a execução do exame, além do pequeno calibre e tortuosidade dos vasos arqueados, resultaram em grande dificuldade na obtenção de traçados espectrais bem definidos destes últimos. Desta forma, as artérias arqueadas foram avaliadas somente quando foi possível a obtenção de seu traçado, ou seja, em pelo menos uma unidade renal de cada animal. Em contrapartida, as artérias interlobares foram avaliadas em todas as unidades renais do estudo.

a) Aceleração sistólica inicial (ASi)

Na espécie humana o parâmetro aceleração sistólica inicial das artérias intrarrenais permite a caracterização de alterações espectrofluxométricas no leito vascular distal. Este não deve exceder 3000 cm/s², ou seja, 3,0 m/s² nas artérias segmentares (STAVROS et al., 1992). Nossos resultados para este parâmetro nas artérias interlobares variaram entre um valor mínimo de 117,59 cm/s² e máximo de 1356,63 cm/s², sendo a média destes valores de 737,11 ± 619,52 cm/s². O limite superior obtido foi de 1976,15 cm/s², ou seja, até 2,0 m/s². Não há referências na literatura veterinária da determinação deste valor.

Uma vez que a aceleração sistólica inicial sofre a influência de diversos fatores, há a necessidade de realizar estudos complementares com animais em diferentes condições clínicas que possam alterar a complacência das paredes vasculares ou a resistência do leito vascular para verificar o comportamento deste parâmetro nestas condições.

b) Velocidade de pico sistólico das artérias interlobares (VPS)

Não há publicação na literatura referente aos valores normais de velocidades das artérias interlobares em felinos ou em caninos.

Os resultados obtidos para os limites de normalidade das velocidades de pico sistólico das artérias interlobares (cranial, média e caudal) não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si e entre os rins (direito e esquerdo).

No presente estudo os gatos sadios apresentaram os valores para a VPS máxima da artéria interlobar cranial de $30 \pm 18,04$ cm/s, da artéria interlobar média $32,17 \pm 18,66$ cm/s e da artéria interlobar caudal $30,28 \pm 17,28$ cm/s.

c) Índice de resistividade das artérias interlobares (IR)

RIVERS et al. (1996) avaliaram dez gatos adultos clinicamente sadios. À semelhança deste trabalho, nosso estudo avaliou gatos também selecionados como anatômica e funcionalmente normais através de exames bioquímicos, urinálise e ultrassom modo-B, e com pressão arterial sistêmica normal. Porém, nosso número de amostra foi significativamente maior, pois avaliamos 50 unidades renais em 25 animais.

Encontra-se estabelecido na literatura que nos gatos domésticos não há diferença estatisticamente significativa entre os valores dos índices de resistividade das artérias intrarrenais, pesquisados em gatos sedados com quetamina (RIVERS et al., 1996) e não sedados (RIVERS et al., 1997), sendo que estes autores encontraram IR com os valores médios de $0,59 \pm 0,05$. Isto não acontece em cães ou na espécie humana, pois estudos realizados comprovam a ação de anestésicos e sedativos ocasionando a diminuição no IR das artérias intrarrenais. POLLARD et al. (1999) avaliando quatorze gatos domésticos sadios, obtiveram como resultado para os gatos não sedados antes da cirurgia, valores similares àqueles obtidos em estudo prévio, realizado em gatos sedados com quetamina, ou seja, $0,58 \pm 0,06$. Em nosso estudo, os vinte e cinco animais foram examinados sem a necessidade de sedação ou anestesia. Assim, os dados velocimétricos obtidos não sofreram influência da ação de nenhum fármaco. Nossos resultados referentes aos IR das artérias interlobares, foram semelhantes aos

trabalhos supracitados embora um pouco menores (média de $0,52 \pm 0,07$), e também não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os rins ou nas artérias interlobares (cranial, média e caudal) entre si.

5.3.1 Relação artéria renal/interlobares (RRI)

A relação numérica entre as velocidades de pico sistólico na artéria renal e nas intrarrenais é utilizada na medicina humana como um dos métodos indiretos de rastreamento das estenoses de artéria renal (OLIVEIRA, 2000). A fim de estabelecer um índice de relação numérica entre as velocidades de pico sistólico da artéria renal e das interlobares, verificou-se as correlações significantes entre estes vasos obtendo-se correlação entre as artérias renais e interlobares, assim como nas interlobares entre si e sem diferença estatisticamente significativa entre os lados. Assim, foi possível calcular os valores pelo total da amostra, ou seja, resultante de 150 relações entre vasos.

Neste estudo observou-se que as artérias dos tipos interlobar se correlacionam positivamente entre si (cranial, média, caudal), ou seja, a medida que aumenta a velocidade de fluxo em uma delas aumenta também a da outra. Isto é esperado, pois todas se originam de um mesmo vaso (a artéria renal) que ao entrar na pelve se divide entre os vários divertículos para garantir a irrigação de todos os segmentos.

Pela análise de correlação de Pearson, caracterizou-se no presente trabalho que a artéria renal se correlaciona positivamente com os vasos interlobar média e caudal. No entanto, identificou-se uma correlação entre a artéria renal e interlobar cranial nos dois lados examinados. No lado esquerdo estes vasos se correlacionam positivamente e no lado direito se correlacionam negativamente. Este fenômeno parece ser explicado pela direção do fluxo sanguíneo nestes vasos em relação ao posicionamento do órgão do lado direito e do lado esquerdo. O ângulo de curvatura da artéria renal conforme descrito na literatura é mais pronunciado no lado direito na espécie canina (KAMIKAWA, 2003), simi-

larmente nos felinos também se observa esta curvatura, porém não se pode afirmar que este detalhe anatômico seja o único fator responsável pelo fenômeno observado nos felinos estudados.

Calculou-se um índice de relação numérica entre as velocidades de picos sistólicos das artérias renais e interlobares craniais cuja média obtida foi $1,45 \pm 0,57$, com valor mínimo de 0,50 e máximo de 3,47. Para a relação entre as VPS da artéria renal e interlobar média obteve-se a média de $1,37 \pm 0,52$, com valor mínimo de 0,74 e máximo de 3,30. Para a relação artéria renal e interlobar caudal obtivemos a média de $1,44 \pm 0,46$, com valor mínimo de 0,70 e máximo de 2,90. Não há referência na literatura publicada até o momento sobre a relação numérica entre as velocidades de pico sistólico renal e interlobar (RRI).

5.4 Considerações finais

As principais causas de estenose da artéria renal são de natureza aterosclerótica e displásica na espécie humana. Citam-se ainda outras causas menos comuns como traumas, trombose, embolismo, arterites, neurofibromatose e compressão extrínseca por massas (OLIVEIRA et al., 2000).

Os cães e gatos sintetizam uma proteína que impede a deposição e formação de placas ateromatosas (ETTINGER & FELDMAN, 2000). No entanto, algumas afecções podem predispor a ocorrência destas alterações vasculares.

Embora o diagnóstico de estenose de artéria renal não tenha muitas referências na literatura veterinária, a tendência de se adotar uma postura médica preventiva torna importante a detecção precoce de lesões vasculares uma vez que estas precedem as alterações funcionais.

Ainda não se sabe ao certo a ocorrência destes tipos de lesões nos animais. Pode haver uma subestimativa diagnóstica destas lesões, uma vez que mesmo os animais que possuem doenças consideradas de alta ocorrência como a cardiomiopatia hipertrófica, hipertireoidismo

e hipertensão arterial sistêmica, não são submetidos ao exame Doppler renal de rotina. Isto se deve a pouca disponibilidade do método, introduzido recentemente, além do escasso conhecimento do clínico veterinário que solicita o exame.

As correlações determinadas neste estudo em felinos poderão ser úteis no diagnóstico de estenose vascular conforme descrito na literatura médica. Porém, mais estudos serão necessários para determinar o efeito da idade, de nefropatias ou alterações de pressão arterial sistêmica nos índices dopplervelocimétricos estabelecidos.

A construção dos valores de referência determinados nesta pesquisa permite balizar estudos futuros a respeito da repercussão hemodinâmica das nefropatias e auxilia no diagnóstico da ocorrência das alterações vasculares renais na espécie felina.

O conhecimento do comportamento hemodinâmico renal nestes animais em conjunto com seu temperamento dócil, pode ainda viabilizar essa raça para ser utilizada como modelo experimental no estudo destas afecções.

No Brasil não há na rotina veterinária a possibilidade de realização de métodos angiográficos, como é feito na espécie humana, o que impossibilita a utilização deste método como padrão ouro. Mesmo os centros de referência particulares e as faculdades de medicina veterinária não dispõem de tecnologia para tal estudo.

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada, foram:

- 1) determinados o diâmetro normal ($0,38 \pm 0,04$ cm) e a velocidade de pico sistólico máxima na aorta antes da emergência das artérias renais (VPS $53,17 \pm 13,46$ cm/s) para a população estudada;
- 2) determinados o diâmetro normal das artérias renais ($0,15 \pm 0,02$ cm) e os valores normais da vasculatura renal (velocidade de pico sistólico máxima $41,17 \pm 9,40$ cm/s, velocidade diastólica mínima $19,14 \pm 5,50$ cm/s e índice de resistividade das artérias renais em $0,54 \pm 0,07$ e limite superior da aceleração sistólica inicial das artérias renais de $3,4$ m/s²) e intrarrenal (velocidade de pico sistólico máxima $31,02 \pm 8,90$ cm/s, velocidade diastólica mínima $14,68 \pm 4,72$ cm/s, índice de resistividade $0,52 \pm 0,07$ e o limite superior da aceleração sistólica inicial das artérias interlobares de $2,0$ m/s²) para a população estudada;
- 3) estabelecidas relações numéricas entre as velocidades de picos sistólicos dos vasos de origem e a circulação renal na população estudada (RRA com valor máximo de 1,52 e RRI com valor máximo de 3,5).

ANEXOS

ANEXO A – DOCUMENTOS

PROTOCOLO
Local:
Recebido por: *[assinatura]*
Data 27/02/07

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 14.02.07, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 1391/06, intitulado: "CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO ULTRA-SOM DOPPLER RENAL EM GATOS", apresentado pelo Departamento de **RADIOLOGIA**.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX. 2, letra "c")

Pesquisador (a) Responsável: **MARIA CRISTINA CHAMMAS**

Pesquisador (a) Executante: **CIBELE FIGUEIRA CARVALHO**

CAPPesq, 14 de fevereiro de 2007.

[assinatura]

PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO
Presidente da Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

EU, _____, responsável pelo animal da espécie felina, raça Persa, sexo _____, com _____ (de idade), cujo nome é _____, ESTOU CIENTE de que o animal de minha propriedade fará parte do protocolo de pesquisa intitulado: CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO ULTrassoM DOPPLER DE RIM DE GATOS NORMAIS, em desenvolvimento no Serviço de ULTrassoNOGRAFIA do PROVET pela Médica Veterinária CIBELE FIGUEIRA CARVALHO em conjunto com a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob a orientação da Doutora Maria Cristina Chammas, do Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Outrossim, declaro ter sido cientificado de forma pormenorizada sobre os procedimentos que serão aplicados nesse animal.

Por estar plenamente concorde firmo o presente.

São Paulo, de _____ de 200 .

NOME:

RG nº:

ANEXO B – VALORES DE REFERÊNCIA HEMOGRAMA

Tabela 30: Valores de referências do hemograma em felinos. Modificado de JAIN, N.C. (1993).

Eritrograma		Leucograma	
Eritrócitos	5 – 10 milhões/mm ³	Leucócitos	5,5 – 19,5 milhões/mm ³
Hemoglobina	8 – 15 g/dl	Mielócitos	0 %
Hematócrito	24 – 45 %	Metamielócitos	0 %
VCM	39 – 55 µ	Bastonetes	0 – 3 %
HCM	12,5 – 17,5 pg	Segmentados	35 – 75 %
CHCM	30 – 36 g/dl	Eosinófilos	2 – 12 %
Proteína total	6 – 8 g/dl	Basófilos	0 – 1 %
		Linfócitos Típicos	20 – 55 %
Eritroblastos	0 %	Atípicos	0 %
		Monócitos	1 – 4 %
Reticulócitos	0 -12 %	Contagem plaquetária	230 – 680 milhões/mm ³

ANEXO C – TABELAS DADOS OBTIDOS

Tabela 2: quadro dispondo o diâmetro e os dados velocimétricos (VPS = velocidade de pico sistólico; VDF = velocidade diastólica final; IR = índice de resistividade) obtidos através do exame de ultrassonografia dúplex Doppler das artérias renais de gatos adultos sadios da raça persa entre janeiro e dezembro de 2007. São Paulo, SP, Brasil.

Número do animal	artéria renal direita				artéria renal esquerda			
	diâmetro	VPS	VDF	IR	diâmetro	VPS	VDF	IR
01	0,15	36,12	21,27	0,41	0,15	37,5	17,62	0,53
02	0,14	35,15	18,93	0,46	0,14	32,21	15,41	0,51
03	0,17	34,8	19,13	0,45	0,15	33,2	16,94	0,48
04	0,14	44,02	17,28	0,6	0,14	43,04	14,57	0,66
05	0,14	33,83	10,78	0,67	0,13	34,13	14,02	0,58
06	0,15	41,72	17,75	0,57	0,16	33,8	15,26	0,54
07	0,13	44,76	20,44	0,54	0,13	37,08	16,2	0,56
08	0,15	40,27	20,18	0,49	0,15	42,77	21,84	0,48
09	0,17	50,45	21,4	0,57	0,15	48,83	18,63	0,61
10	0,13	56,03	28,45	0,49	0,13	58,63	30,57	0,47
11	0,13	26,03	11,94	0,54	0,12	35,45	12,56	0,64
12	0,14	22,45	13,73	0,4	0,14	39,41	22,67	0,42
13	0,15	28,92	15,81	0,45	0,16	32,79	18,15	0,44
14	0,16	36,49	14,33	0,6	0,17	27,33	10,59	0,61
15	0,17	38,28	18,98	0,5	0,16	49,24	14,67	0,7
16	0,17	59,73	31,83	0,46	0,17	42,3	17,29	0,59
17	0,15	40,93	20,79	0,49	0,14	49,94	26,44	0,47
18	0,14	32,17	12,7	0,6	0,14	31,79	11,24	0,65
19	0,15	52,21	20,68	0,6	0,15	28,7	11,08	0,6
20	0,15	46,11	21,19	0,54	0,15	45,01	20,98	0,53
21	0,13	48,23	27,15	0,43	0,13	64,5	28,88	0,55
22	0,17	57,93	30,54	0,47	0,16	48,39	23,88	0,5
23	0,14	37,8	18,93	0,49	0,14	40,39	19,98	0,5
24	0,15	36,23	14,12	0,61	0,15	47,21	22,32	0,52
25	0,16	54,02	27,33	0,49	0,16	40,24	19,78	0,5

Tabela 1: quadro dispondo o diâmetro e os dados velocimétricos (VPS = velocidade de pico sistólico; VDF = velocidade diastólica final) obtidos através do exame de ultrassonografia dúplex Doppler da artéria aorta abdominal em sua porção caudal a origem das artérias renais de gatos adultos sadios da raça persa entre janeiro e dezembro de 2007. São Paulo, SP, Brasil.

Artéria Aorta			
número do animal	Diâmetro (cm)	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)
01	0,35	63,96	20,17
02	0,44	62,86	25,84
03	0,46	83,77	34,61
04	0,37	53,15	17,93
05	0,4	41,67	14,88
06	0,38	51,15	13,46
07	0,28	79,38	20,08
08	0,33	55,21	18,01
09	0,33	39,2	11,9
10	0,38	58,72	21,45
11	0,34	51,8	28,32
12	0,34	38,36	18,34
13	0,43	62,08	39,14
14	0,4	40,15	15,11
15	0,4	55,7	25,21
16	0,38	40,42	14,54
17	0,36	41,46	18,68
18	0,38	82,18	25,47
19	0,42	49,09	19,89
20	0,29	37,29	8,74
21	0,41	42,48	15,65
22	0,4	42,4	15,54
23	0,36	48,23	18,96
24	0,38	55,64	29,73
25	0,4	52,89	26,48

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, N. *Radiology and ultrasound of urogenital diseases in dogs and cats*. Ames, Iowa State University Press, 1991.
- BARR FJ. Evaluation of ultrasound as a method for assessing renal size in the dog. *Journal of Small Animal Practice*. 1990; 31:174-9.
- BARR FJ, HOLT PE, GIBBS C. Ultrasonographic measurement of normal renal parameters. *Journal of Small Animal Practice*. 1990; 31:180-4.
- BROWN S, ATKINS C, BAGLEY R, CARR A, COWGILL L, DAVIDSON M, EGNER B, ELLIOT J, HENIK R, LABATO M, LITTMAN M, POLZIN D, ROSS L, SNYDER P, STEPIEN R. Guidelines for the identification, evaluation and management of systemic hypertension in dogs and cats. *J. Vet. Intern. Med.* 2007; 21: 542-58.
- BUDE RO, RUBIN JM, PLATT JF, FLECHNER KP, ADLER RS. Pulsus tardus: its cause and potencial limitations in detection of arterial stenosis. *Radiology*. 1994; 190: 779-84.
- CARVALHO CF, CHAMMAS MC, CERRI GG. Princípios físicos do Doppler em ultrassonografia. *Ciência Rural*. 2008; 38:872-9.
- CARVALHO CF, CHAMMAS MC, CERRI GG. Morfologia dúplex Doppler normal dos principais vasos sanguíneos abdominais em pequenos animais. *Ciência Rural*. 2008; 38: 880-8.
- CERRI GG, MOLNAR LJ, VEZOZZO DCP. Avaliação do Doppler Renal. In: ____ *Doppler*. São Paulo: Sarvier. p.131-54, 1998.
- CLAUDICE-ENGLE T, JEFFREY RB, LI KC, BARTH RA. Power Doppler imaging of focal lesions of the gastrointestinal tract. *Journal of Ultrasound Med*. 1996; 15: 6-66.
- DYCE KM, SACK WO, WENSING CJG. *Tratado de Anatomia Veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2 ed. 1997.
- DODD GD, KAUFMAN PN, BRACKEN RB. Renal arterial dúplex Doppler ultrasound in dogs with urinary obstruction. *The Journal of Urology*. 1991; 145: 644-6.
- EIBENBERGER K, SCHIMA H, TRUBEL W, SCHERER R DOCK W, GRABENWOGER F. Intrarenal Doppler ultrasonography: wich vessel should be investigated? *J. Ultrasound Med*. 1995; 14: 451-5.
- ETTINGER, SJ.;FELDMAN, EC. *Textbook of Veterinary Internal Medicine: Diseases of the dog and cat*. Philapdephia: WB Saunders. 2000. p. 832-46.
- EVANS HE, CHRISTENSEN GC. The heart and arteries. In: EVANS HE, CHRISTENSEN GC. *Miller's Anatomy of the Dog*. Philadelphia: WB Saunders. 1979. p.632-756.
- FELKAI CS, VOROS K, VRABELY T, KARSAI F. Ultrasonographic determination of renal volume in the dog. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 1992; 33: 292-6.
- FINN-BODNER ST, HUDSON JA. Abdominal vascular sonography. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*. 1998; 28: 887-941.
- GREENE ER, AVASTHI PS, HODGES JW. Noninvasive Doppler assessment of renal artery stenosis and hemodynamics. *J. Clin. Ultrasound*. 1987; 15: 653-9.
- HALPERN EJ, DEANE CR, NEEDLEMAN L, MERTON DA, EAST S. Normal renal artery spectral Doppler waveform: a closer look. *Radiology*. 1995; 196:667-73.

- HRICAK H, SANDLER MA, MADRAZO BL, EYLER WR, SY GS. Sonographic Manifestations of Acute Renal Vein Thrombosis: an experimental study. *Investigative Radiology*. 1981; 16: 30-5.
- JAIN NC. Comparative hematology of common domestic animals. In: ____ *Essentials of veterinary hemotologin*. Lea & Febiger: Philadelphia, first edition, p. 19-53, 1993.
- KANEKO JJ, HARVEY JW, BRUSS ML. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. San Diego, California. 5th edition, appendix, p.895-903, 1997.
- KANTROWITZ BM, NYLAND TG, FISHER P. Estimation of portal blood flow using dúplex real-time and pulsed Doppler ultrasound imaging in the dog. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 1989; 30: 222-6.
- KAMIKAWA L. *Avaliação Ultrassonográfica da Aorta Abdominal e seus Ramos em Cães*. [dissertação]. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- KAMIKAWA L, BOMBONATO PP. Ultrassonografia da aorta abdominal e de seus ramos em cães. *Ciência Rural*. 2007; 37: 412-7.
- KAWAKAMA J, KODAIRA S, CERRI GG. Física. In: CERRI GG, ROCHA DC. *Ultrassonografia Abdominal*. São Paulo: Sarvier. 1993. p.1-14.
- KONDE, LJ. Renal Sonography. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery* (Small Animal). v.4 n.1 p.32-43, 1989.
- KOCH J, JENSEN AL, WENCK A, IVERSEN L, LYKKEGAARD K. Dúplex Doppler measurements of renal blood flow in a dog with Addison's disease. *Journal of Small Animal Practice*. 1997; 38: 124-6.
- LAMB, CR. Abdominal ultrasonograph in small animals: intestinal tract and mesentery, Kidneys, adrenal glands, uterus and prostate. *Journal of Small Animal Practice*. v.31, n.6 p. 295-304, 1990.
- MELO MB, VEADO JCC, SILVA EF, MOREIRA SM, PASSOS LMF. Dopplerfluxometria das artérias renais: valores normais das velocidades sistólica e diastólica e do índice resistivo nas artérias renais principais. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2006; 58: 691-3.
- MIDDLETON WD. Doppler US evaluation of renal artery stenosis: past, present and future. *Radiology*. 184: 307-8.
- MORROW KL, SALMAN MD, LAPPIN MR, WRIGLEY R. Comparison of the resistive index to clinical parameters in dogs with renal disease. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 1996; 37: 193-9.
- NAUTRUP CP. Doppler ultrasonography of canine maternal and fetal arteries during normal gestation. *Journal of Reproduction and Fertility*. 1998; 112: 301-14.
- NEWLL SM, NEUWIRTH L, GINN PE. Doppler ultrasound of the prostate in normal dogs and in dogs with cronic lymphocytic-lymphoplasmocytic prostatitis. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 1998; 39: 332-6.
- NEWLL SM, ELLISON GW, GRAHAM JP, GINN PE, LANZ OI, HARRISON JM, SMITH JS, VAN GILDER JM. Scintigraphic, sonographic and histologic evaluation of renal autotransplantation in cats. *American Journal of Veterinary Research*. 1999; 60: 775-9.

- NOVELLAS RT. *Vascular resistance determination with Doppler ultrasound in canine and feline*. [tese] – Facultat de Veterinària da Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 2007.
- NYLAND TG, KANTROWITZ BM, FISHER P. Ultrasonic determination of kidney volume in the dog. *Veterinary Radiology*. 1989; 30: 174-80.
- NYLAND TG, FISHER PE, DOVERSPIKE M. Diagnosis of urinary tract obstruction in dogs using dúplex Doppler ultrasonography. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 1993; 34: 352-84.
- NYLAND TG, FISHER PE, GREGORY CR, WISNER ER. Ultrasonographic evaluation of renal size in dogs with acute allograft rejection. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 1997; 38: 55-61.
- NYLAND TG, MATTOON JS. *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 2 ed. 461 p. 2002.
- OLIVEIRA IRS. *Ultrassonografia com Doppler aplicada ao rastreamento da estenose da artéria renal: estudo comparativo com angiografia*. 163p. Tese (doutorado) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1997.
- OLIVEIRA IRS, WIDMAN A, MOLNAR LJ, FUKUSHIMA JT, PRAXEDES JN, CERRI GG. Co-lour Doppler ultrasound: a new index improves the diagnosis of renal artery stenosis. *Ultrasound in Med. Biol.* 2000; 26: 41-7.
- PLATT JF. Doppler Ultrasound of the Kidney. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 1997; 18: 22-32.
- POLLARD R, NYLAND TG, BERNSTEEN L, GREGORY CR, HORNOF WJ. Ultrasonographic evaluation of renal autografts in normal cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 1999; 40: 380-5.
- POLZIN DJ, OSBORNE CA, JACOB F, ROSS S. Insuficiência renal crônica. In: ETtinger SJ, FELDMAN EC. *Tratado de Medicina Interna Veterinária – Doenças do cão e do gato*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.1721-50
- POSNIAK MA, KELCZ F, D'ALESSANDRO A, OBERLEY T, STRATTA R. Sonography of Renal Transplants in Dogs: The effect of acute tubular necrosis, cyclosporine nephrotoxicity, and acute rejection on resistive index and renal length. *American Journal of Roentgenology*. 1992; 158: 791-7.
- RIESEN S, SCHMID V, GASCHEN L, BUSATO A, LANG J. Doppler measurement of splanchnic blood flow during digestion in unsedated normal dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 2002; 43: 554-60.
- RIVERS BJ, WALTER PA, LETOURNEAU JG, FINLAY DE, RITENOUR RE, KING VL, O'BRIEN TD, POLZIN DJ. Dúplex Doppler estimation of resistive index in arcuate arteries of sedated, normal female dogs: Implications for use in diagnosis of renal failure. *Journal of American Animal Hospital Association*. 1997; 33: 69-76.
- RIVERS BJ, WALTER PA, O'BRIEN TD, POLZIN DJ. Dúplex Doppler estimation of Pourcelot resistive index in arcuate arteries of sedated normal cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 1996; 10: 28-33.
- RIVERS BJ, WALTER PA, POLZIN DJ, KING VL. Dúplex Doppler estimation of intrarenal Pourcelot resistive index in dogs and cats with renal disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 1997; 11: 250-60.

- RIVERS BJ, WALTER PA, LETOURNEAU JG, FINLAY DE, RITENOUR RE, KING VL, O'BRIEN TD, POLZIN DJ. Estimation of arcuate artery resistive index as a diagnostic tool for aminoglycoside-induced acute renal failure in dogs. *American Journal of Veterinary Research*. 1996; 57: 1536-44.
- SALDARRIAGA B, PINTO SA, BALLESTEROS LE. Morphological expression of the renal artery. A direct anatomical study in a Colombian half-caste population. *Int. J. Morphol.* 26:31-8, 2008.
- SPAULDING KA. A review of sonographic identification of abdominal blood vessels and juxta-vascular organs. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 1997; 38: 4-23.
- SPIES JB, HRICAK H, SLEMMER TM, ZEINEH S, ALPERS CE, ZAYAT P, LUE TF, KERLAN RK, MADRAZO BL, SANDLER MA. Sonographic Evaluation of Experimental Acute Renal Arterial Occlusion in Dogs. *American Journal of Roentgenology*. 1984; 142: 341-6.
- STAVROS AT, PARKER SH, YAKES WF, CHANTELOIS AE, BURKE BJ, MEYERS PR, SCHENCK JJ. Segmental stenosis of the renal artery: pattern recognition of tardus and parvus abnormalities with dúplex sonography. *Radiology*. 1992; 184: 487-92.
- SZATMÁRI V, SÓTONYI P, VÖROS K. Normal dúplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 2001; 42: 93-107.
- TAKAHASHI S, NARUMI Y, TAKAHARA S, SUZUKI S, KYO M, TAKAMURA M, KOKADO Y, ICHIMARU N, NAKAMURA H, OKUYAMA A. Acute Renal Allograft Rejection in the canine: Evaluation with Serial Dúplex Doppler Ultrasonography. *Transplantation Proceedings*. 1999; 31: 1731-4.
- VAC MH. Ultrassonografia do sistema urinário. In: CARVALHO CF. *Ultrassonografia em Pequenos Animais*. São Paulo: Roca. p.111-146. 2004.
- WALTER PA, FEENEY DA, JOHNSTON GR, FLETCHER TF. Feline renal ultrasonography: Quantitative analyses of imaged anatomy. *American Journal of Veterinary Research*. 1987; 48: 596-9.
- WOOD, AKW; MCCARTHY, PH. Ultrasonographic - anatomic correlation and imaging protocol of normal canine kidney. *American Journal Veterinary Research*. n.51, p. 103-8, 1990.