

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DOPPLERFLUXOMETRIA E AVALIAÇÃO
MORFOMÉTRICA DA VEIA PORTA EM CÃES
HÍGIDOS DE DIFERENTES PESOS CORPÓREOS

RAQUEL SARTOR

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Medicina
Veterinária, Área de concentração
Radiologia Veterinária da Faculdade
de Medicina Veterinária e Zootecnia
da UNESP - Campus de Botucatu,
para obtenção de título de Mestre.

Orientador: Prof^ª. Ass. Dr^ª. Maria Jaqueline Mamprim

Botucatu - SP
Junho 2008

Autor: Raquel Sartor

Título: Dopplerfluxometria e avaliação morfométrica da veia porta em cães hípidos de diferentes pesos corpóreos.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Jaqueline Mamprim
Presidente e Orientadora
Departamento de Reprodução Animal e
Radiologia Veterinária
FMVZ - UNESP - Botucatu

Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano
Membro
Departamento de Reprodução Animal e
Radiologia Veterinária
FMVZ – UNESP - Botucatu

Profa. Dra. Geórgia Bignardi Jarretta
Membro
Departamento de Diagnóstico por
Imagem/Anatomia
Unimonte - Santos

Data da defesa: 27 de junho de 2008.

*“Minhas imperfeições e fracassos são como uma
bênção de Deus, assim como meus sucessos e
meus talentos, eu coloco ambos a seus pés.”*
(Mahatma Gandhi)

Aos meus Pais

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido esta oportunidade, as conquistas e os momentos felizes em minha vida.

Aos meus pais, Izidoro Francisco Sartor e Roseli Pacharão Sartor, por serem sempre meu porto seguro, pelo apoio e compreensão, sem os quais esse trabalho não seria possível, pelos cuidados e amor incondicional.

A minha avó Benedita Bicudo Pacharão por estar presente todos os dias na minha vida, ajudando-me em todos os momentos; por todos os seus cuidados, os quais foram essenciais, não somente durante a realização deste trabalho, mas durante toda a vida.

A minha irmã, Renata Sartor, pela força, amor e amizade. Por ser minha companheira dentro e fora de casa, por receber-me com tanto amor em sua casa sempre que eu precisei.

A todos os familiares que sempre me apoiaram e me incentivaram.

A orientadora Profa. Dra. Maria Jaqueline Mamprim por acreditar na minha capacidade e pela a oportunidade de realizar este trabalho. Por todos os ensinamentos, que foram fundamentais, para o meu crescimento profissional, e que serão de grande valia por toda minha vida. Por orientar-me, e apoiar-me; pela amizade e compreensão.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano, pelos ensinamentos compartilhados, conselhos dados, e pela disponibilidade de atender-me sempre com muita atenção.

A Profa. Dra. Claudia Valéria Seullner Brandão por auxiliar-me durante a execução da parte prática deste projeto, e enriquecer o trabalho com conselhos e correções; pela disponibilidade e atenção.

A Profa. Dra. Regina Kiomi Takahira por disponibilizar os serviços do laboratório de patologia clínica para realização de exames essenciais para o trabalho.

Ao Prof. Dr. Sérgio Kronka pela análise estatística dos dados.

Aos meus amigos do departamento de radiologia pela convivência e momentos adoráveis compartilhados durante esses anos.

A minha amiga e fiel companheira Mariana Almeida pela amizade, pelas risadas, e pelo apoio fundamental na realização do projeto, pela paciência de tantas horas dentro da sala de ultra-som, e por estar sempre disposta a ajudar-me.

Aos funcionários e residentes do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, pelo apoio e demonstração de carinho e amizade.

Aos meus amigos essenciais em minha vida, por tornarem o dia-a-dia muito melhor, por me fazerem rir mesmo nos momentos mais difíceis. Amigos que para sempre terão um lugar muito especial em meu coração.

Aos proprietários dos animais que participaram do projeto, que gentilmente permitiram-me utilizar seus queridos cães.

Enfim, todos aqueles que estiveram presentes nestes momentos, e que se tornaram pessoas essenciais para o meu aprimoramento pessoal e profissional e que ficarão para sempre guardados em meu coração.

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Área
AAO	Área da aorta abdominal
AVCC	Área da veia cava caudal
AVP	Área da veia porta
AH	Artéria hepática
ALT	Alanina aminotransferase
AO	Aorta
Cm	Centímetros
D	Diâmetro
DAO	Diâmetro da aorta abdominal
DVCC	Diâmetro da veia cava caudal
DVP	Diâmetro da veia porta
FA	Fosfatase alcalina
Gama-GT	Gama – glutamil transferase
IC	Índice de congestão portal
Kg	Quilograma
MHz	Megahertz
Min	Minuto
ml	Mililitro
PRF	Frequência de repetição de pulsos
RDVP	Ramo direito da veia porta
RVP	Ramo da veia porta
S	Segundo
SRD	Sem raça definida
VCC	Veia cava caudal
VFVP	Volume de fluxo na veia porta
VH	Veia hepática
V_{méd}	Velocidade média de fluxo portal
VP	Veia porta

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Imagem ultra-sonográfica em modo B da veia porta principal. Corte longitudinal na altura do 9º espaço intercostal direito.....	41
FIGURA 2: Imagem ultra-sonográfica em modo B mostrando a VP, VCC e AO de um cão. Corte transversal na altura do 11º espaço intercostal direito.	41
FIGURA 3: Imagem ultra-sonográfica em modo B VCC de um cão. Corte transversal na altura do 11º espaço intercostal direito.	42
FIGURA 4: Imagem ultra-sonográfica em modo B da VP de um cão ao corte transversal no 11º espaço intercostal direito.	42
FIGURA 5: Imagem ultra-sonográfica em modo B VCC. Corte transversal na altura do 11º espaço intercostal direito.....	43
FIGURA 6: Imagem ultra-sonográfica em modo B da AO em corte transversal no 11º espaço intercostal direito.	43
FIGURA 7: Doppler espectral da veia porta principal extra-hepática de um cão. Corte longitudinal, na altura do 9º espaço intercostal direito.	44
FIGURA 8: Doppler Colorido do fígado de um cão, mostrando os principais vasos envolvidos no sistema de irrigação e drenagem do parênquima hepático. Corte transversal na altura do 10º espaço intercostal direito.	44
FIGURA 9: Doppler Colorido do fígado de um cão, mostrando ramo da veia porta e veia hepática. Corte longitudinal na altura do 10º espaço intercostal direito.	45

FIGURA 10: Doppler Colorido mostrando a origem do ramo direito da veia porta de um cão. Corte longitudinal na altura do 10º espaço intercostal direito.....	45
FIGURA 11: Doppler espectral do ramo direito da veia porta de cão. Corte longitudinal na altura do 9º espaço intercostal direito.	46
FIGURA 12: Doppler espectral do ramo direito da veia porta de cão. Corte longitudinal na altura do 9º espaço intercostal direito.	46
FIGURA 13: Doppler espectral do ramo direito da veia porta de cão. Corte longitudinal na altura do 10º espaço intercostal direito.	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Distribuição de cães do Grupo A com peso até 10,0 Kg examinados por ultra-sonografia Doppler hepática segundo raça, sexo, idade e peso. Botucatu-SP, 2008.	35
TABELA 2: Distribuição de cães do Grupo B com peso entre 10,1 a 20,0 Kg examinados por ultra-sonografia Doppler hepática segundo raça, sexo, idade e peso. Botucatu-SP, 2008.	35
TABELA 3: Distribuição de cães do Grupo C com peso acima de 20,1 Kg examinados por ultra-sonografia Doppler hepática segundo raça, sexo, idade e peso. Botucatu-SP, 2008.	36
TABELA 4: Análise das médias das variáveis oriundas da avaliação da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal pela ultra-sonografia modo B, segundo o grupo de peso dos animais. Botucatu-SP, 2008.	38
TABELA 5: Médias ($\pm$ desvio padrão) de cada variável, obtidas no exame ultra-sonográfico modo B, segundo o peso dos animais. Botucatu-SP, 2008.	39
TABELA 6: Análise das médias das variáveis oriundas da avaliação da veia porta pela ultra-sonografia Doppler, segundo o grupo dos animais. Botucatu-SP, 2008.	39
TABELA 7: Média ($\pm$ desvio padrão) de cada variável, obtida no exame ultra-sonográfico duplex Doppler da veia porta, segundo o peso dos animais. Botucatu-SP, 2008.	40
TABELA 8: Diâmetro da veia porta (cm) de cães, mensurado pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	82
TABELA 9: Diâmetro da veia cava caudal (cm) de cães, mensurado pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	82

TABELA 10: Diâmetro da aorta abdominal (cm) de cães, mensurado pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	82
TABELA 11: Relação da proporção entre os diâmetros da veia porta e da veia cava caudal de cães segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	83
TABELA 12: Relação da proporção entre os diâmetros da veia porta e da aorta abdominal de cães segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	83
TABELA 13: Área da veia porta (cm ²) de cães, mensurada pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	83
TABELA 14: Área da veia cava caudal (cm ²) de cães, mensurada pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	84
TABELA 15: Área da aorta abdominal (cm ²) de cães, mensurada pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	84
TABELA 16: Velocidade média do fluxo na veia porta (cm/s) de cães, mensurada pela ultra-sonografia Doppler, segundo a faixa de peso. Botucatu-SP, 2008.	84
TABELA 17: Volume de fluxo sanguíneo na veia porta por quilograma de peso corporal (ml/min/kg) de cães, mensurado pela ultra-sonografia Doppler, segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	85
TABELA 18: Índice de congestão portal (cm/s) de cães, mensurado pela ultra-sonografia Doppler, segundo a faixa de peso do animal. Botucatu-SP, 2008.	85

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	01
ABSTRACT	02
1. INTRODUÇÃO	03
2. REVISÃO DE LITERATURA	06
2.1. Anatomia e fisiologia	07
2.2. Ultra-sonografia modo B	09
2.3. Ultra-sonografia Doppler	11
2.3.1. Princípios físicos	11
2.3.2. Doppler Espectral	14
2.3.3. Doppler Colorido	15
2.3.4. Power Doppler e Doppler Contínuo	16
2.3.5. Artefatos	17
2.3.6. Seqüência do exame	17
2.4. Avaliação da hemodinâmica portal	18
2.4.1. Medicina	18
2.4.2 Medicina Veterinária	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Animais	30
3.2. Local do experimento	30
3.3. Equipamentos	30
3.4. Preparo dos animais	31
3.5. Técnica ultra-sonográfica	31
3.6. Exames laboratoriais	33
3.7. Análise estatística	33
4. RESULTADOS	34
4.1. Exame ultra-sonográfico modo B	36
4.2. Ultra-sonografia Doppler Colorido	37
4.3. Ultra-sonografia Doppler espectral	37
5. DISCUSSÃO	48
6. CONCLUSÕES	55
7. REFERÊNCIAS	58
8. TRABALHO CIENTÍFICO	63
Apêndice	81

SARTOR, R. **Dopplerfluxometria e avaliação morfométrica da veia porta em cães hígidos de diferentes pesos corpóreos**. Botucatu, 2008. 978p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO

A perfusão total hepática e suas contribuições relativas, pelo sistema portal e pela artéria hepática, podem estar alteradas por vários processos hepáticos, como doença hepato-celular difusa, neoplasias e shunts intra-hepáticos. O estudo do comportamento do fluxo sangüíneo nos vasos do fígado por meio da ultra-sonografia Doppler, mostrou-se um método de grande auxílio, principalmente na avaliação da hemodinâmica portal. Tal avaliação é feita pela mensuração da área, velocidade média, volume de fluxo sangüíneo e pelo índice de congestão portal. Este estudo teve como objetivos mensurar os diâmetros e as áreas da veia porta, da veia cava caudal e da aorta abdominal, e efetuar a avaliação dopplerfluxométrica da veia porta de cães hígidos divididos em três grupos conforme o peso corporal, (Grupo A: $\leq 10\text{kg}$; Grupo B: de 10,1 a 20,0kg; Grupo C: $\geq 20,1\text{kg}$), e avaliar se estas variáveis são influenciadas pelo peso do animal. Os diâmetros e as áreas da veia porta, da veia cava caudal e aorta abdominal foram significativamente menores para os cães do Grupo A em relação aos demais grupos e, os cães dos Grupos B e C tiveram resultados semelhantes entre si. Na dopplerfluxometria da veia porta, a velocidade média de fluxo foi semelhante para os três grupos avaliados, não variando com o peso do animal. O volume de fluxo e o índice de congestão portal foram respectivamente maior e menor para o Grupo A em relação aos demais, os quais obtiveram resultados semelhantes entre si.

Palavras-chave: Dopplerfluxometria; veia porta; cães; peso.

SARTOR, R. **Dopplerfluxometry and morphometric evaluation of the portal vein in healthy dogs of different weights**. Botucatu, 2008. 97p. Thesis (Máster in Veterinary Medicine) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista – UNESP “Júlio de Mesquita Filho”.

ABSTRACT

Total hepatic perfusion through the portal system and hepatic artery, as well as its respective average contributions, can be affected by several hepatic processes such as diffuse liver disease, neoplasm and intrahepatic shunt. Blood flow exams of liver vessels using Doppler ultrasonography has been a viable non-invasive diagnostic method helpful in portal hemodynamic evaluation. Portal hemodynamics is assessed by measuring the area, mean velocity, flow volume and congestion index of the portal vein. The aims of this study were to measure the diameter and area of portal vein, caudal vena cava and abdominal aorta; to analyze, through Doppler flowmetry, the portal vein of healthy dogs, which were divided into three groups according to body weight (Group A: ≤ 10 kg; Group B: 10.1–20.0 kg; Group C: ≥ 20.1 kg); and to assess whether these data are influenced by the animal weight. The diameter and area of the evaluated vessels were significantly larger in Group A, relative to the other groups, and similar between Groups B and C. The mean velocity of portal vein flow was similar among groups and did not vary with the animal weight. Group A had greater flow volume and lower congestion index of portal system, relative to the other groups, which had similar results.

Key words: Doppler flowmetry; portal vein; dogs; weight.

Introdução

1. INTRODUÇÃO

O fígado é a maior glândula do corpo e desempenha papel homeostático fundamental no equilíbrio de numerosos processos biológicos. Estima-se que este órgão realize pelo menos 1500 funções bioquímicas essenciais para a sobrevivência do animal (SISSON, 1986; MATHEWS e BUNCH, 2005).

O exame ultra-sonográfico é um método não invasivo que obtém informações valiosas nos casos de doenças hepáticas. Nos cães, por meio deste exame, são amplamente descritos os diagnósticos de lesões focais e difusas e doenças dos ductos biliares. Alterações nas dimensões do fígado, também são descritas, porém, de forma subjetiva pelo exame ultra-sonográfico, sendo o raio-x considerado mais preciso no diagnóstico de tais alterações (NYLAND e MATTOON, 2005).

A ultra-sonografia tem sido requisitada com frequência como guia de biópsias e citologias aspirativas em órgãos abdominais, como o fígado. Embora essa série de manobras auxilie no diagnóstico das alterações hepáticas dos cães, ainda existe uma falha em pesquisar, ao contrário da medicina humana, a avaliação hepática baseada na hemodinâmica de seus vasos, sendo essa técnica pouco descrita na medicina veterinária (XIN e CARLISIE, 1995).

A perfusão total do fígado e suas contribuições relativas, pelo sistema portal e pela artéria hepática, podem estar alteradas por vários processos hepáticos, como doença hepatocelular difusa, neoplasia e *shunts* intra-hepático. O estudo do comportamento do fluxo sanguíneo nos vasos do fígado por meio da ultra-sonografia Doppler tem se mostrado um método viável, não invasivo, e de grande auxílio, principalmente na avaliação da hemodinâmica portal, pois com essa técnica passou a ser possível avaliar as condições do fluxo sanguíneo no vaso, enquanto a ultra-sonografia em modo B apenas permitia a avaliação da arquitetura vascular (KANTROWITZ et al., 1989).

Em humanos, o uso associado da modalidade Doppler em doenças hepáticas revela resultados promissores. Os estudos visam principalmente estabelecer possíveis interações entre as alterações hemodinâmicas portais e as doenças hepáticas crônicas, e caracterizar, segundo a vascularização detectada, diferentes tipos de neoplasias (NYLAND e FISHER, 1990).

Na medicina veterinária, o efeito Doppler é utilizado desde o final da década de oitenta e, desde então, pesquisas foram realizadas na tentativa de estabelecer padrões para o fluxo sanguíneo normal na veia porta de cães e suas possíveis alterações durante os processos hepáticos crônicos (NYLAND e FISHER, 1990).

Revisão de Literatura

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia e Fisiologia

O fígado é a maior glândula do corpo e desempenha papel homeostático fundamental no equilíbrio de numerosos processos biológicos. O fígado executa papel importante no metabolismo dos carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e hormônios. Desempenha também funções de armazenamento, imunológicas, hematológicas, secretórias, excretórias e de desintoxicação (SISSON, 1986; MATHEWS e BUNCH, 2005).

Na vida embrionária, o fígado desempenha importante função hematopoiética, a qual deixa de existir após o nascimento. No embrião e no animal recém-nascido, o fígado ocupa uma porção bastante considerável da cavidade abdominal, sendo que esta proporção se torna menos expressiva durante o primeiro ano de vida. O peso do fígado também tende a diminuir com a idade do animal (NICKEL et al., 1973).

Na maioria dos cães, o fígado divide-se em seis lobos, são eles, lobo quadrado, medial direito, medial esquerdo, lateral direito, lateral esquerdo e lobo caudado, o qual é composto pelos processos caudado e papilar. A vesícula biliar situa-se entre os lobos quadrado e medial direito. A *porta hepatis* representa a fissura transversal na superfície ventral do fígado, onde a veia porta, artéria hepática, ducto biliar principal e vasos linfáticos ingressam e saem do fígado (MATHEWS e BUNCH, 2005).

A irrigação hepática é feita por um sistema duplo, composto pelas artérias hepáticas e pelo sistema portal. Nos cães, cerca de 70% do sangue que chega ao fígado é transportado pela veia porta; este entra no fígado pelo hilo hepático carregando sangue venoso oriundo dos intestinos, pâncreas e baço. Este sangue é rico em nutrientes sendo essencial para as funções metabólicas realizadas no fígado, enquanto o sangue arterializado trazido pelos ramos da artéria hepática é responsável apenas pela nutrição do parênquima hepático (NICKEL et al., 1973).

A contribuição relativa do sistema portal e das artérias hepáticas para a irrigação do fígado varia com o estado fisiológico e também com as condições patológicas do organismo, como doença hepatocelular difusa, neoplasias e

shunts intra-hepático. A veia porta por ser a principal responsável pela irrigação hepática, é também o vaso que mais sofre alterações hemodinâmicas quando doenças estão instaladas neste órgão, sendo assim, é o vaso de maior importância durante a avaliação com ultra-sonografia Doppler do fígado (KANTROWITZ et al., 1989; NYLAND e FISHER, 1990).

A partir dos sistemas umbilical e onfalomesentérico se desenvolve o sistema portal no feto. Durante a vida intra-uterina nos cães, o sangue da veia umbilical flui diretamente para a veia cava caudal pelo ducto venoso contornando o fígado. Após o nascimento, ocorre a atrofia do ducto, o qual gradativamente se fecha e resulta em uma fina faixa fibrosa, o ligamento venoso (EVANS, 1993).

O sistema portal se inicia nos capilares viscerais e termina no fígado, transporta sangue venoso do pâncreas, baço e de todo trato gastrointestinal, exceto do canal anal (KANTROWITZ et al., 1989; EVANS, 1993). Este sangue é um dos fatores que determinam as dimensões hepáticas, pois é rico em fatores hepatotróficos os quais determinam o tamanho de cada hepatócito (MATHEWS e BUNCH, 2005).

A veia porta é formada pela confluência das veias mesentéricas cranial, mesentérica caudal e da veia lienal. Essa formação anatômica ocorre em 96% dos casos segundo Duarte (1989), podendo sofrer pequenas variações em 4% dos cães.

A veia mesentérica cranial é sempre a maior, é formada pelas veias jejunais, ileais, pancreático-duodenal caudal, ramo pancreático e ramo duodenal, e a veia ileocólica. A veia mesentérica caudal é normalmente formada pelas veias retal cranial, cólica esquerda e ileocólica. A veia lienal é formada pelos ramos esplênicos, veia gastroepiplóica esquerda, veias gástricas curtas, veia gástrica esquerda e veias pancreáticas (DUARTE, 1989).

A veia porta divide-se na entrada do fígado, ou seja, na *porta hepatis*, em um pequeno ramo direito, que caminha através dos lobos lateral e medial direitos, e um ramo esquerdo, mais longo, o qual se ramifica para o restante do fígado (EVANS, 1993).

No fígado, a veia porta ramifica-se em vasos cada vez menores passando, ao nível dos lóbulos hepáticos, para capilares sinusóides que entram em contato com os hepatócitos em direção as veias centrais. Estas se

juntam em veias sublobulares, que fluem para as veias hepáticas, as quais desembocam na veia cava caudal, que termina no átrio direito do coração (KÖNIG e LIEBICH, 2004)

A familiaridade com a anatomia normal do sistema hepatobiliar melhora as condições do clínico para a utilização e interpretação dos exames laboratoriais e do ultra-som diagnóstico, para a consideração dos diagnósticos diferenciais apropriados, e para a seleção dos tratamentos diante de um diagnóstico histopatológico (MATHEWS e BUNCH, 2005).

2.2 Ultra-Sonografia modo B

Por meio da ultra-sonografia, pode-se analisar a anatomia intra-hepática, e acrescentar informações ao diagnóstico, mesmo antes que estas sejam observadas pela radiografia convencional ou pelos exames laboratoriais (MAMPRIM, 2004).

As indicações para o exame ultra-sonográfico hepático incluem hepatomegalia, massas abdominais, icterícia, ascite, suspeita de ruptura diafragmática, perda de peso, pesquisas de metástases hepáticas, guia de biópsias e monitoração de tratamentos (MAMPRIM, 2004).

O conhecimento da anatomia venosa ajuda a identificar regiões específicas do fígado durante o exame ultra-sonográfico (NYLAND e MATTOON, 2004). Na ultra-sonografia em modo B, um vaso abdominal em corte longitudinal tem aparência de uma estrutura tubular com paredes bem definidas. Essas paredes são linhas finas, hiperecóticas e paralelas. Em corte transversal, eles têm uma aparência oval ou circular. O lúmen é anecóico devido à ausência de reflexão dos ecos quando passam pelo sangue no interior do vaso (SZATMARI et al., 2001).

Para identificação dos diversos ramos da veia porta, estes devem ser diferenciados das veias hepáticas. Essa distinção é feita pela localização anatômica dos ramos principais, pela sua distribuição e pela ecogenicidade característica da parede dos seus vasos (XIN e CARLISLE, 1995).

Os ramos portais apresentam parede ecogênica, enquanto as veias hepáticas normalmente não têm as paredes visíveis, estas são visibilizadas apenas quando a onda de ultra-som e o vaso estão perpendiculares. Isto

acontece porque as veias hepáticas têm paredes formadas por fibras de colágeno paralelas e bem próximas umas das outras. Em contraste, as paredes da veia porta são formadas por fibras de tecido conectivo, não paralelas, e separadas por múltiplos espaços, sendo apenas pequena parte destas fibras compostas por colágeno. Como suas fibras são orientadas em múltiplas direções, e existe espaço entre elas, a onda de ultra-som é refletida em diferentes ângulos de incidência do feixe (SZATMARI et al., 2001).

Para a realização do exame ultra-sonográfico dos ramos portais, o paciente deve ser posicionado em decúbito dorsal ou lateral esquerdo. A veia porta é visibilizada tanto pelo acesso ventral como pelo intercostal direito, podendo, através destes, ser observada entrando no fígado, no hilo hepático (EVANS, 1993; NYLAND e MATTOON, 2005).

Pelo acesso lateral, os ramos intralobares não são facilmente localizados, porém a veia porta principal pode ser visibilizada entre o 8º e o 11º espaços intercostais direitos, através de corte sagital. Sua visibilização na região dorsal ao estômago, é freqüentemente impedida pelo gás contido no órgão, podendo ser novamente visibilizada cranial ao estômago e à direita da linha média (XIN e CARLISLE, 1995).

O modo B é útil para detectar alguns shunts, mensurar o diâmetro e a área de vasos, observar espessamento de parede vascular e identificar trombos intraluminais que não sejam recentes (SZATMARI et al., 2001).

Para que possamos determinar parâmetros ao Doppler como o volume de fluxo sanguíneo no vaso, é importante realizarmos a mensuração dos diâmetros, e a partir destes, das áreas da veia porta, da veia cava caudal e da aorta abdominal, pois, doenças hepáticas, assim como alterações cardíacas, podem alterar esses valores. Para essa manobra é feito um corte transversal dos vasos, com o paciente posicionado em decúbito lateral esquerdo, sendo o plano realizado na altura do décimo primeiro espaço intercostal direito (NYLAND e MATTOON, 2005).

O diâmetro normal da veia porta de cães é de 1,20cm (EVANS, 1993). Segundo Bodner (1998) o diâmetro da veia cava caudal de cães de grande porte é de 1,00cm.

A proporção normal esperada entre os diâmetros da veia porta e aorta abdominal é de 0,70 a 1,25, segundo D'Anjou (2007). Em seu estudo, todos os

cães com esta proporção $\leq 0,65$ apresentaram desvio portossistêmico extra-hepático ou hipertensão não cirrótica idiopática, e naqueles em que esta proporção foi $\geq 0,80$ a existência de desvio portossistêmico extra-hepático foi totalmente descartada.

Sabe-se que vários fatores podem alterar a área desses vasos, como as variações respiratórias, posturais e o estado pós-prandial. Dessa forma, as mensurações devem ser sempre realizadas com os indivíduos em jejum, no mesmo decúbito e com a respiração tranqüila (MACHADO et al., 2004).

Nyland e Fisher (1990) analisaram dois métodos para o cálculo da área (A) dos vasos. O primeiro método mensurou o diâmetro com caliper eletrônico e utilizou a seguinte fórmula:

$$A = \frac{(D)^2 \times \pi}{4}$$

Onde A representa a área do vaso (cm²), D o diâmetro (cm) e π é igual a 3,14.

O segundo método chamado de elipsóide calcula a área diretamente por meio de caliper eletrônico do próprio aparelho. Segundo os autores, não existe diferença significativa entre os métodos, e ambos foram considerados eficazes para o cálculo da área do vaso.

A área da veia porta de cães sadios foi mensurada em dois trabalhos os quais encontraram média de $0,66 \pm 0,14$ cm², na avaliação de dezesseis cães da raça Beagle pesando entre 11 e 19,5 kg (LAMB e MAHONEY, 1994), e de $0,65 \pm 0,15$ cm², quando avaliados dez cães sem raça definida que pesavam entre 16 e 26 kg (NYLAND e FISHER, 1990).

2.3 Ultra-Sonografia Doppler

2.3.1 Princípios Físicos

O efeito Doppler é uma característica observada nas ondas, quando emitidas ou refletidas, por um objeto que está em movimento em relação a um observador. Foi-lhe atribuído esse nome em homenagem ao físico austríaco Johann Christian Andréas Doppler, que o descreveu pela primeira vez em 1842. A primeira comprovação desse efeito foi obtida pelo cientista alemão

Christoph B. Ballot, em 1845, por meio de um experimento com ondas sonoras. Em ondas eletromagnéticas, esse mesmo fenômeno foi descoberto em 1848 pelo francês Hippolyte Fizeau, e por esse motivo, o efeito Doppler também é chamado de efeito Doppler-Fizeau.

O astrofísico americano Edwin Hubble, em 1929, descobriu que galáxias distantes estão, quase sem exceção, afastando-se muito rapidamente de nós. O espectro da luz dessas galáxias chega até nossos telescópios e espectrômetros apresentando um desvio para o vermelho. Hubble explicou esse interessante fenômeno usando o efeito Doppler (<http://www.seara.ufc.br/tintim/física/doppler/tintim1.htm>) .

“O efeito Doppler é um fenômeno comum em nosso dia-a-dia. Para descrever esse fenômeno, Johann Christian Andréas Doppler publicou o livro intitulado “Sobre as Cores da Luz Emitida pelas Estrelas Duplas”, no qual o autor explica as diferentes cores observadas nas estrelas devido à sua aproximação em relação à Terra. Um exemplo clássico utilizado para explicar o efeito Doppler é uma situação semelhante a que Doppler descreveu em um de seus experimentos. Por exemplo, o som da buzina de um carro que se move na direção de um observador que está parado; enquanto o carro se aproxima, o som é percebido com uma frequência cada vez maior, ou seja, um som mais agudo. Ao carro se afastar, o som é percebido com frequência cada vez menor, ou seja, com um som mais grave. Quando o carro e o observador estão parados, a frequência da buzina é sempre constante (http://www.wikipedia.org/wiki/efeito_doppler).”

Esse efeito é semelhante no exame de ultra-som, no qual, em modo B, o transdutor e o tecido observado estão parados, assim a frequência da onda emitida pelo transdutor é a mesma da refletida pelos tecidos. Na ultrasonografia Doppler dos vasos sanguíneos, o objeto parado é o transdutor, e os refletores são as hemácias, as quais estão em movimento e, dessa maneira, geram um eco de retorno com frequência diferente da emitida pelo transdutor. A diferença entre a frequência do som emitido e a do som refletido é chamada de desvio de frequência Doppler ou desvio Doppler (CERRI et al., 1998; SZATMARI et al., 2001; GINTHER e UTT, 2004).

Se o fluxo sanguíneo move-se em direção ao transdutor, então a variação Doppler será positiva, ou seja, o eco de retorno terá maior frequência. Se o

fluxo está se afastando do transdutor, então a variação Doppler será negativa, a frequência do eco de retorno será menor do que a do emitido (CERRI et al., 1998; SZATMARI et al., 2001; GINTHER e UTT, 2004; NYLAND e MATTOON, 2005).

A variação Doppler pode ser descrita de várias maneiras, dependendo da técnica utilizada. No Doppler espectral ou com ondas pulsadas, um traçado pode ser observado e simultaneamente o som pode ser ouvido. No power Doppler e no Doppler colorido, a variação Doppler é mostrada por tonalidades de uma e duas cores respectivamente (SZATMARI et al., 2001).

A variação na frequência é audível ao ouvido humano, ou seja, abaixo de 20 kHz, diferente da onda emitida pelo transdutor que está geralmente entre 2 a 10 MHz. Esse som audível, quando interpretado por um operador experiente, pode ser utilizado como um método instantâneo para se obter informações qualitativas adicionais à avaliação do gráfico no Doppler espectral (GINTHER e UTT, 2004).

Quanto maior a variação Doppler, maior será a velocidade que a hemácia está se deslocando. Entretanto, essa variação só será máxima, ou seja, o efeito Doppler ideal será obtido, quando o vaso sanguíneo estiver paralelo ao feixe de ultra-som transmitido (NYLAND e MATTOON, 2005). A equação Doppler descreve essa relação:

$$\Delta f = \frac{2 f v \cos a}{c}$$

Na qual, Δf é a frequência de variação Doppler (diferença entre a frequência do som emitido e do refletido), f é a frequência original do transdutor, v é a velocidade de movimento das hemácias, a é o ângulo entre o feixe de ultra-som incidente e o eixo longitudinal do segmento estudado (do vaso sanguíneo), e c é a velocidade de propagação do som nos tecidos (1540m/s).

A equação pode ser reajustada para se obter a velocidade do fluxo:

$$v = \frac{\Delta f c}{2 f \cos a}$$

Dessa maneira, para se obter um efeito Doppler máximo, o vaso deve estar paralelo ao feixe de ultra-som, obtendo um ângulo de incidência igual a zero, pois co-seno de zero é igual a um. Assim a variação de frequência

máxima é produzida e o ângulo tem efeito mínimo nos resultados calculados. A obtenção do ângulo igual a zero é muito difícil na avaliação de vasos periféricos; assim, para um exame de ultra-sonografia Doppler realizar medidas com poucas chances de erros, autores recomendam utilizar apenas medidas feitas com o ângulo de insonação de até 60° (SZATMARI et al., 2001; BOOTE, 2003; ROSE e NELSON, 2004), pois para um ângulo de 50° a subestimação ou superestimação do ângulo em 5°, resultaria em erro de 9,1% no cálculo de Δf . Já para ângulo de 70°, a subestimação ou superestimação do ângulo em 5° aumentaria a margem de erro para 19% (CERRI et al., 1998).

2.3.2 Doppler Espectral

São duas as modalidades de ultra-sonografia Doppler com maior aplicação na rotina para avaliação de fluxo nos vasos abdominais, o Doppler espectral e o Doppler colorido.

A avaliação mais sofisticada do fluxo sanguíneo tornou-se possível com a introdução da técnica Doppler de onda pulsada ou Doppler espectral, a qual, nos equipamentos modernos, fornece imagem Doppler associada com a imagem em modo B. Por unir as duas formas de imagem, a técnica é também conhecida como duplex Doppler. A composição dos dois métodos fornece diagnósticos anatômico e funcional concomitantes. A imagem em modo B de alta resolução visibiliza o vaso estudado e identifica as alterações morfológicas dos segmentos analisados. A detecção dos sinais gerados pela movimentação dos glóbulos vermelhos ocorre no interior de uma pequena área, chamada de volume de amostra, a qual pode ser colocada em qualquer local do vaso. Obtém-se assim a curva da velocidade nos pontos em que se deseja analisar o fluxo sanguíneo (CERRI et al., 1998; NYLAND e MATTOON, 2005).

Nesse método, o mesmo cristal piezoelétrico que emite a onda sonora a capta. A emissão da onda é de curta duração (1% do ciclo) e alterna-se com longos períodos de espera (99% do ciclo). A distância entre o transdutor e o alvo refletor é calculada em função do tempo passado entre a emissão do pulso e a captação do eco. Só então será emitido o pulso seguinte (GINTHER e UTT, 2004).

O número de pulsos emitidos por segundo, denominado de frequência de repetição de pulsos (PRF) determina o poder de alcance e a frequência máxima detectada pelo transdutor. A PRF deve ser adequada às características de frequências dos sinais captados, ou seja, quanto maior a variação de frequência gerada pelo fluxo de alta velocidade, maior deve ser a PRF. Variações de frequência maiores do que a metade da PRF serão representadas como se estivessem na direção contrária, devido à geração de um artefato do Doppler chamado de “Aliasing” (CERRI et al., 1998; GINTHER e UTT, 2004; NYLAND e MATTOON, 2005).

O espectro de velocidade é representado em um gráfico composto por um eixo horizontal que representa o tempo e um eixo vertical que representa a distribuição das velocidades das células vermelhas do sangue. O brilho da curva formada é determinado pelo número de hemácias que estão em determinada velocidade num determinado intervalo de tempo (ROSE e NELSON, 2004).

Para avaliação da curva de velocidade, é necessária a correção de diferença angular entre o feixe de ultra-som e o vaso analisado. A análise da curva fornece informações qualitativas como presença ou não de fluxo na região analisada, direção e sentido do fluxo e avaliação da morfologia das ondas espectrais. Fornece também informações semiquantitativas, pois, de acordo com a morfologia do espectro adquirido, pode-se supor a condição do fluxo no vaso analisado, e informações quantitativas como medidas de velocidade, em especial máxima e mínima, a partir das quais podem ser calculados os índices de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP), que analisam a impedância vascular (CARVALHO, 2007).

2.3.3 Doppler Colorido

O Doppler colorido é a mais recente tecnologia da ultra-sonografia diagnóstica. O método é uma fusão da escala de cinza e detecção de movimentos, produzindo uma imagem que representa os tecidos moles em escala de cinza e fluxo sanguíneo em escala colorida. Sinais de células vermelhas em movimento são visibilizados em cores, em função de suas movimentações, no mesmo sentido ou em sentido contrário ao transdutor. A

atribuição de cores (vermelho e azul) para cada sentido de fluxo é determinada pelo operador. Convencionou-se que o fluxo em direção ao transdutor é representado em vermelho e em direção contrária ao transdutor em azul (CERRI et al., 1998; NYLAND e MATTOON, 2005; CARVALHO, 2007).

A tonalidade da cor representa a velocidade das hemácias, quando se adiciona branco a uma cor significa que o fluxo naquela região é mais rápido, por exemplo, um vaso visibilizado em azul - escuro representa fluxo afastando-se do transdutor e um azul-claro também indica o mesmo sentido de fluxo, mas com maior velocidade. O mesmo acontece quando comparamos o fluxo vermelho e o vermelho - alaranjado, no qual ambos se aproximam do transdutor, porém o de tonalidade mais clara tem uma velocidade maior (POWIS, 1994).

2.3.4 Power Doppler e Doppler Contínuo

Podemos citar outras duas modalidades de ultra-sonografia Doppler, porém estas são menos utilizadas quando se quer estudar a hemodinâmica hepática, o power Doppler e o Doppler contínuo.

O power Doppler é a mais recente inovação do Doppler colorido, é uma técnica mais sensível permitindo detectar fluxos de baixa intensidade e vasos de menor calibre. No entanto, sua escala é de uma única cor, a qual varia apenas em intensidade, assim ele fornece informações apenas de velocidade e não demonstra o sentido do fluxo (BOOTE, 2003; GINTHER e UTT, 2004).

O Doppler contínuo é utilizado para avaliação ultra-sonográfica cardíaca. Nessa técnica um cristal emite a onda sonora enquanto outro capta as ondas refletidas, podendo determinar a direção do fluxo e medir velocidades muito maiores comparadas com a ultra-sonografia Doppler de ondas pulsadas, pois a amostragem é contínua, sem a espera dos ecos, embora apresente o inconveniente de não possuir discriminação de profundidade (NYLAND e MATTOON, 2005).

2.3.5 Artefatos

A ultra-sonografia Doppler, assim como o ultra-som em modo B, possui alguns artefatos de técnica, dentre eles o mais importante e comum é o “Aliasing.” Este artefato ocorre sempre que a taxa de pulsos transmitida for insuficiente para medir a velocidade do fluxo amostrado, ou seja, quando a velocidade excede um limite superior de medida, chamado limite de Nyquist. O limite de Nyquist é a metade da frequência de repetição de pulso ultra-sônico (PRF). Assim “Aliasing” está presente quando a variação de frequência Doppler é maior que a metade da PRF (CARVALHO, 2007).

Ao Doppler colorido este artefato é representado por um vaso preenchido com cores que vão diretamente da velocidade máxima de um sentido para a velocidade máxima reversa, por exemplo, amarelo-claro para azul-claro, ou vice e versa. No Doppler espectral este artefato é representado por sinais com uma variação negativa, ou seja, a porção da onda que representa o pico de velocidade aparece abaixo da linha de base. Existem algumas maneiras de corrigir este artefato, abaixando a linha de base da imagem espectral, aumentando o PRF, mudando para um transdutor de baixa frequência ou alterando o ângulo Doppler (CERRI et al., 1998; NYLAND e MATTOON, 2005).

2.3.6 Sequência do Exame

O primeiro passo para realizar um exame com Doppler é obter a imagem em modo B do vaso sangüíneo. Após cautelosa observação do vaso, deve-se obter imagem do mesmo em corte longitudinal; o ideal é que este esteja paralelo ao feixe de ultra-som, mas se não for possível, deve-se manter um ângulo de intersecção entre eles de no máximo 60°. Utiliza-se então o Doppler colorido para determinar a presença ou ausência de fluxo no vaso e sua direção. O volume de amostra é posicionado no vaso, é feita a correção do ângulo de insonação, e utilizando o Doppler espectral, é traçado um gráfico correspondente ao fluxo sangüíneo daquela parte do vaso para que seja realizada uma análise (SZATMARI et al., 2001).

2.4 Avaliação da Hemodinâmica Portal

2.4.1 Medicina

A utilização do Doppler na medicina foi importante para expandir a aplicação clínica da ultra-sonografia, e o desenvolvimento da técnica e dos equipamentos proporcionou um melhor entendimento da hemodinâmica vascular e da correlação entre as alterações no fluxo sanguíneo e os diversos processos patológicos (BOOTE, 2003). A avaliação da vascularização hepática tornou o exame ultra-sonográfico mais completo, pois com essa técnica passou a ser possível diferenciar estruturas vasculares de não vasculares, como por exemplo, fazer a distinção entre um ducto biliar dilatado e um vaso portal. Tornou-se possível avaliar a velocidade do fluxo sanguíneo na veia porta, a qual quando diminuída, é um importante indicativo de hipertensão portal, e a direção do mesmo, detectando assim a presença de fluxo hepatofugal, o qual evidencia a gravidade do quadro em uma doença hepática crônica, e seu achado é considerado patognomônico para hipertensão portal (CERRI et al., 1998; MACHADO et al., 2004).

Dessa maneira, essa técnica representou um marco no exame de pacientes portadores de hipertensão portal, permitindo a avaliação da dinâmica vascular. Atualmente, recomenda-se a inclusão desse exame na avaliação inicial de pacientes hepatopatas, sendo este de extrema importância na conduta clínica/cirúrgica destes pacientes (MACHADO et al. 2004).

Segundo Lemos (2002), os primeiros relatos da utilização da ultra-sonografia Doppler na avaliação da hemodinâmica portal foram realizados por Gill (1979 e 1985), buscando mensurar o volume de fluxo na veia porta (VFVP). Moriyasu et al. (1984) afirmaram que o método era confiável para avaliação do VFVP, e apenas um ano depois, Ohnishi et al. (1985) publicaram dois estudos verificando a diminuição da velocidade de fluxo na veia porta em doentes cirróticos, porém sem observar alterações no VFVP.

Moriyasu et al. (1986) voltaram a publicar novos artigos reafirmando a aplicabilidade do Doppler no estudo da hemodinâmica portal. Além disso, os autores sugeriram novo parâmetro para pesquisa, chamado por eles de índice

de congestão portal (ICP), o qual é calculado dividindo-se a área pela velocidade média de fluxo na veia porta.

Em 1989, ocorreu na Itália uma reunião de consenso entre especialistas sobre a aplicação da ultra-sonografia Doppler no estudo da hemodinâmica portal. Naquela ocasião, foi ressaltada a importância da avaliação qualitativa do Doppler, isto é, a capacidade de identificação da existência e do sentido do fluxo, e sua aplicação no tratamento de portadores de hipertensão portal. Em relação ao cálculo do VFVP, discutiu-se também a necessidade da adoção de critérios técnicos rígidos, além do uso de equipamentos de alta qualidade (BARBARA, 1990).

Atualmente, a avaliação pela ultra-sonografia Doppler em pacientes com hepatopatias tem sido amplamente utilizada na medicina. Na doença hepática crônica, ocorre alteração da complacência hepática devido à fibrose ou à cirrose, as quais acarretam alterações vasculares, levando ao aumento da pressão venosa portal. As principais indicações desse exame são casos em que há suspeita de hipertensão portal, sendo este realizado como uma avaliação inicial, pois se podem obter informações importantes em relação à conduta clínica (O'DONOHUE et al., 2004).

Nesses pacientes a principal avaliação realizada com Doppler é a da veia porta. Em 2002, demonstrou-se que o acesso aos ramos intra-hepáticos da veia porta normalmente proporcionam um menor ângulo de insonação, obtendo resultados mais confiáveis, principalmente em relação às medidas de velocidades e os demais índices que as utilizam em seus cálculos. Os autores também afirmam que o ramo direito da veia porta apresenta alterações como diminuição da velocidade média e do volume de fluxo sanguíneo, diretamente relacionadas aos danos causados pela cirrose (SUGIMOTO et al., 2002).

As avaliações morfométrica e hemodinâmica portal vinham sendo realizadas pela mensuração de sua área, da velocidade média do fluxo ($V_{méd}$) e do volume de fluxo portal (VFVP) até 1986; após essa data, a avaliação passou a ser feita também por meio do índice de congestão portal (ICP).

Em 1986, Moriyasu et al. na tentativa de introduzir o IC como parâmetro na avaliação de pacientes com hipertensão portal, compararam os valores da área, da $V_{méd}$, do VFVP e do ICP na veia porta em cinco grupos de pacientes humanos. O primeiro grupo era composto por voluntários saudáveis, o segundo,

por pacientes portadores de hepatite aguda, o terceiro, por portadores de hepatite crônica ativa, o quarto, por portadores de cirrose hepática e o quinto grupo, por portadores de hipertensão portal idiopática.

Na comparação das variáveis entre os grupos, apenas os pacientes portadores de hepatite aguda não diferiram do grupo controle. Foram constatados aumento e diminuição significativos, da área e da V_{méd} da veia porta, respectivamente, nos doentes em relação ao grupo controle. O VFVP não foi estatisticamente diferente entre nenhum dos grupos e o ICP foi maior nos pacientes doentes em relação ao grupo controle. Ao mesmo tempo, foi aferida a pressão venosa portal através de um cateter, e uma fraca correlação positiva foi observada entre o ICP e a pressão venosa portal (MORIYASU et al., 1986).

Em 2002, Sugimoto et al. demonstraram que tanto a V_{méd}, como o VFVP estavam significativamente diminuídos em pacientes com cirrose em relação ao grupo controle e pacientes portadores de hepatite crônica, porém estes últimos não foram diferentes quando comparados ao grupo de pacientes hígidos. Diante deste estudo, foi possível concluir que as medidas de V_{méd} e de VFVP são parâmetros importantes na avaliação de pacientes com lesão hepática severa, mas não na avaliação de pacientes com injúria hepática de grau moderado.

Ainda em 2002, Piscaglia et al. avaliaram pacientes portadores de esplenomegalia causada por diferentes enfermidades como hepatite crônica, cirrose, desordens hematológicas e pacientes que já haviam realizado transplante hepático. O estudo visava estabelecer parâmetros ao Doppler espectral que diferenciasssem a causa primária desta esplenomegalia entre hipertensão portal cirrótica e distúrbios hemodinâmicos, uma vez que entre 52 e 83% dos pacientes com hipertensão portal apresentam aumento de volume do baço.

Constatou-se que a área da veia porta estava aumentada em alguns pacientes cirróticos, particularmente naqueles com esplenomegalia severa. Também houve aumento em pacientes com desordens hematológicas e naqueles submetidos ao transplante hepático. A V_{méd} na veia porta estava diminuída apenas em pacientes com cirrose hepática. O VFVP não estava alterado em nenhum dos grupos examinados. O ICP, aumentado apenas nos

casos de cirrose e esplenomegalia severa, refletiu o aumento da área da veia porta nestes pacientes (PISCAGLIA et al., 2002).

Esse estudo indicou que o melhor parâmetro avaliado ao Doppler na veia porta para diferenciar a causa da esplenomegalia como sendo de um distúrbio hematológico ou de uma hipertensão portal cirrótica é a V_{méd}.

Em 2004, O'Donohue et al. estudaram com o Doppler pacientes portadores de cirrose e voluntários sadios. Observaram a ocorrência de esplenomegalia em 71,4% dos pacientes cirróticos. Não houve diferença na V_{méd} e na área da veia porta entre pacientes cirróticos e não-cirróticos. Assim, concluiu-se que a ultra-sonografia Doppler tem grande valor para avaliar existência e direção do fluxo, mas seu real valor diagnóstico na hipertensão portal e na cirrose não foi firmemente estabelecido. Ainda, segundo o estudo, o melhor preditor de cirrose mostrou ser a presença da esplenomegalia.

Na hipertensão portal em grau mais avançado, também é possível detectar fluxo hepatofugal ao Doppler, o qual é considerado anormal em qualquer segmento da veia porta. A direção invertida do fluxo pode ser visibilizada ao Doppler Colorido ou ao Doppler Espectral, observando fluxo portal e fluxo arterial hepático em direções opostas (WACHSBERG et al., 2002).

2.4.2 Medicina Veterinária

Na medicina veterinária, pesquisas com ultra-sonografia Doppler hepática foram inicialmente realizadas no final da década de 80. Desde então alguns estudos buscaram determinar valores de volume e velocidade de fluxo na veia porta, assim como avaliar as veias hepáticas e artéria hepática em cães sadios e portadores de hepatopatias.

As avaliações da veia porta e seus ramos pelo Doppler colorido são de grande valor para determinar a existência e o sentido de seu fluxo (O'DONOHUE et al., 2004). Diferentemente do que ocorre com as veias hepáticas, o fluxo da veia porta dos cães é hepatopetal, ou seja, em direção ao fígado. Durante o exame, os ramos portais intra-hepáticos aparecem com fluxo em direção ao transdutor, o que normalmente se padroniza em vermelho, contrastando com a cor azul nas veias hepáticas. O fluxo hepatofugal, em

direção oposta ao fígado, é anormal em qualquer segmento deste vaso. Esse achado é clinicamente importante no diagnóstico da hipertensão portal, para determinar a presença de *shunts* portossistêmicos e auxiliar no diagnóstico de pacientes com cirrose (WACHSBERG et al., 2002; D' ANJOU, 2007).

Para a avaliação Doppler espectral deve-se colocar o cursor no local do vaso a ser analisado. Nesta etapa, é importante a escolha de um segmento em que seja possível se obter o menor ângulo de insonação para que as medidas realizadas sejam menos susceptíveis a erros (SUGIMOTO et al., 2002). É amplamente relatada na literatura a dificuldade de se obter um bom ângulo de insonação quando se avalia a veia porta principal do cão, devido ao seu posicionamento. A obtenção imediata de ângulos menores que 60° é rara, havendo a necessidade de se trabalhar com ângulos acima do indicado, muitas vezes entre 60° e 72°, obtendo-se resultados mais susceptíveis a erros (KANTROWITZ et al., 1989; NYLAND e FISHER, 1990; LAMB e MAHONEY, 1994).

Em 2004, Szatmári et al. sugeriram um esquema de exame para realizar a avaliação ultra-sonográfica do sistema portal em cães; segundo os autores, existem sete diferentes planos ou cortes ultra-sonográficos que devem ser seguidos principalmente nos casos de suspeita de ocorrência de *shunt*.

Ainda, segundo os autores, o decúbito lateral esquerdo proporciona a melhor janela para avaliação da veia porta e seus ramos. Assim o exame deve ser iniciado através de um corte transversal intercostal em que se obtenha uma imagem onde apenas o fígado é visibilizado, sem a presença do rim direito; com este corte, torna-se possível obter a imagem transversal da veia porta principal, da artéria aorta e da veia cava caudal. Na sequência, para realização do estudo Doppler no ramo direito da veia porta, o procedimento mais indicado seria deslocar o transdutor cranialmente um espaço intercostal e fazer uma angulação de modo a se obter uma imagem longitudinal desse vaso.

Após a correção angular, pode-se medir a velocidade média ($V_{méd}$) do fluxo no vaso, sendo esta medida obtida por meio do gráfico formado pela velocidade em função do tempo. Para entender como a velocidade é calculada, é importante conhecer como se comporta o fluxo sanguíneo na veia porta.

O fluxo da veia porta é quase contínuo, com baixa pulsatilidade, sofrendo pequenas variações com o ciclo cardíaco e os movimentos respiratórios. A

variação de velocidades dentro do vaso é grande, pois seu fluxo é laminar e classificado como parabólico, ou seja, é um fluxo sem turbulências, com velocidades maiores no centro do vaso e menores em sua periferia, próximo à parede (KANTROWITZ et al., 1989).

Existem três métodos propostos para obtenção do gráfico e cálculo da velocidade, porém são dois os mais utilizados, o método da insonação uniforme e o método da velocidade máxima.

No método da insonação uniforme, utiliza-se como volume de amostra todo o vaso, ultrapassando levemente suas paredes. Obtém-se assim diretamente a velocidade média do fluxo, pois com um volume de amostra que abrange todo o diâmetro do vaso tanto as velocidades maiores contidas no centro como as menores próximas às paredes do vaso, são analisadas (NYLAND e FISHER, 1990; LAMB e MAHONEY, 1994).

No método da velocidade máxima, posiciona-se a amostra no centro do vaso e esta deve abranger apenas a metade de seu diâmetro. Esse método utiliza como amostra apenas as hemácias que se movem com maior velocidade, ou seja, aquelas que estão no centro do vaso, e assim se obtém a velocidade máxima do fluxo. A velocidade média ($V_{méd}$) é calculada multiplicando este valor por 0,57, uma vez que é considerada como sendo 57% da velocidade máxima (NYLAND e FISHER, 1990; LAMB e MAHONEY, 1994).

Há divergências quanto à escolha do método a ser utilizado. Segundo Nyland & Fisher (1990), os dois métodos são confiáveis para mensurar a $V_{méd}$ na veia porta, porém o método de insonação uniforme seria mais susceptível a erros, devido a possível presença de artefatos de parede, e da possibilidade deste volume de amostra maior captar ao mesmo tempo sinais de outros vasos que estão muito próximos ao ramo portal avaliado. Mas também foi citado que o método da velocidade máxima estaria sujeito a erros, principalmente em pacientes com cirrose, nos quais a velocidade central do vaso pode deixar de ser tão elevada em relação à velocidade das células próximas à parede.

Segundo Lamb e Mahoney (1994), apesar da análise estatística não ter demonstrado diferença significativa entre os métodos, o mais indicado para calcular a $V_{méd}$ seria o método da insonação uniforme. Pois, devido ao pequeno calibre dos vasos avaliados, seria mais fácil obter-se uma amostra abrangendo todo o vaso do que uma apenas do centro, além disso, com um

volume de amostra tão pequeno seria mais difícil se obter um sinal Doppler ótimo no método da velocidade máxima.

Também foi observado que a velocidade varia durante a respiração, sendo maior durante a expiração e menor durante a inspiração (NYLAND e FISHER, 1990; LAMB e MAHONEY, 1994). Esta variação já foi atribuída a uma possível compressão da veia porta pelo diafragma durante a inspiração diminuindo a velocidade de seu fluxo, porém atualmente é explicada pelo fato de a amostra do Doppler espectral mover-se no interior do vaso durante os movimentos respiratórios, captando alternadamente fluxos mais velozes no centro e mais lentos na periferia do vaso. Portanto, a utilização do método da insonação uniforme seria mais vantajosa, pois diminuiria esta variação (LAMB e MAHONEY, 1994).

O valor encontrado por Lamb e Mahoney (1994) para a $V_{méd}$ na veia porta foi de $14,7 \pm 2,5$ cm/s. Para o trabalho, foram utilizados 16 cães sadios da raça Beagle, machos e fêmeas, pesando entre 11 e 19,5 kg. Nyland e Fisher (1990) encontraram a $V_{méd}$ na veia porta igual a $18,1 \pm 7,6$ cm/s, utilizando 10 cães sadios, machos e fêmeas, sem raça definida, pesando de 16 a 26 kg.

A mensuração do VFVP tem importância clínica, uma vez que esse volume representa de 65 a 85% do volume sanguíneo total recebido pelo fígado podendo variar com o estado fisiológico do paciente e também em condições patológicas como já fora citado. Com a área e a velocidade calculadas, é possível calcular o volume do fluxo da veia porta, ou seja VFVP (ml/min/kg). Para o cálculo, foi proposta uma fórmula, a qual foi analisada em humanos e constatou-se um erro de apenas 10 a 15% (KANTROWITZ et al., 1989):

$$VFVP = \frac{V_{méd} \times A}{p}$$

Na qual p representa o peso corpóreo medido em kg. Para o cálculo, deve-se ter atenção, pois é necessário utilizar a $V_{méd}$ em cm/min.

Em cães, o primeiro teste da fórmula foi realizado por Kantrowitz et al. (1989), porém, foi utilizado o método que obtém a velocidade máxima e esta foi empregada no cálculo do VFVP. Assim a média do VFVP foi de $49,8 \pm 13,5$ ml/min/kg, quase o dobro dos valores relatados em anos anteriores, os quais foram obtidos por meio de técnicas invasivas.

Esse estudo provou que o Doppler Espectral é um método viável e não invasivo para o cálculo do VFVP em cães. A intenção dos autores foi desenvolver a técnica para que pudesse ser utilizada em cães e os valores obtidos não puderam ser indicados como referências, devido à utilização da velocidade máxima ao invés da média para o cálculo (KANTROWITZ et al., 1989).

Posteriormente, o mesmo grupo de pesquisadores desenvolveu novo estudo para avaliar a $V_{méd}$ e calcular o VFVP. Nesse estudo, os autores estabeleceram que a $V_{méd}$ é 57% da velocidade máxima na veia porta. Assim para o cálculo do VFVP a $V_{méd}$ foi obtida de duas maneiras. Por meio da mensuração da velocidade máxima do fluxo multiplicando esse valor por 0,57, e pelo método da insonação uniforme, o qual fornece diretamente a $V_{méd}$. Posteriormente foi calculado o VFVP cujo valor médio obtido foi de $31,2 \pm 9,8$ ml/min/kg. Esse valor foi compatível com aqueles mensurados por métodos invasivos e com o estudo anteriormente realizado considerando-se que a $V_{méd}$ é 57% da velocidade máxima na veia porta (NYLAND e FISHER, 1990). Lamb e Mahoney, (1994) calcularam o VFVP em cães da raça Beagle e a média obtida foi de $40,9 \pm 13$ ml/min/kg.

Outro cálculo que deve ser efetuado na avaliação da hemodinâmica portal é o índice de congestão portal (ICP). Este índice relaciona a área com a $V_{méd}$ do fluxo na veia porta, pela fórmula:

$$ICP = \frac{A}{V_{méd}}$$

Moriyasu et al. (1986) encontraram o valor de $0,070 \pm 0,029$ cm/s para o ICP na veia porta de humanos sadios. Em cães, os valores obtidos foram de $0,046 \pm 0,012$ (LAMB e MAHONEY, 1994) e $0,041 \pm 0,018$ cm/s (NYLAND e FISHER, 1990).

Vários fatores podem alterar o ICP, tais como, pressão venosa portal, resistência vascular intra-hepática, fluxo de sangue portal e a formação de circulação colateral portossistêmica. O tempo de ocorrência do processo também é importante, pois as alterações patológicas na veia porta são progressivas (MORIYASU et al., 1986; FERREIRA et al., 2005).

Na medicina veterinária, foi realizado um trabalho seguindo a mesma linha de pesquisa da medicina, buscando constatar possíveis alterações ao Doppler

na veia porta de cães portadores de hipertensão portal. A pesquisa foi realizada em 1990 por Nyland e Fisher buscando estabelecer valores de normalidade e possíveis variações no fluxo da veia porta de cães. O estudo comparou animais sadios e portadores de cirrose induzida experimentalmente e confirmada por exame histopatológico durante a necropsia. Para tal, foram utilizados dez cães sem raça definida, machos e fêmeas, que pesavam entre 16 e 26 kg. Os animais foram avaliados pela ultra-sonografia Doppler e posteriormente a cirrose foi induzida por meio da ligadura do ducto biliar comum, quatro semanas após a intervenção cirúrgica, o exame foi repetido.

Não foi verificada diferença na área da veia porta entre o grupo controle e os animais cirróticos. Diminuição significativa foi observada nos valores da $V_{méd}$ e do VFVP nos animais com cirrose em relação ao grupo controle, sendo os valores observados de $9,2 \pm 1,70$ cm/s, e $17,2 \pm 4,9$ ml/min/kg, respectivamente. O ICP nos animais cirróticos estava aumentado em relação aos animais sadios, com valor médio de $0,062 \pm 0,018$ cm/s.

Em pacientes humanos, é relatado que o fluxo sanguíneo portal normal mantém-se até a fase mais tardia da doença, quando este se torna reverso. Porém o ICP apresenta-se elevado nesses pacientes, porque ocorre um aumento do calibre da veia porta enquanto a velocidade de seu fluxo diminui. Nos cães estudados por Nyland e Fisher (1990), não foi observada alteração no calibre do vaso, porém o ICP mostrou-se elevado decorrente da diminuição da velocidade do fluxo no vaso, permitindo um diagnóstico precoce da alteração hepática induzida experimentalmente.

Kamikawa (2008) avaliou a veia porta de cães de pequeno porte, com até 120 dias de idade, normais e portadores shunts portossistêmicos congênitos. Nos cães normais encontrou-se diâmetro de 0,38cm para veia porta, 0,37cm para veia cava caudal e 0,41cm para aorta abdominal, e a relação entre estes diâmetros foi VP/VCC 1,10 e VP/AO 0,94. Ao exame Doppler a $V_{méd}$ da veia porta foi de 17,77cm/s, o VFVP foi de 83,11ml/min/kg e o ICP foi de 0,009cm/s. Constatou-se que os cães portadores de *shunts* portossistêmico têm valores de diâmetros e áreas dos vasos, assim como de velocidade média de fluxo portal, elevados em relação aos cães sadios.

Observa-se que a literatura consultada carece de detalhes importantes como, por exemplo, se o porte dos cães influi nas variáveis mensuradas.

Constatou-se na literatura que as pesquisas estabeleceram padrões de normalidade utilizando cães de médio porte apenas (NYLAND e FISHER, 1990; LAMB e MAHONEY, 1994). Logo fica a hipótese se há diferença nas variáveis que avaliam a hemodinâmica portal pela ultra-sonografia Doppler em cães com diferente peso corporal.

OBJETIVOS

Diante do exposto, este estudo teve por objetivos:

1- Mensurar, pela imagem ultra-sonográfica em modo B, os diâmetros e as áreas da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal, e suas relações, em cães hígidios, com ênfase nas possíveis variações entre grupos de diferentes pesos corpóreos.

2- Realizar a dopplerfluxometria portal, pelo Doppler espectral, com o intuito de estabelecer valores de normalidade da velocidade média, do volume de fluxo e do índice de congestão portal, em cães hígidios, com ênfase nas possíveis variações entre grupos de diferentes pesos corpóreos.

Material e Métodos

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

Foram analisados neste estudo 30 animais da espécie canina, de várias raças, machos e fêmeas, com pesos variados, provenientes do Hospital Veterinário da FMVZ- Unesp- Botucatu. Estes animais foram divididos igualmente em três grupos, segundo sua faixa de peso corpóreo, sendo o Grupo A animais com peso até 10kg, Grupo B com peso de 10,1 a 20kg e o Grupo C animais com mais 20,1kg.

Para o trabalho foram selecionados animais sem doença hepática ou sistêmica, que não apresentaram alterações nos exames físico, hematológicos, bioquímicos e ao exame ultra-sonográfico abdominal. O perfil enzimático hepático foi avaliado pelas mensurações da alanina aminotransferase (ALT), fosfatase alcalina (FA) e gama - glutamil transferase (gama - GT).

3.2 Local do experimento

Os procedimentos foram desenvolvidos no Serviço de Radiologia Veterinária, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) situado no município de Botucatu, Estado de São Paulo. O estudo está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação da FMVZ-UNESP, Botucatu, SP.

3.3 Equipamentos

Para realização dos exames, foi utilizado um aparelho ultra-sonográfico *triplex scan*¹, com dois transdutores multifrequenciais, convexo de 3,5 a 5 MHz e linear de 6 a 10MHz.

Para documentação do trabalho, as imagens foram gravadas no aparelho de ultra-som e posteriormente armazenadas em disco compacto.

¹ Marca GE, modelo Logic 3.

3.4 Preparo dos animais

Os animais foram submetidos a jejum alimentar durante 12h horas antes do exame, com o objetivo de evitar a distensão gasosa no epigástrio o que dificulta a visualização vascular abdominal; além disso, investigações recentes mostraram um aumento da velocidade de fluxo na veia porta após refeição (CERRI et al., 1998). Foi prescrito dimeticona², via oral, na dose de 4 gotas/kg, administrada três vezes desde o início do jejum até 20 minutos antes do exame ultra-sonográfico. Realizou-se tricotomia ampla do abdome ventral, desde o 8º espaço intercostal até o púbis, e lateralmente, na mesma extensão, até a região dos músculos sublombares. Após essa manobra, foi aplicada sobre a pele grande quantidade de substância gel³ para uma boa coaptação do transdutor à pele.

Para realização dos exames, os animais foram contidos apenas fisicamente evitando-se assim a contenção química e a possível interferência dos tranquilizantes nos resultados.

3.5 Técnica ultra-sonográfica

Primeiramente foi realizado exame de toda cavidade abdominal com a finalidade de detectar alterações que pudessem excluir o animal da pesquisa. Para tal, o animal foi contido e posicionado em decúbitos dorsal, lateral esquerdo e lateral direito sobre uma calha de espuma própria para o exame. Durante o exame, teve-se cuidado em manter a cabeça do animal sempre deitada para que o posicionamento não interferisse nos valores, principalmente na área dos vasos, como descrito em humanos por Brown et al. (1989).

Ao exame ultra-sonográfico, os animais selecionados apresentaram o fígado com parênquima homogêneo, sem alterações de contornos, dimensões, de arquitetura vascular ou alterações na vesícula biliar.

Para mensuração dos diâmetros (D) e áreas (A) da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal, o animal foi posicionado em decúbito lateral

² dimeticolin[®] 75mg/ml- laboratório HIPOLABOR FARMACÊUTICA LTDA- Borges Sabará- MG.

³ ULTRA-GEL Multigel Ltda - São Paulo – SP.

esquerdo e o transdutor posicionado na parede abdominal lateral direita, na altura do 10º e 11º espaços intercostais, ou até que se fosse possível obter uma imagem onde apenas o fígado estivesse presente, de forma que não se observasse o rim direito, como proposto por Szatmári et al. (2004). As mensurações dos diâmetros foram realizadas pelo corte transversal dos vasos, sempre em modo B e no caso da veia porta sempre na região da *porta hepatis*. Para a veia cava caudal, nos casos em que foram possíveis obter apenas um formato ovalado do vaso, ao corte transversal, foram feitas duas medidas e o diâmetro obtido a partir de uma média. Todas as mensurações foram repetidas três vezes e uma média foi obtida. A partir dos diâmetros foi realizado o cálculo das áreas dos vasos pela fórmula proposta por Nyland e Fisher (1990):

$$A = \frac{(D)^2 \times \pi}{4}$$

Na seqüência, foi realizado o exame com Doppler colorido e espectral, no ramo direito da veia porta, para avaliação da direção e perfil do fluxo sanguíneo no vaso. A opção de não mensurar a velocidade na veia porta principal, deveu-se ao fato da ampla dificuldade descrita para se obter ângulos de insonação menores que 60º, para este vaso nos cães (KANTROWITZ et al., 1989; NYLAND e FISHER, 1990; LAMB e MAHONEY, 1994). A escolha do ramo direito da veia porta para mensuração da velocidade, foi feita segundo a sugestão de Sugimoto et al., 2002, que descreveram, em pacientes humanos, uma maior facilidade de se obter ângulos de insonação com valores menores neste vaso, quando comparados com a veia porta principal.

Para as mensurações, o transdutor foi mantido no posicionamento descrito para que o diâmetro da veia porta pudesse ser mensurado, e a partir deste corte, o transdutor foi deslocado cranialmente em média um espaço intercostal e angulado de maneira que se formasse a imagem longitudinal do ramo direito da veia porta, como sugerido por Szatmári et al. (2004). Foi mantida uma angulação máxima de 60º entre o feixe da onda sonora e o vaso sanguíneo avaliado.

Mensuração da velocidade média ($V_{méd}$) foi obtida pela técnica da insonação uniforme proposta por Nyland e Fisher (1990), utilizando software do próprio equipamento. Em cada animal, foram realizadas três repetições e retirada uma média. Com os dados obtidos, foram calculados os valores do

índice de congestão portal (ICP), e o valor do volume de fluxo sanguíneo portal (VFVP).

Para cálculo do ICP, foi utilizada a fórmula proposta por Moriyasu et al. (1986):

$$ICP(cm / s) = \frac{A(cm)^2}{Vméd(cm / s)}$$

Para cálculo de VFVP, foi utilizada a fórmula proposta por Kantrowitz et al. (1989):

$$VFVP(ml / min / kg) = \frac{Vméd(cm / min) \times A(cm)^2}{p(kg)}$$

3.6 Exames laboratoriais

Para a realização dos exames laboratoriais, foram coletados cinco mililitros de sangue dos cães e as amostras foram enviadas ao laboratório de análises clínicas da FMVZ – Unesp – Botucatu, para realização de hemograma completo e quantificação de enzimas hepáticas (ALT, FA, gama - GT).

3.7 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo teste de variância F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade (BANZATTO e KRONKA, 2006).

Resultados

4. RESULTADOS

Os dados de cada animal em cada grupo foram descritos nas Tabelas 1, 2 e 3.

TABELA 1: Distribuição de cães do Grupo A com peso até 10,0kg examinados por ultra-sonografia Doppler hepática segundo raça, sexo, idade e peso. Botucatu-SP, 2008.

RAÇA	SEXO	IDADE (ANOS)	PESO (Kg)
Pinscher	M	5	4,3
Pinscher	F	6	4,3
Beagle	F	1	6,4
Beagle	M	3	10
Teckel	F	5	7,2
Poodle	F	3	6
Poodle	F	3	8,1
SRD*	F	4	6,7
Fox Terrier	F	3	10
Lhasa Apso	F	3	5,4

*SRD (Sem raça definida).

TABELA 2: Distribuição de cães do Grupo B com peso entre 10,1 a 20,0kg examinados por ultra-sonografia Doppler hepática segundo raça, sexo, idade e peso. Botucatu-SP, 2008.

RAÇA	SEXO	IDADE (ANOS)	PESO (Kg)
SRD	F	5	18,3
SRD	F	NI [#]	11
Cocker Spaniel	M	4	14,1
SRD	F	NI	13
SRD	F	NI	17,9
SRD	M	6	18
SRD	F	5	17
Pastor Alemão	F	1	18,9
SRD	F	3	17,8
SRD	M	NI	18,3

[#] NI (Não informado)

TABELA 3: Distribuição de cães do Grupo C examinados por ultra-sonografia Doppler hepática segundo raça, sexo, idade e peso. Botucatu-SP, 2008

RAÇA	SEXO	IDADE (Anos)	PESO (Kg)
SRD	F	NI [#]	20,1
Weimaraner	F	4	22,3
Dálmata	F	5	22,6
Rottweiler	M	4	37,3
Pitt Bull	F	1	22,2
SRD	F	6	26,7
SRD	F	6	26,7
SRD	M	NI	20,9
SRD	M	NI	22,4

[#] NI (Não informado)

4.1 Exame ultra-sonográfico modo B

No estudo pela ultra-sonografia em modo B da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal os vasos tinham aspecto anecogênico em seu interior, os ramos portais apresentavam paredes ecogênicas, independente do ângulo de insonação, enquanto as veias hepáticas tinham paredes visíveis apenas em certa angulação (Figura 1).

As mensurações dos diâmetros vasculares foram obtidas seguindo as sugestões de Szatmári et al. (2004). Posicionou-se o animal em decúbito lateral esquerdo, pelo acesso intercostal direito foi realizado o corte transversal, obteve-se uma janela na qual apenas o fígado foi visibilizado. Neste estudo, esta janela foi obtida entre o 11º e o 9º espaço intercostal. Ao corte transversal, a veia porta e a aorta apresentaram-se em formato circular, enquanto a veia cava caudal, por sofrer certa compressão lateralmente muitas vezes foi visualizada em formato elipsóide (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6).

A análise estatística e as médias, $\pm$ o desvio padrão, das variáveis obtidas, pela ultra-sonografia modo B, estão descritas nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. As Tabelas com os resultados individuais encontram-se no apêndice.

4.2 Ultra-sonografia Doppler Colorido

Ao exame ultra-sonográfico, com Doppler colorido, a veia porta e seus ramos intra-hepáticos apresentaram-se homogeneamente preenchidos, mostrando a ocorrência de um fluxo contínuo, sem a presença de turbulências. Identificou-se a direção hepatopetal do fluxo sangüíneo na veia porta e em suas ramificações, sendo geralmente decodificados na cor vermelha (Figuras 9 e 10).

Foi possível também identificar o fluxo sangüíneo nas veias hepáticas, em direção oposta ao fluxo nos ramos portais, ou seja, em sentido hepatofugal e normalmente decodificados em azul. Raramente, foram detectados, ao Doppler colorido, os ramos da artéria hepática, os quais quando visíveis, tinham fluxo no mesmo sentido dos ramos portais, hepatopetal, porém identificados como vasos de menor calibre, o que demonstra a maior importância da veia porta no sistema de irrigação hepática (Figuras 8 e 9).

4.3 Ultra-sonografia Doppler Espectral

O exame Doppler espectral tornou evidente a dificuldade de se obter ângulos de insonação menores de 60° na veia porta principal, enquanto, em no seu ramo direito, ângulos menores foram obtidos com maior facilidade (Figuras 7,10 e 11).

O ramo direito da veia porta foi visibilizado por um espectro de onda monofásica com baixa, moderada, ou nenhuma pulsatilidade, em decorrência dos movimentos respiratórios, com a velocidade diminuindo durante a inspiração e aumentando na expiração. Verificou-se assim a existência de diferentes aspectos normais de espectro do fluxo sangüíneo do ramo direito da veia porta de cães saudáveis os quais ocorrem conforme o padrão respiratório do animal (Figuras 11,12 e 13).

A análise estatística e as médias, $\pm$ o desvio padrão, dos dados obtidos, na dopplerfluxometria da veia porta, estão descritas nas Tabelas 6 e 7, respectivamente. As tabelas com os resultados individuais encontram-se no apêndice.

TABELA 4: Análise das médias das variáveis oriundas da avaliação da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal pela ultra-sonografia modo B, segundo o peso dos animais: diâmetro da veia porta (DVP); diâmetro da veia cava caudal (DVCC); diâmetro da aorta abdominal (DAO); área da veia porta (AVP); área da veia cava caudal (AVCC); área da aorta abdominal (AAO); relação entre os diâmetros da veia porta e da veia cava caudal (VP/VCC); relação entre os diâmetros da veia porta e da aorta abdominal (VP/AO). Botucatu-SP, 2008

PESO (kg)	DVP (cm)	DVCC (cm)	DAO (cm)	AVP (cm²)	AVCC (cm²)	AAO (cm²)	VP/VCC	VP/AO
ATÉ 10,0	0,65 b	0,65 b	0,61 b	0,34 b	0,34 b	0,30 b	1,01 a	1,07 a
10,1 A 20,0	0,90 a	0,98 a	0,90 a	0,64 a	0,77 a	0,64 a	0,93 a	1,01 a
ACIMA DE 20,1	0,97 a	1,04 a	0,95 a	0,76 a	0,88 a	0,72 a	0,93 a	1,02 a
Teste F	25,24 **	35,43 **	46,22 **	22,06 **	23,93 **	43,43 **	1,36 ^{NS}	1,66 ^{NS}
s	0,11	0,11	0,09	0,14	0,19	0,11	0,13	0,09
d.m.s.	0,12	0,12	0,10	0,16	0,21	0,12	0,15	0,10
C.V. (%)	12,63	12,64	10,46	24,94	27,92	19,15	13,77	8,39

^{NS} – não significativo (P>0,05) * - significativo (P<0,05) ** - significativo (P<0,01)
a, b – em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

TABELA 5: Médias ($\pm$ desvio padrão) de cada variável, obtidas no exame ultrassonográfico modo B, segundo o peso dos animais: diâmetro da veia porta (DVP); diâmetro da veia cava caudal (DVCC); diâmetro da aorta abdominal (DAO); área da veia porta (AVP); área da veia cava caudal (AVCC); área da aorta abdominal (AAO). Botucatu-SP, 2008

PESO (kg)	DVP (cm)	DVCC (cm)	DAO (cm)	AVP (cm ²)	AVCC (cm ²)	AAO (cm ²)	VP/VCC	VP/AO
ATÉ 10,0	0,65 $\pm$ 0,11	0,65 $\pm$ 0,12	0,61 $\pm$ 0,11	0,34 $\pm$ 0,12	0,34 $\pm$ 0,14	0,30 $\pm$ 0,12	1,01 $\pm$ 0,08	1,07 $\pm$ 0,09
10,1 A 20,0	0,90 $\pm$ 0,08	0,98 $\pm$ 0,12	0,90 $\pm$ 0,07	0,64 $\pm$ 0,12	0,77 $\pm$ 0,19	0,64 $\pm$ 0,09	0,93 $\pm$ 0,18	1,01 $\pm$ 0,08
ACIMA DE 20,1	0,97 $\pm$ 0,12	1,04 $\pm$ 0,08	0,95 $\pm$ 0,07	0,76 $\pm$ 0,18	0,88 $\pm$ 0,22	0,72 $\pm$ 0,11	0,93 $\pm$ 0,11	1,02 $\pm$ 0,09

TABELA 6: Análise das médias das variáveis oriundas da avaliação da veia porta pela ultra-sonografia duplex Doppler, segundo o peso dos animais: velocidade média de fluxo na veia porta (Vméd); volume de fluxo na veia porta (VFVP); índice de congestão portal (IC). Botucatu-SP, 2008.

PESO (kg)	Vméd (cm/s)	VFVP (ml/min/kg)	IC (cm/s)
ATÉ 10,0	16,95 a	51,37 a	0,022 b
10,1 A 20,0	16,98 a	38,28 ab	0,039 a
ACIMA DE 20,1	17,39 a	32,19 b	0,043 a
Teste F	0,03 ^{NS}	4,34 *	11,53 **
s	4,67	14,87	0,010
d.m.s.	5,18	16,50	0,011
C.V. (%)	27,31	36,63	29,16

^{NS} – não significativo (P>0,05) * - significativo (P<0,05) ** - significativo (P<0,01)

a, b – em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

TABELA 7: Média ($\pm$ desvio padrão) de cada variável, obtida no exame ultrassonográfico duplex Doppler da veia porta, segundo o peso dos animais: velocidade média de fluxo na veia porta (Vméd); volume de fluxo na veia porta (VFVP); índice de congestão portal (IC). Botucatu-SP 2008.

PESO (kg)	Vméd (cm/s)	VFVP (ml/min/kg)	IC (cm/s)
ATÉ 10,0	16,95 $\pm$ 5,79	51,37 $\pm$ 20,55	0,022 $\pm$ 0,01
10,1 A 20,0	16,98 $\pm$ 3,04	38,28 $\pm$ 8,15	0,039 $\pm$ 0,009
ACIMA DE 20,1	17,39 $\pm$ 4,77	32,19 $\pm$ 13,23	0,043 $\pm$ 0,009

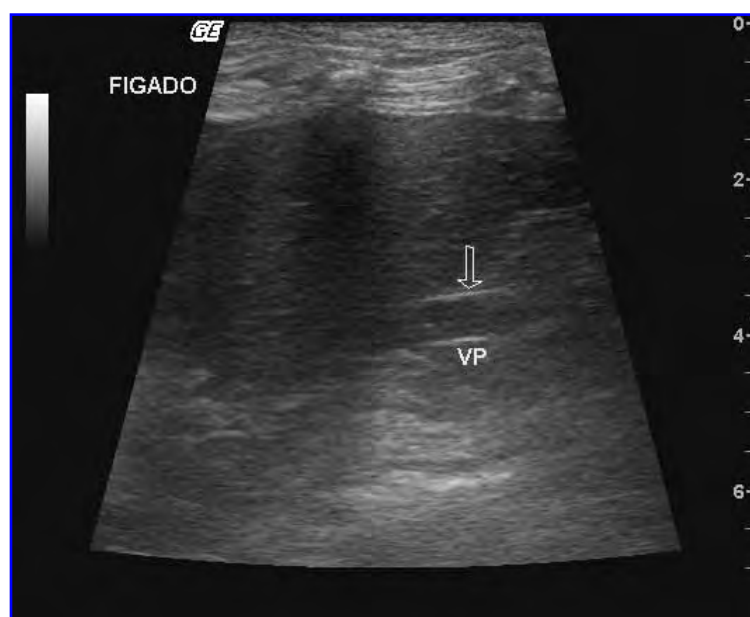


FIGURA 1. Imagem ultra-sonográfica em modo B da veia porta principal na região da *porta hepatis*. Corte longitudinal na altura do 9º espaço intercostal direito. Observa-se o aspecto anecogênico no interior dos vasos e paredes evidentes (seta) representadas por linhas ecogênicas finas e paralelas entre si.

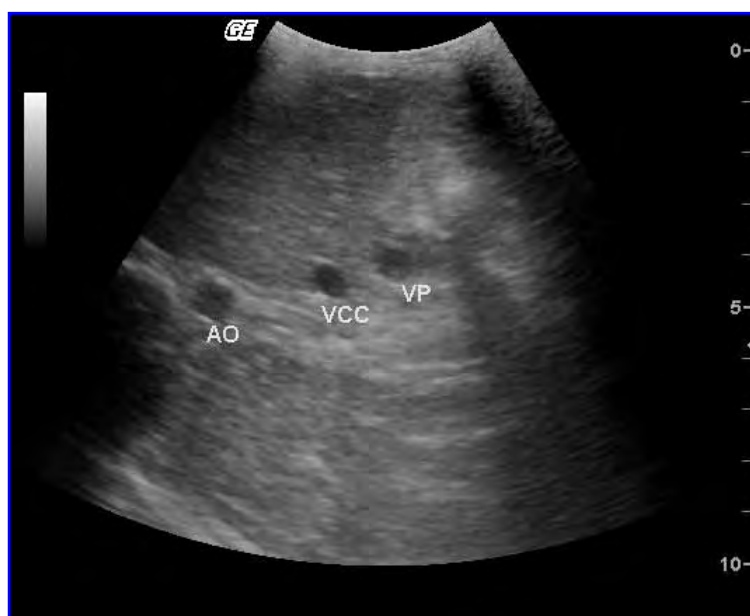


FIGURA 2. Imagem ultra-sonográfica em modo B mostrando a VP, VCC e AO de um cão. Corte transversal na altura do 11º espaço intercostal direito.

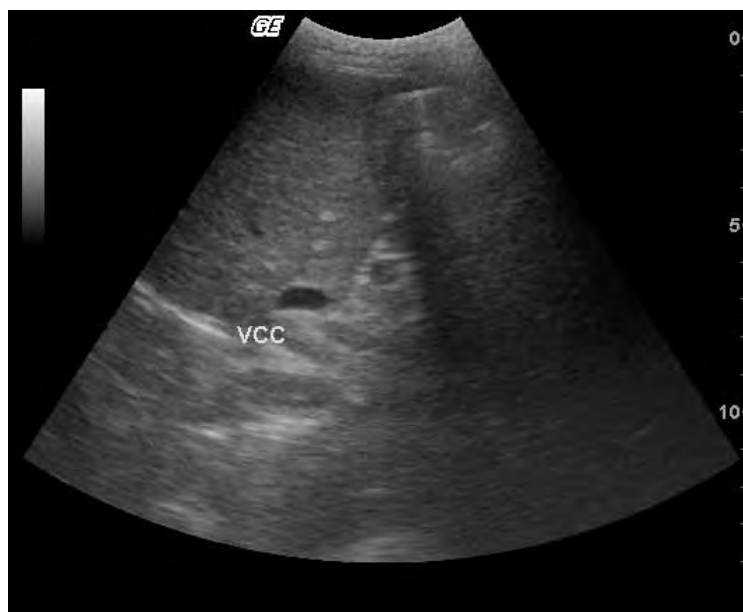


FIGURA 3: Imagem ultra-sonográfica em modo B da VCC de um cão. Corte transversal na altura do 11º espaço intercostal direito. Observa-se o formato ovalado do vaso devido à compressão lateral.



FIGURA 4: Imagem ultra-sonográfica em modo B da VP de um cão ao corte transversal no 11º espaço intercostal direito. Neste plano o vaso possui aspecto circular permitindo a mensuração do seu diâmetro.



FIGURA 5. Imagem ultra-sonográfica em modo B da VCC. Corte transversal na altura do 11º espaço intercostal direito. Neste plano foi possível obter imagem do vaso em formato circular permitindo a mensuração de seu diâmetro.



FIGURA 6: Imagem ultra-sonográfica em modo B da AO em corte transversal no 11º espaço intercostal direito, note o formato circular do vaso que possibilita a mensuração de seu diâmetro.

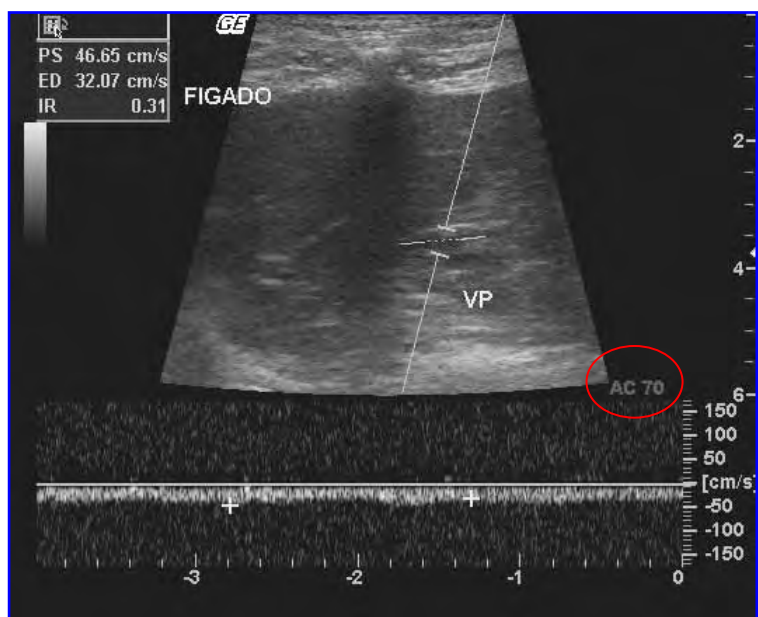


FIGURA 7. Doppler espectral da veia porta principal extra-hepática de um cão. Corte longitudinal, na altura do 9º espaço intercostal direito. Nota-se a angulação elevada (70°) do vaso em relação ao feixe ultra-sonográfico, a qual torna a mensuração da velocidade mais susceptível a erros.

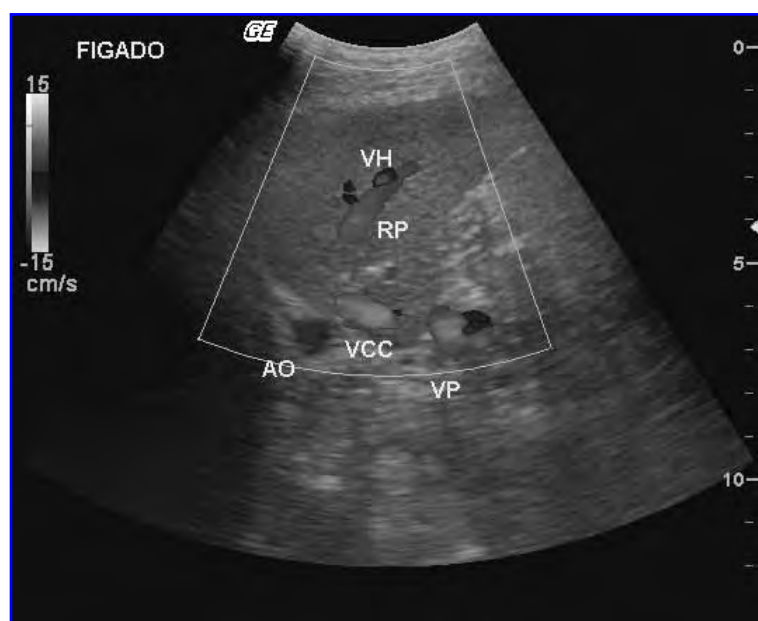


FIGURA 8. Doppler Colorido do parênquima hepático de um cão, mostrando os principais vasos envolvidos no sistema de irrigação e drenagem do parênquima hepático. Corte transversal na altura do 10º espaço intercostal direito.

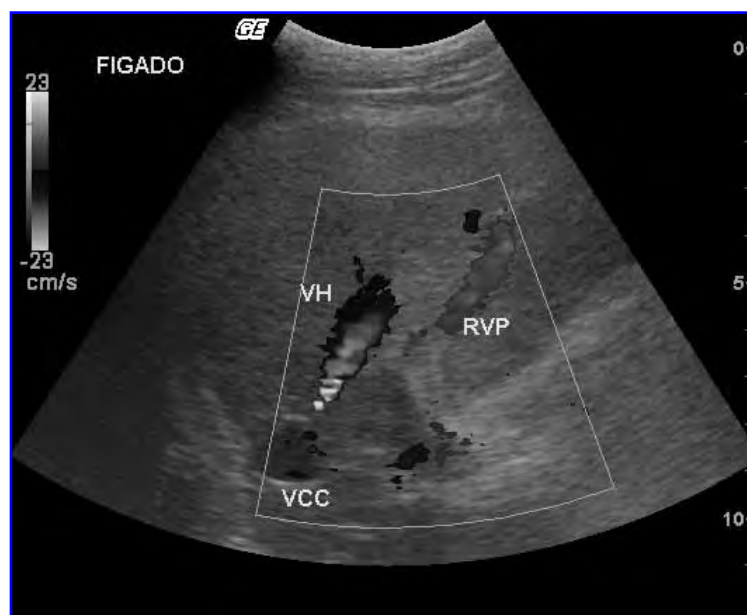


FIGURA 9. Doppler Colorido do parênquima hepático de um cão, mostrando ramo da veia porta e veia hepática. Corte longitudinal na altura do 10º espaço intercostal direito. Os fluxos nos vasos apresentam sentidos opostos, hepatopetal no ramo portal e hepatofugal na veia hepática.

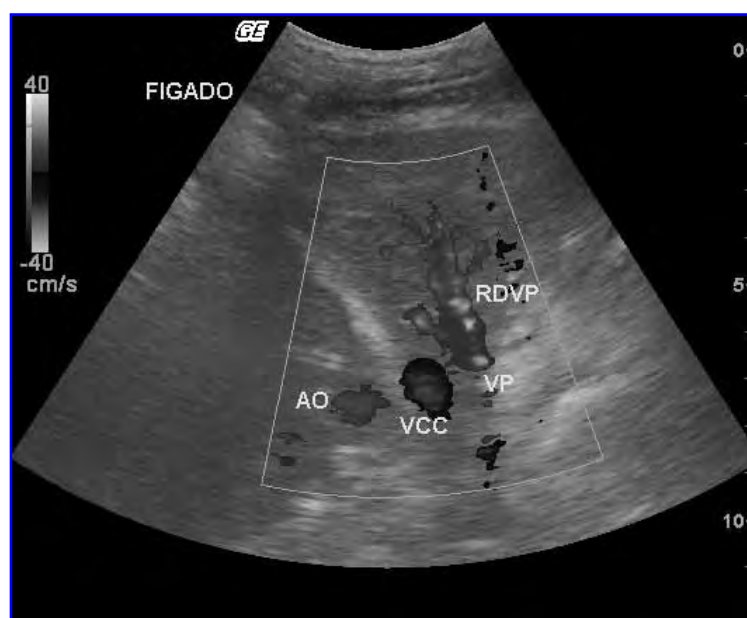


FIGURA 10. Doppler Colorido mostrando a origem do ramo direito da veia porta de um cão. Corte longitudinal na altura do 10º espaço intercostal direito. Observa-se que angulação do ramo direito em relação ao transdutor é menor que 60°.



FIGURA 11. Doppler espectral do ramo direito da veia porta de cão. Corte longitudinal na altura do 9º espaço intercostal direito. A onda espectral do fluxo sanguíneo tem aspecto monofásico, as ondulações observadas são muito discretas e são decorrentes da respiração do animal.

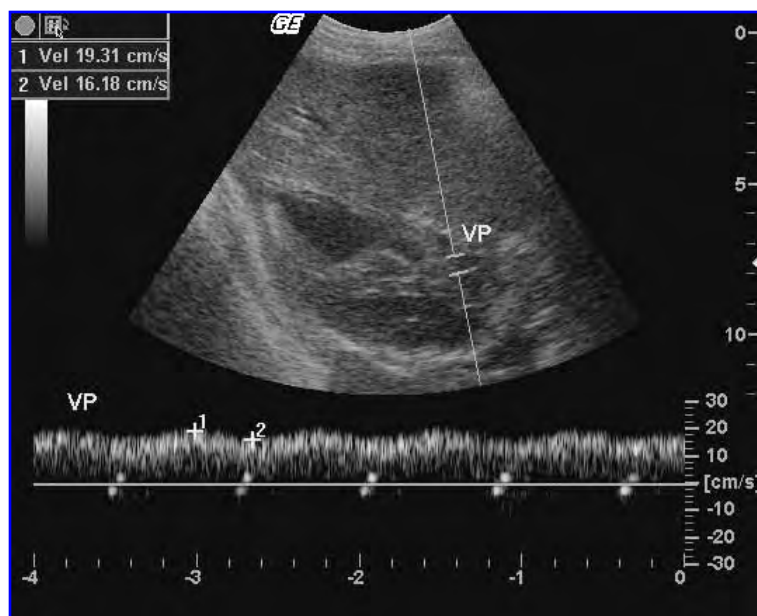


FIGURA 12. Doppler espectral do ramo direito da veia porta de um cão. Corte longitudinal na altura do 9º espaço intercostal direito. A onda espectral tem pulsatilidade moderada decorrente do padrão respiratório do animal

Discussão

5. DISCUSSÃO

Comumente realizam-se, pela ultra-sonografia, diagnósticos de alterações hepáticas como lesões focais e difusas no parênquima, doenças dos ductos biliares e alterações nas dimensões do fígado. Porém, em relação à avaliação da vascularização hepática, ainda é necessário um maior número de pesquisas, para que seja possível associar de maneira mais concisa as alterações vasculares encontradas ao Doppler com a imagem em modo B e os sinais clínicos do animal.

Baseando-se nas pesquisas existentes, pode-se notar poucos resultados em relação à avaliação dos vasos hepáticos nos diferentes portes de cães. Os valores de normalidades determinados foram estabelecidos em pesquisas que utilizaram apenas cães de porte médio, como nas pesquisas realizadas por Nyland e Fisher (1990) e Lamb e Mahoney (1994).

Assim, para realização deste estudo, os cães foram divididos em três grupos de peso, e os valores determinados foram comparados entre os grupos para avaliar a possível influência do peso corpóreo sobre as variáveis mensuradas.

Para avaliação ultra-sonográfica do fígado, o jejum alimentar e administração de dimeticona, além de ampla tricotomia abdominal, foram essenciais, diminuindo consideravelmente a quantidade de gás do trato gastrointestinal, principalmente do estômago, possibilitando a avaliação de todo o parênquima hepático, e a mensuração dos diâmetros vasculares.

Para o exame Doppler, foi de suma importância o temperamento do animal, e por ficarem muito agitados, alguns cães tiveram que ser excluídos da pesquisa. Para evitar possíveis alterações no fluxo sanguíneo, os cães não foram sedados, porém contenção física foi essencial para que o exame pudesse ser realizado. Devido à técnica ser sensível ao movimento, a respiração do animal também foi fator determinante para a execução de um bom exame, sendo necessário que a mesma fosse tranquila.

A seleção correta do transdutor foi essencial para obtenção precisa de todas as imagens. Nos animais do Grupo A, o transdutor linear de 6 a 10MHz foi utilizado para mensuração dos diâmetros vasculares; já para análise de fluxo ao Doppler, em alguns animais, foi necessária a utilização do transdutor

convexo de 3,5 a 5MHz. Nos animais do Grupo B, as mensurações dos diâmetros foram realizadas com o transdutor linear, e o exame Doppler com o transdutor convexo. Para os animais do Grupo C, foi utilizado apenas o transdutor convexo.

Assim observou-se que o transdutor convexo de 3,5 a 5MHz, foi mais sensível, e, captou melhor o sinal Doppler, facilitando a mensuração dos fluxos sanguíneos, mesmo em animais de pequeno porte, nos quais o transdutor linear foi o mais adequado para o exame em modo B.

As mensurações dos diâmetros e das áreas da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal em diferentes grupos de peso a fim de se estabelecer um padrão para estes cães, são importantes, pois em cães de pequeno porte é comum a ocorrência de shunts portossistêmicos, alteração na qual tanto um aumento como uma diminuição no calibre da veia porta e da veia cava podem ocorrer, falha cardíaca direita também é descrita como uma importante causa de dilatação da veia cava caudal (D'ANJOU, 2007). Em humanos, o aumento do diâmetro da veia porta é um dos principais sinais de hipertensão portal (MORIYASU et al., 1986).

Neste estudo, constatou-se que tanto a veia porta principal quanto seu ramo direito puderam ser adequadamente visibilizados com o animal posicionado em decúbito lateral esquerdo, como descrito por Szatmári et al. (2004), não sendo necessário o posicionamento do animal em decúbito dorsal, o que, segundo Xin e Carlisle (1995), seria mais adequado para avaliação dos ramos portais intra-hepáticos.

Assim como descrito por Szatmári et al. (2004), foi possível a visibilização dos três vasos em corte transversal na altura do 10º ou 11º espaço intercostal direito (Figura 2), porém, para a mensuração dos diâmetros, os vasos deveriam estar em formato circular e em seu maior eixo, fato raramente observado em um mesmo corte. Dessa maneira, o transdutor foi angulado, a partir do corte dos três vasos em um mesmo plano, para se obter a imagem ideal de cada vaso a ser mensurado.

Observou-se também que, enquanto a veia porta e aorta abdominal foram visibilizadas em formato circular ao corte transversal, a veia cava caudal tinha formato oval, sofrendo compressão lateralmente, corroborando Szatmári et al. (2004) e Kamikawa (2008). Notou-se que o formato oval da veia cava caudal,

geralmente, se devia à pressão que o próprio transdutor exercia na parede abdominal, porém, em alguns animais, mesmo exercendo uma pressão mínima, não foi possível obter o formato circular do vaso, fato descrito também por Kamikawa (2008).

As mensurações mostraram que os cães do Grupo A possuem os diâmetros da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal menores em relação aos cães dos demais Grupos. Para cães dos Grupos B e C, tais valores foram semelhantes (Tabela 4).

Verificou-se que o valor médio do diâmetro da veia cava caudal, para cães do Grupo C, foi semelhante ao encontrado por Bodner e Hudson (1998) para cães de grande porte. Evans (1993) relatou que o diâmetro da veia porta de cães foi de 1,20cm, porém não associou esse valor ao porte dos animais; logo, fica difícil a comparação de resultados, porém a identificação mais próxima foi com o Grupo C.

A área dos vasos foi calculada a partir dos diâmetros. Observou-se diferença apenas entre o Grupo A e os demais grupos, para a área dos três vasos avaliados (Tabela 4). Lamb e Mahoney (1994) mensuraram a área da veia porta de Beagles, Nyland e Fisher (1990) mensuraram tal variável em cães de diversas raças, porém também de médio porte. Os valores encontrados pelos autores foram compatíveis aos obtidos para o Grupo B, o qual é composto por cães da mesma faixa de peso daqueles utilizados nas pesquisas citadas, e com o Grupo C, composto por cães de maior peso corporal. Para os animais com até 10 kg, a média da área da veia porta foi menor em relação aos valores descritos nesta e nas demais pesquisas.

Não foram observadas diferenças entre os grupos nas relações entre os diâmetros da veia porta e da veia cava caudal, e da veia porta e da aorta abdominal. Essa semelhança entre os valores obtidos pode ser justificada pelo fato de os vasos variarem de diâmetro de maneira proporcional conforme o peso corporal dos animais. Se comparados com a literatura revisada, os valores obtidos foram semelhantes aos encontrados em filhotes de raças pequenas por Kamikawa (2008), e com os descritos por D'Anjou (2007).

Na avaliação ao Doppler colorido, a veia porta e o ramo direito apresentaram fluxo em direção hepatopetal (Figuras 9 e 10), e ao Doppler espectral a presença de uma onda monofásica com baixa ou nenhuma

pulsatilidade, variando levemente em decorrência dos movimentos respiratórios, foi obtida (Figura 11); tais dados foram compatíveis com o descrito por autores anteriormente em seus estudos, como Nyland e Fisher (1990); Bodner e Hudson (1998); D'Anjou (2007).

A mensuração da velocidade média do fluxo sanguíneo portal é propícia em cães com suspeita de hepatopatia. Doenças hepáticas crônicas podem causar hipertensão portal e conseqüentemente diminuir este valor (NYLAND e FISHER, 1990), ou elevá-lo, como em desvios portossistêmicos (D'ANJOU, 2004; KAMIKAWA, 2008).

A velocidade do fluxo sanguíneo no ramo direito da veia porta não diferiu entre os grupos. Assim um cão de pequeno porte pode apresentar $V_{méd}$ maior ou menor em relação a um cão de grande porte, pois esta variável não é influenciada pelo peso do animal. Na literatura, não foi encontrado nenhum trabalho buscando correlacionar estes dados.

Os valores obtidos na pesquisa para cães de todas as faixas de peso foram semelhantes aos descritos na veia porta principal, por Nyland e Fisher (1990) e Lamb e Mahoney (1994) na avaliação de cães de médio porte, assim como por Kamikawa (2008) em filhotes de até 120 dias.

Como descrito anteriormente, o ângulo de insonação é de suma importância para mensuração correta da velocidade do fluxo. Observou-se no estudo, que ângulos imediatos menores que 60° , podem ser obtidos com maior facilidade no ramo direito da veia porta quando comparado com a veia porta principal nos cães, assim como relatado em humanos por Sugimoto et al. (2002).

A semelhança entre os valores obtidos, no ramo direito e na veia porta principal comprova que as velocidades médias na veia porta principal e em seu ramo direito não diferem, porém, devido a maior facilidade da obtenção de ângulos de insonação menores no ramo direito do vaso, este deveria ser utilizado para que a mensuração da velocidade fosse feita com maior segurança e menor margem de erro.

A mensuração do VFVP é particularmente importante pelo fato de o vaso ser o responsável por carregar, em média, 75% do sangue total recebido pelo fígado (KANTROWITZ et al., 1989). Neste estudo, o VFVP foi diferente apenas

entre os Grupos A e C, enquanto o Grupo B assemelhou-se aos demais (Tabela 6).

Os valores encontrados para o VFVP nos três Grupos, estavam de acordo com o descrito anteriormente por Lamb e Mahoney (1994). Se comparados com os resultados obtidos por Nyland e Fisher (1990), os cães do Grupo A obtiveram valores acima da faixa de normalidade estipulada pelos autores, os quais trabalharam apenas com animais de médio porte.

Observou-se assim, com base nos grupos avaliados e nos estudos anteriores, que cães de pequeno porte têm volume de fluxo sanguíneo, por quilograma de peso corporal, elevado, quando comparado a animais de grande porte.

A mensuração do ICP nos cães justifica-se, uma vez que o mesmo se eleva, em cães portadores de alterações hepáticas crônicas, sendo considerado útil na detecção precoce de tais enfermidades (NYLAND e FISHER, 1990).

Nos cães do Grupo A, o ICP foi significativamente menor que nos cães dos Grupos B e C. Se comparados aos estudos de Nyland e Fisher (1990) e Lamb e Mahoney (1994), o valor do ICP do Grupo A foi abaixo da faixa de normalidade obtida por tais autores em cães de porte médio. Em relação aos valores obtidos em filhotes de cães de pequeno porte por Kamikawa (2008), este índice foi superior ao descrito (Tabela 6).

As diferenças encontradas podem ser explicadas pela fórmula com a qual este índice é calculado: $ICP = \frac{A}{V_{méd}}$, pois o estudo mostrou que a área da veia porta de cães de pequeno porte é significativamente menor que a dos demais, e mostrou também que a velocidade média é semelhante para cães de qualquer peso corporal. Assim cães com peso inferior a 10kg, adultos ou filhotes, possuem ICP menor em relação aos demais.

Na medicina, a ultra-sonografia Doppler foi considerada um marco no diagnóstico de pacientes portadores de hipertensão portal. Hoje é um exame incluído na avaliação inicial desses pacientes e considerado de extrema importância para conduta clínica/cirúrgica (MACHADO et al., 2004).

A utilização do Doppler na medicina veterinária trouxe muitas mudanças em relação ao diagnóstico de hepatopatias, principalmente em relação a

alterações vasculares, como os desvios portossistêmicos intra e extra-hepáticos (NYLAND e MATTOON, 2005). Porém, as correlações entre as alterações vasculares e os sinais clínicos ainda estão sendo estabelecidas. Para tal, torna-se necessário o conhecimento dos valores normais e as possíveis variações dentro dos diferentes portes de cães atendidos na clínica veterinária.

O estudo evidenciou que para cães com menos de 10kg os valores atualmente disponíveis na literatura podem falhar em representar o aspecto normal de tais variáveis. Deve-se ter atenção especial na avaliação ultrassonográfica da vascularização hepática, particularmente em animais de menor porte, pois estes diferem, significativamente, em relação aos diâmetros e às áreas da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal; diferem também em relação aos valores mensurados ao exame Doppler da veia porta como o VFVP e o ICP.

Conclusões

6. CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos, nas condições em que foi realizado o experimento, permite as seguintes conclusões:

1. O valor médio normal do diâmetro da veia porta do Grupo A foi 0,65cm, do Grupo B foi de 0,90cm e do Grupo C foi 0,97 cm. O valor médio normal do diâmetro da veia cava caudal no Grupo A foi de 0,65cm; no Grupo B de 0,98cm e no Grupo C 1,04 cm. O valor médio do diâmetro da aorta abdominal no Grupo A foi de 0,61cm; no Grupo B 0,90cm; e no Grupo C 0,95cm.
2. O valor médio da área da veia porta no Grupo A foi de $0,34\text{cm}^2$; no Grupo B $0,64\text{cm}^2$; e Grupo C $0,76\text{cm}^2$. O valor médio da área da veia cava caudal no Grupo A foi de $0,34\text{cm}^2$; no Grupo B $0,77\text{cm}^2$; no Grupo C $0,88\text{cm}^2$. O valor médio da área da aorta abdominal no Grupo A foi de $0,30\text{cm}^2$; no Grupo B $0,64\text{cm}^2$ e no Grupo C $0,72\text{cm}^2$.
3. Os diâmetros e as áreas da veia porta, veia cava caudal e aorta abdominal, são influenciados pelo peso do animal. Cães com menos de 10kg têm estes valores menores em relação aos demais, assim, os valores de referência utilizados para estes animais devem ser específicos.
4. O valor da proporção entre os diâmetros da veia porta e veia cava caudal e da veia porta e aorta abdominal foram semelhantes entre os grupos avaliados, não sendo influenciado pelo peso do animal.
5. O valor da velocidade média do fluxo sanguíneo da veia porta de cães do Grupo A foi de 16,95cm/s; do Grupo B 16,98cm/s; e do Grupo C 17,39cm/s.
6. O valor do volume de fluxo sanguíneo da veia porta do Grupo A foi de 51,37ml/min/kg; do Grupo B 38,28ml/min/kg; e do Grupo C 32,19ml/min/kg.
7. O valor do índice de congestão portal para cães do Grupo A foi de 0,022cm/s; do Grupo B 0,039cm/s; e do Grupo C 0,043cm/s.

8. Na avaliação dopplerfluxométrica da veia porta de cães o peso corpóreo deve ser considerado ao analisar os resultados obtidos, pois este influencia no volume de fluxo sanguíneo e no índice de congestão portal, apesar de não interferir na velocidade média deste fluxo.

Referências

7. REFERÊNCIAS

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. 4. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2006, 237 p.

BARBARA, C. L. The value of Doppler US in the study of hepática hemodynamics. Consensus Conference, *J. Hepato.*, v. 10, p. 353-355, 1990.

BOOTE, E. F. AAPM/RSNA Physics tutorial for residents: topics in us. *Radiographics*, v. 23, p. 1315-1327, 2003.

BROWN, H. S.; HALLIWELL, M.; QAMAR, M.; READ, A. E.; EVANS, J. M.; WELLS, P. N. T. Measurement of normal portal venous blood flow by Doppler ultrasound. *Gut*, v. 30, p. 503-509, 1989.

CARVALHO, C. F. Princípios básicos do doppler em ultra-sonografia. In: CURSO DE FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES DO ULTRA-SOM DOPPLER EM VETERINÁRIA, 2007, São Paulo.

CERRI, G.; MÓLNAR, L. J.; VEZOZZO, D. C. P. *Doppler*. São Paulo: Sarvier, 1998. 271p.

D' ANJOU, M. A. The sonographic search for portosystemic shunts. *Clin. Tech. Small Anim. Pract.*, v. 22, p.104-114, 2007.

DUARTE, H. E. *Contribuição ao estudo macroscópico e microscópico do sistema porta do cão*. Botucatu, 1989, 81f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

EVANS, H. E. *Miller's anatomy of the dog*. 3.ed. Philadelphia: Saunders, 1993. 1113 p.

FERREIRA, F. G.; CHIN, E. W. K.; SANTOS, M. F.; CARVALHO, D. L. M.; JUNIOR, A. C. Índice de congestão portal e a ocorrência de trombose portal pós-dape. *Rev. Assoc. Med. Bras.*, v. 51, n. 4, p.1-9, 2005.

FINN-BODNER, S. T.; HUDSON, J. A. Abdominal vascular sonography. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 28, n. 4, p. 920-930, 1998.

GINTHER, O.J.; UTT, M. D. Doppler ultrasound in equine reproduction: principles, techniques, and potential. *J. Equine Vet. Sci.*, v.24, n. 12, p. 516-526, 2004.

KAMIKAWA, L. *Avaliação morfométrica e hemodinâmica comparativa dos vasos envolvidos no desvio portossistêmico em cães*. 2008, 96f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo – São Paulo.

KANTROWITZ, B. M.; NYLAND, T. G.; FISHER, P. Estimation of portal blood flow using duplex real-time and pulsed Doppler ultrasound imaging in the dog. *Vet. Radiol.*, v. 30, n.5, p. 222-226, 1989.

LAMB, C. R.; MAHONEY, P. N. Comparison of three methods for calculating portal blood flow velocity in dogs using duplex-Doppler ultrasonography. *Vet. Radiol. Ultrasound*, v. 35, n. 3, p. 190-194, 1994.

LAMB, C. R.; BURTON, C. A.; CARLISLE, C. H. Doppler measurement of hepatic arterial flow in dogs: technique and preliminary findings. *Vet. Radiol. Ultrasound*, v. 40, n. 1, p. 77-81, 1999.

LEMOS, R. S. *Dopplerfluxometria em portadores de esquistossomose hepatoesplênica: aspectos técnicos relacionados ao cálculo do fluxo sanguíneo portal e índice de congestão*. 2002. 69p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco – Recife.

MACHADO, M. M.; ROSA, A. C. F.; NESTOR, B.; MARTINS, L.; ROSA, J. B. F.; CERRI, L. M. O.; CHAMMAS, M. C.; DAHER, T.; DAHER, T. R.; SAAD, W. A.; CERRI, G. G. Estudo doppler na hipertensão portal. *Radiol. Bras.* v. 37, n. 1, p. 1-10, 2004.

MAMPRIM, M. J. Fígado e vesícula biliar In: CARVALHO, C. F. *Ultra-sonografia em pequenos animais*. São Paulo: Roca, 2004, p. 51-73.

MATHEWS, K. G.; BUNCH, S. K. Vascular liver diseases. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. *Textbook of veterinary internal medicine*. 6. ed. St. Louis: Saunders, v.2, 2005. p. 1453-1464.

MORIYASU, F.; NISHIDA, O.; BAN, N.; NAKAMURA, T.; SAKAI, M.; MIYAKE, T.; UCHINO, H. "Congestion index" of the portal vein. *AJR*, v. 46, p. 735-739, 1986.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E.; SACK, W. O. Digestive system. In: _____. *The viscera of the domestic mammals*. 2 ed. Berlin: Verlag Paul Parey, 1979, p. 114-119.

NYLAND, T. G.; FISHER, P.E. Evaluation of experimentally induced canine hepatic cirrhosis using duplex Doppler ultrasound. *Vet. Radiol.*, v. 31, n. 4, p. 189-194, 1990.

NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. *Ultra-som diagnóstico em pequenos animais*. 2.ed. São Paulo: Roca, 2005. 469p.

O' DONOHUE, J.; NG, C.; CATNACH, S.; FARRANT, P.; WILLIAMS, R. Diagnostic value of Doppler assessment of the hepatic and portal vessels and ultrasound of the spleen in liver disease. *Eur. J. of Gastroenterol. Hepatol.*, v. 16, p. 147-155, 2004.

PISCAGLIA, F.; DONATI, G.; CECILIONI, L.; CELLI, N.; STAGNI, B.; PINI, P.; GAIANI, S.; GHERLINZONI, F.; BOLONDI, L. Influence of the spleen on portal hemodynamics: a non-invasive study with Doppler ultrasound in chronic liver disease and hematological disorders. *J. Gastroenterol.*, v. 10, p. 1220-1227, 2002.

POWIS, R. L. AAPM Tutorial-Color flow imaging. *Radiographics*, v. 14, p. 415-428, 1994.

ROSE, S. C.; NELSON, T. R. Ultrasonographic modalities to assess vascular anatomy and disease. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, v. 15, p. 25-38, 2004.

Seara da Ciência. *O efeito doppler – tintim por tintim*. Disponível em: <<http://www.seara.ufc.br/tintim/física/doppler/tintim1.htm>>. Acesso em 20 setemb. 2007.

SISSON, S. Aparelho digestório. In: GETTY, R. *Anatomia dos animais domésticos*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. p.100-107.

SUGIMOTO, H.; KANEKO, T.; SOICHIRO, I.; TAKEDA, S.; NAKAO, A. Simultaneous Doppler measurement of portalvenous peak velocity, hepatic arterial peak velocity, and splenic arterial pulsatility index for assessment of hepatic circulation. *Hepato-Gastroenterol.*, v. 49, p. 793-797, 2002.

SZATMÁRI, V.; SOTONYI, P.; VÖRÖS, K. Normal duplex doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. *Vet. Radiol. Ultrasound*, v. 42, n. 2, p. 93-107, 2001.

SZATMÁRI, V.; ROTHUIZEN, J.; VOORHOUT, G. Standard planes for ultrasonographic examination of the portal system in dogs. *JAVMA*, v. 224, n.5, p.713-716, 2004.

WACHSBERG, R. H.; BAHRAMIPOUR, P.; SOFOCLEOUS, C. T.; BARONE, A. Hepatofugal flow in the portal venous system: pathophysiology, imaging findings, and diagnostic pitfalls. *Radiographics*, v. 22, p. 123-140, 2002.

WIKIPÉDIA. *Efeito doppler*. Disponível em: <http://www.wikipedia.org/wiki/efeito_doppler>. Acesso em 20 setemb. 2007.

XIN, J.; CARLISLE, C. H. Ultrasonographic examination of the canine liver based on recognition of hepatic and portal veins. *Vet. Radiol. Ultrasound*, v.36, n. 3, p. 234-239, 1995.

Trabalho Científico

Veterinary Radiology & Ultrasound

Official Journal of the American College of Veterinary Radiology, The European College of Veterinary Diagnostic Imaging, The European Association of Veterinary Diagnostic Imaging, and The International Veterinary Radiology Association

Edited by:

Donald E. Thrall

Print ISSN: 1058-8183

Online ISSN: 1740-8261

Frequency: Bi-monthly

Current Volume: 49 / 2008

ISI Journal Citation Reports® Ranking: 2007: 41/133 (Veterinary Sciences)

Impact Factor: 1.053

[Top](#) Author Guidelines

Veterinary Radiology & Ultrasound publishes material of interest to practitioners, specialists and scientists in the fields of veterinary imaging and radiation oncology. Occasionally, invited articles, editorials, letters and invited commentaries will be published. Manuscripts, including figures and tables, must be original and not under consideration by another publication.

Veterinary Radiology & Ultrasound is published bimonthly. The journal reserves the right to reject any material submitted for publication, including advertisements. No responsibility is accepted by the Editor or Associate Editors for the opinions expressed by contributors. The right is reserved to introduce changes to make manuscripts conform to the editorial standards of *Veterinary Radiology & Ultrasound*.

Manuscript Types

Manuscripts should conform to one of the following types:

- **Original Investigation:** Reporting results of prospective studies or investigations
- **Retrospective studies:** Reports dealing with a review of information obtained from archival material
- **Imaging Diagnosis:** Reports of findings from an individual patient. These submissions should be short descriptions of patient and/or imaging findings. They should contain less than 2500 words and 4 or fewer illustrations.
- **Letter to the Editor:** Letters are invited, commenting on any aspect of journal material or policy.

In general, individual detailed case history reports are not accepted. This material is more meaningful when presented in an Imaging Diagnosis format.

Reports based on findings that have not been substantiated by gross or histopathologic confirmation are generally not accepted.

Manuscript Preparation

Manuscripts must be written in English. When necessary, authors should seek the assistance of experienced, English-speaking medical editors before submission. Articles written in substandard English will be returned before peer review.

In preparing manuscripts, authors should follow the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. Information can be found at <http://www.icmje.org>.

Specific guidelines below supersede those found in the Uniform Requirements.

Prepare the manuscript using a Microsoft Word compatible word processing program. The entire manuscript must be double-spaced using font size 12 with a 1" margin all over. Paginate the entire manuscript starting with title page. Each manuscript line should be distinctly numbered; do **not** begin renumbering on each page.

Title Page: Include the main title of the paper; and the first name (no initials), middle name or initial(s) (optional), last name of all authors. Do **not** list academic degrees or specialty board certification. Specify a **running head** (45 characters) that condenses the subject of the paper. Specify all funding sources (grants, or institutional or corporate support) and the meeting, if any, at which the paper was presented.

An **Abstract** must be included with each manuscript. The abstract should **not** contain more than 250 words (100 words for Imaging Diagnosis submissions, and should **not** be broken down into subheadings. The abstract is more than a summary and should capture the essence of the purpose and findings of the paper.

In the **Text**, any brand name or trademarked product mentioned must be followed by the name, city and state of the manufacturer in parentheses. The use of generic names is preferred to the use of brand names or trademarked names. The text of scientific and methodology articles is usually divided into the following sections: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion and Conclusion. These divisions may be altered for Imaging Diagnosis submissions.

References should be cited in consecutive numeric order at first mention in the text and designated by superscript number. Do **not** include the name of the author of a citation when referring to that work in the text, e.g. In 1999, Smith found.

Reference style is based on an ANSI standard style adapted by the National Library of Medicine. For samples of reference citation formats, authors should consult the National Library of Medicine web site http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

Titles of journals should be abbreviated according to the style used in Index Medicus. Consult the following web site for a list of journals indexed <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>

"Unpublished observations" and "personal communications" should **not** be used as references. References listed as "in press" must have been accepted for publication and not merely in preparation or submitted. The author is responsible for the accuracy of all references and must verify them against the original document.

All **Units of Measurement** should be listed in Système Internationale (SI) units. Non-SI units may be used after the SI units but should be placed in parentheses. Use becquerels, not curies, as the unit of activity (1 mCi = 37 MBq).

With the exception of measurements, the journal **discourages** the use of **Abbreviations**. Whenever possible, terms should be spelled out in full rather than being abbreviated.

Tables to summarize data are encouraged. For retrospective clinical studies, detailed tables enumerating specific individual patient criteria or findings will generally not be allowed. These clinical data are more useful when summarized and placed into less detailed tables or the text. Number all tables with Arabic numbers consecutively in order of appearance (Table 1). Type each table double-spaced on a separate page. Title should have the first letter of each word as upper case (except prepositions, conjunctions and articles). Every table must have a caption typed above the tabular material. Symbols for units should be used only in column headings. Do **not** use internal horizontal or vertical lines; place horizontal lines between table caption and column headings, under column headings, and at the bottom of the table (above the footnotes, if any). Indicate normal range for instruments or scales. All abbreviations must be spelled out in footnotes. Use the following symbols in this sequence; *, †, ‡, §, ||, ¶, #, **.

Acknowledgments. Acknowledge only persons who have made substantive contributions to the study. Authors are responsible for obtaining written permission from everyone acknowledged by name because readers may infer their endorsement of the data and conclusions. The journal accepts no responsibility for individuals acknowledged without their permission.

Anatomic terminology should conform to the *Nomina Anatomica Veterinaria*, 4th edition, prepared by the International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, Gent, 1992

Image Nomenclature: Radiographic images should be named according to the direction in which the central ray penetrates the part of interest, from point-of-entrance to point-of-exit. Published guidelines should be used for orientation of radiographic and sonographic images.

For CT and MR images, the following guidelines should be used for image orientation:

Head and Spine

- sagittal plane: cranial (rostral) to left, dorsal at top
- transverse plane: dorsal at top, left to reader's right
- dorsal plane: cranial (rostral) at top, left to reader's right

Thorax and Abdomen: Display images as they were acquired

For MR images, pulse sequence details should be included in the legend of each image. Follow the convention used in the journal "Radiology" for pulse sequence identification.

Illustrations

- **Illustrations** must be submitted in .tif format at a resolution of 300 dpi. Size each illustration such that its file size is less than 1MB.
- Do **not** embed the illustrations within the word document.
- Each figure must be numbered and cited in consecutive numeric order in the text. If a Figure has multiple parts, eg A, B and C, please refer to each part in the body of the paper rather than to the collective figure.
- Figure legends must be included as part of the main word document; do **not** submit figure legends as a separate word document.

Payment for printing illustrations in color will result in the illustration appearing in color in both the PDF and html online versions of the manuscript. If the printing fee for color illustrations is not paid, illustrations will appear in color only in the html online version of the manuscript.

Video Files

The journal will consider up to 2 **video files** to accompany articles. For video files to be accepted, they must clearly show a dynamic condition that can not be adequately captured in still images. The Editor and/or Associate Editors will scrutinize all video submissions very carefully to assure they meet the intent of providing unique information. Video files of routine imaging findings will not be accepted.

Up to 2 video files will be considered for each paper. Video files must be submitted in Quicktime format and each file must be less than 5MB in size. The video files will accompany the online version of the manuscript only; reference to the video file can be made in the print version of the paper.

Acceptance Criteria

Manuscripts are reviewed for originality, significance, reader interest, composition and adherence to author guidelines. Manuscripts not submitted in accordance with these guidelines will be returned to the author for correction before peer review.

Copyright and Animal Use/Financial Disclosure Forms

The Copyright Assignment Form and the Animal Use/Financial Disclosure Form are available at

<http://www.acvr.org/activities/journal/index.html>

Authors who wish to publish articles and other material in Veterinary Radiology & Ultrasound must formally transfer copyright to Blackwell Publishing. The **Copyright Assignment Form** must be signed by the principle author before Blackwell Publishing can proceed with publication. A copy of the signed Copyright Assignment Form must be submitted to the Editorial Assistant, Lucinda Ayres, at the time the original manuscript is submitted electronically. This submission can be submitted by FAX or e-mail. The original form should then be mailed to Editorial Assistant, Lucinda Ayres, at the address noted below.

Authors must also submit a signed **Statement of Animal Use and Financial Disclosure Form**. A copy of the signed form must be submitted to the at the time the original manuscript is submitted electronically. This submission can be submitted by FAX or e-mail. The original form should then be mailed to Ms. Ayres at the address noted below.

The Copyright Assignment Form and the Statement of Animal Use and Financial Disclosure Form may be downloaded at

[http://www.acvr.org/ Media/copyright_assignment_form.doc](http://www.acvr.org/Media/copyright_assignment_form.doc)

[http://www.acvr.org/ Media/animal_use_financial_disclo.doc](http://www.acvr.org/Media/animal_use_financial_disclo.doc)

Associated Costs for Authors

Following publication, authors will be assessed a page charge of \$50 per printed page that will be billed by the American College of Veterinary Radiology.

Color illustrations can be reproduced in the journal at a fee specified by Blackwell Publishing; this fee is presently \$850 for each page containing a color illustration and is subject to change without notice. This fee is charged over and above the \$50 page charge.

Authors receive a PDF file of their manuscript following publication. Paper offprints can be ordered at the author's expense.

Journal Contact Information

The manuscript review process can be followed on the [Manuscript Central web site](#). For questions about manuscript processing, please contact the **Editorial Assistant**:

Lucinda Ayres, BA, MA
2520 Beechridge Road
Raleigh, NC 27608

USA
Phone/Fax: +1 919-510-0560

vetradus@aol.com

For questions about decisions made on a manuscript, please contact the **Editor In Chief**:

Donald E. Thrall, DVM, PhD
North Carolina State University
4700 Hillsborough St
Raleigh, NC 27606
USA
Phone: +1 919-513-6292
Fax: 919-513-6578
don_thrall@ncsu.edu

Manuscript Submission

Veterinary Radiology & Ultrasound requires that all manuscripts be submitted electronically. To submit a manuscript, please follow the instructions below:

Getting Started

1. Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 6 or higher, Netscape 7.0, 7.1, or 7.2, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4) and go to the *Veterinary Radiology & Ultrasound's* Manuscript Central homepage <http://mc.manuscriptcentral.com/vru>
2. Log-in or click the "Create Account" option if you are a first-time user of Manuscript Central.
3. If you are creating a new account:
 - After clicking on "Create Account" enter your name and e-mail information and click "Next". Your e-mail information is very important.
 - Enter your institution and address information as prompted then click "Next."
 - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID) and then select your area of expertise.
 - Click "Finish" when done.
4. Log-in and select "Author Center."

Submitting Your Manuscript

1. After you have logged in, click the "Submit a Manuscript" link on the Author Center screen.
2. Enter data and answer questions as prompted.
3. Click on the "Next" button on each screen to save your work and advance to the next screen.
4. You will be prompted to upload your files:
 - Click on the "Browse" button and locate the file on your computer.
 - Select the description of the file in the drop down next to the Browse button.
 - When you have selected all files you wish to upload, click the "Upload" button.

5. Review your submission (in both PDF and HTML formats) before sending to the Editors. Click the "Submit" button when you are done reviewing.

You may stop a submission at any phase and save it to submit later. After submission, you will receive a confirmation via e-mail. You can also log-on to Manuscript Central at any time to check the status of your manuscript. The Editors will send you information via e-mail once a decision has been made.

Trabalho a ser enviado para a revista "Veterinary Radiology & Ultrasound"

Doppler flowmetry and morphometric evaluation of the portal vein in healthy dogs of different body weights

Raquel Sartor, Maria Jaqueline Mamprim, Regina Kiomi Takahira, Mariana Ferreira de Almeida.

Running head:

Doppler evaluation of the portal vein in dogs, according to weight.

Abstract

Total hepatic perfusion through the portal system and hepatic artery, as well as its respective average contributions, can be affected by several hepatic processes such as diffuse liver disease, neoplasm and intrahepatic shunt. Blood flow exams of liver vessels using Doppler ultrasonography has been a viable non-invasive diagnostic method helpful in portal hemodynamic evaluation. Portal hemodynamics is assessed by measuring the area, mean velocity, flow volume and congestion index of the portal vein. The aims of this study were to measure the diameter and area of portal vein, caudal vena cava and abdominal aorta; to analyze, through Doppler flowmetry, the portal vein of healthy dogs, which were divided into three groups according to body weight (Group A: ≤ 10 kg; Group B: 10.1–20.0 kg; Group C: ≥ 20.1 kg); and to assess whether these data are influenced by the animal weight. The diameter and area of the evaluated vessels were significantly larger in Group A, relative to the other groups, and similar between Groups B and C. The mean velocity of portal vein flow was similar among groups and did not vary with the animal weight. Group A had greater flow volume and lower congestion index of portal system, relative to the other groups, which had similar results.

Key words: Doppler flowmetry; portal vein; dogs; weight.

Introduction

Doppler ultrasonography is a safe and effective technique for portal hemodynamic evaluation in dogs. Mean velocity, blood flow volume and congestion index are important indicators in hepatic evaluation, mainly to detect alterations like portosystemic shunts and chronic diseases that lead to portal hypertension.

Learning the normal values of such variables is essential to recognize and diagnose hepatic alterations. Since in Clinical Veterinary Medicine dogs of different breeds, sizes and weights are routinely assisted, these normal values may differ among dog groups.

In literature, there are only reports about the determination of these normal values in healthy dogs of weight range restricted to medium-sized animals^{1,2}; no study measuring these variables in animals of different body weights is reported, persisting thus the hypothesis that such values are not similar among dogs of different sizes that are evaluated in Clinical Veterinary routine.

Doppler evaluation requires that variables such as the diameter and area of portal vein, caudal vena cava and abdominal aorta be measured, as they are used to calculate blood flow volume and congestion index. Besides, hepatic diseases, portosystemic shunts and cardiac failures may alter these values, as well as their proportions³.

A large number of authors have reported that, for Doppler evaluation, the insonation angle between the waves and the studied vessel must be kept below 60°; this is important to measure flow velocity with a minimum margin of error. The difficulty in obtaining such angle in the portal vein, at the *porta hepatis* region, is generally described in both dogs and humans^{1,2,4}. Thus, by evaluating the human portal system, a group of researchers suggested that flow velocity be measured in the right branch of portal vein, in which smaller insonation angles could be more easily obtained, allowing a more accurate velocity measurement, with minimum margin of error⁵.

This study aimed at measuring, through B-mode ultrasound images, the diameters and areas of portal vein, caudal vena cava and abdominal aorta and their relationships; at carrying out portal Doppler flowmetry to assess the velocity in the portal vein right branch, in order to establish the normal values for mean velocity, flow volume and

portal congestion index in healthy dogs; and at detecting variations among groups of different body weights.

Material and Methods

Experimental design was completely randomized, with three treatments (Groups) and ten replicates per treatment. Thirty healthy dogs, males and females, of several breeds were evaluated. They had different weights and were from the Veterinary Hospital, College of Veterinary Medicine and Animal Science-FMVZ, São Paulo State University-UNESP, Botucatu, São Paulo State, Brazil. Animals were divided into three groups according to weight range: Group A, dogs weighed $\leq 10\text{kg}$; Group B, dogs weighed $10.1\text{--}20\text{kg}$; and Group C, dogs weighed $\geq 20.1\text{kg}$. These animals were considered healthy based on physical, hematological and biochemical assays, as well as on abdominal ultrasonography. A triplex scan ultrasonographic device (GE, Logic 3 model) was used. It had two multi-frequency transducers, convex from 3.5 to 5 MHz and linear from 6 to 10 MHz.

Dogs were deprived of food for 12 hours before the test and prescribed dimethicone (Dimeticolin[®] 75mg/ml, HIPOLABOR FARMACÊUTICA LTDA, Borges Sabará-MG, Brazil), orally, at 4 drops/kg dose, three times from the beginning of fast to 20 minutes before the ultrasonographic evaluation. No sedatives were used.

To measure the diameters and areas of portal vein, caudal vena cava and abdominal aorta, the animal was kept in left lateral decubitus position and the transducer was placed on the right lateral abdominal wall, at approximately the 10th or 11th intercostal space or as far as an image of the liver could be obtained, in which the right kidney was not observed, as previously proposed by other authors⁶. For caudal vena cava, when only an ovoid format of the vessel was obtained through transversal section, measures were done in both directions and the diameter was estimated based on a mean. After

diameters were determined, vessel areas were calculated through the following formula¹:

$$A = \frac{(D)^2 \times \pi}{4}$$

Then, color and spectral Doppler examination was carried out in the portal vein right branch to evaluate blood flow direction and profile in the vessel. The choice of the portal vein right branch for velocity assessment was made based on suggestions by studies in humans⁵. The transducer was kept in the previously described position to allow the determination of the portal vein diameter. After this section, the transducer was moved approximately one intercostal space cranially and the angle was set according to the visualization of a longitudinal image of the portal vein right branch, as suggested in literature⁶. A maximum angle of 60° was kept between the sound waves and the evaluated blood vessel.

Mean velocity (Vmean) was assessed through the uniform insonation technique by using the software from the device.

For each animal, all measurements had three replicates, from which a mean was calculated. Based on the obtained data, portal congestion index (CI) and portal blood flow volume (PBFV) were assessed.

To calculate CI, the following formula was used⁷:

$$CI(cm/s) = \frac{A(cm)^2}{Vmean(cm/s)} \quad \text{A: portal vein area; Vmean: portal vein flow means velocity}$$

To calculate PBFV, the following formula was used⁴:

$$PBFV(ml/min/kg) = \frac{Vmean(cm/min) \times A(cm)^2}{w(kg)} \quad \text{w: body weight}$$

Statistical analysis

Data were analyzed through F-test and means compared by Tukey's test, at 5% significance.

Results

According to the statistical analysis, the diameters and areas of portal vein, caudal vena cava and abdominal aorta were significantly smaller in Group A and similar between Groups B and C (Table 1 and 2). As regards the relationships among the diameters of such vessels, values were similar among the three groups (Table 1).

TABLE 1: Description of the Means ($\pm$ SD) Diameter Obtained from Evaluation through B mode Ultrasonography of Portal Vein, Caudal Vena Cava and Abdominal Aorta, According to Dog Groups.

WEIGHT (kg)	PVD (cm)	CVCD (cm)	AAD (cm)	PV/CVC	PV/AA
$\leq 10,0$	0.65 ± 0.11	0.65 ± 0.12	0.61 ± 0.11	1.01 ± 0.08	1.07 ± 0.09
10,1 - 20,0	0.90 ± 0.08	0.98 ± 0.12	0.90 ± 0.07	0.93 ± 0.18	1.01 ± 0.08
$\geq 20,1$	0.97 ± 0.12	1.04 ± 0.08	0.95 ± 0.07	0.93 ± 0.11	1.02 ± 0.09

Portal Vein Diameter (PVD); Caudal Vena Cava Diameter (CVCD); Abdominal Aorta Diameter (AAD); Relationship between Portal Vein and Caudal Vena Cava Diameters (PV/CVC); Relationship between Portal Vein and Aorta Abdominal Diameters (PV/AA).

TABLE 2: Description of the Means ($\pm$ SD) Area Obtained from Evaluation through B mode Ultrasonography of Portal Vein, Caudal Vena Cava and Abdominal Aorta, According to Dog Groups.

WEIGHT	PVA	CVCA	AAA
(kg)	(cm²)	(cm²)	(cm²)
$\leq 10,0$	0.34 $\pm$	0.34 $\pm$	0.30 $\pm$
	0.12	0.14	0.12
10,1 - 20,0	0.64 $\pm$	0.77 $\pm$	0.64 $\pm$
	0.12	0.19	0.09
$\geq 20,1$	0.76 $\pm$	0.88 $\pm$	0.72 $\pm$
	0.18	0.22	0.11

Portal Vein Area (PVA); Caudal Vena Cava Area (CVCA); Abdominal Aorta Area (AAA).

In the portal hemodynamic evaluation, flow velocity was similar among all three groups. Flow volume was significantly greater in Group A, relative to Group C, whereas the results of Group B were similar to those of the remaining groups. Considering portal congestion index, Group A had significantly lower values, relative to the remaining groups (Table 3).

TABLE 3: Description of the Means ($\pm$ SD) Variables Obtained from Evaluation through Duplex Doppler Ultrasonography of Portal Vein, According to Dog Groups.

WEIGHT	Vmean	PBFV	CI
(kg)	(cm/s)	(ml/min/kg)	(cm.s)
$\leq 10,0$	16.95 $\pm$	51.37 $\pm$	0.022 $\pm$
	5.79	20.55	0.01
10,1 - 20,0	16.98 $\pm$	38.28 $\pm$	0.039 $\pm$
	3.04	8.15	0.009
$\geq 20,1$	17.39 $\pm$	32.19 $\pm$	0.043 $\pm$
	4.77	13.23	0.009

Flow Mean Velocity (Vmean); Portal Blood Flow Volume (PBFV); Congestion Index (CI).

Discussion

The diameters and areas of portal vein, caudal vena cava and abdominal aorta in dogs of different weights are important measurements to establish a standard for these animals, since portosystemic shunts are frequent in small dogs and may lead to either an increase or a decrease in the portal vein and vena cava calibers. Right-sided heart failure has also been described as an important cause of caudal vena cava dilatation⁸. In humans, an increase in portal vein diameter is one of the main signs of portal hypertension⁷.

As observed in the present study, the diameters and areas of these vessels vary with the animal size, and reference values must be specific according to the weight range, especially for animals weighed less than 10kg, which had significantly lower values, relative to the remaining dogs.

Doppler ultrasonography was considered a milestone in the diagnosis of portal hypertensive patients. Nowadays, it is part of the initial examination of such patients, since it is considered extremely important for clinical/surgical procedures⁹.

In Veterinary Medicine, Doppler technique has brought many changes regarding the diagnosis of hepatopathies, mainly related to vascular alterations such as intra and extrahepatic portosystemic disorders³. However, the correlations between vascular alterations and clinical signs were not completely established yet. This requires that normal values and possible variations among different dog sizes be known.

The normal values described in literature are based on works involving only medium-sized animals^{1,2}; no study including dogs of different body weights is reported.

In dogs with chronic hepatic diseases, measurement of the mean velocity of portal blood flow is important because such pathologies can lead to portal hypertension and consequently decrease¹ or, in the case of portosystemic disorders, increase this value⁸. As previously stated, the insonation angle is essential for the correct assessment of flow velocity. The results of the present study indicated that $<60^\circ$ angles can be more easily obtained in the portal vein right branch when compared with the main portal vein of dogs, as also reported for humans⁵.

In this work, portal flow velocity did not differ among groups; thus, a small dog may present higher or lower V_{mean} , relative to a large dog, since this variable is not influenced by the animal weight. There was an important similarity between the V_{mean} values obtained in the portal vein right branch in this study and those in the main portal vein reported in other studies^{1,2}. However, as described for humans, smaller insonation angles could be more easily obtained in the portal vein right branch, making its use appropriate for flow velocity measurement in dogs, with more accurate results and smaller margin of error.

PBFV assessment is particularly important since this vessel is responsible for carrying, on average, 75% of the total blood received by the liver⁴. Thus, based on the groups

evaluated in this study, small-sized dogs have great blood flow volume per kilogram of body weight, relative to large-sized ones.

CI measurement is justifiable since this index increases in dogs bearing chronic hepatic disorders and is considered useful in the early detection of such diseases¹. According to the present study, the weight influences this variable which is lower in dogs weighed less than 10kg, relative to those of greater weight.

The observed differences can be explained by the formula used for the calculation of this index: $CI = \frac{A}{V_{mean}}$. Thus, this study demonstrated that portal vein area in small-sized dogs is significantly smaller than that in the remaining animals, and mean velocity is similar among dogs of any body weight.

Conclusion

The present study indicates that the values currently available in literature may fail to represent the normal aspects of these variables for dogs weighed less than 10kg. Special attention must be directed to the ultrasonographic evaluation of hepatic vessels, particularly in smaller-sized animals, which had significantly different results regarding the diameters and areas of portal vein, caudal vena cava and abdominal aorta, as well as the variables measured in the Doppler examination of the portal vein, such as PBFV and CI.

References

- 1- NYLAND TG, FISHER PE. Evaluation of experimentally induced canine hepatic cirrhosis using duplex Doppler ultrasound. Vet Radiol 1990;31:189-194.
- 2- LAMB CR, MAHONEY PN. Comparison of three methods for calculating portal blood flow velocity in dogs using duplex-Doppler ultrasonography. Vet Radiol Ultrasound 1994;35:190-194.

- 3- NYLAND TG, MATTOON JS. Diagnostic Ultrasound 2.ed. Philadelphia:Saunders, 2002. 461p.
- 4- KANTROWITZ BM, NYLAND TG, FISHER P. Estimation of portal blood flow using duplex real-time and pulsed Doppler ultrasound imaging in the dog. Vet Radiol 1989;30:222-226.
- 5- SUGIMOTO H, KANEKO T, SOICHIRO I, TAKEDA S, NAKAO A. Simultaneous Doppler measurement of portalvenous peak velocity, hepatic arterial peak velocity, and splenic arterial pulsatility index for assessment of hepatic circulation. Hepato-Gastroenterol 2002;49:793-797.
- 6- SZATMÁRI V, ROTHUIZEN J, VOORHOUT G. Standard planes for ultrasonographic examination of the portal system in dogs. JAVMA 2004;224:713-716.
- 7- MORIYASU F, NISHIDA O, BAN N, NAKAMURA T, SAKAI M, MIYAKE T, UCHINO H. "Congestion index" of the portal vein. AJR 1986;46:735-739.
- 8- D' ANJOU MA. The sonographic search for portosystemic shunts. Clin Tech Small Anim Pract 2007;22:104-114.

Apêndice

APÊNDICE

TABELA 8: Diâmetro da veia porta (cm) de cães, mensurado pela ultrasonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ 10,0	0,63	0,61	0,70	0,86	0,82	0,52	0,56	0,62	0,64	0,55	0,65b
10,1 A											
20,0	0,91	0,89	0,87	0,87	0,78	0,96	0,95	0,82	0,88	1,07	0,90a
ACIMA											
DE 20,1	1,05	0,76	0,85	1,10	0,85	1,00	0,91	1,10	1,03	1,08	0,97a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 9: Diâmetro da veia cava caudal (cm) de cães, mensurado pela ultrasonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ 10,0	0,65	0,54	0,79	0,90	0,72	0,52	0,59	0,62	0,61	0,52	0,64b
10,1 A											
20,0	1,06	1,12	0,90	1,00	0,93	1,00	1,20	0,96	0,90	0,76	0,98a
ACIMA											
DE 20,1	1,33	1,01	1,06	1,13	0,93	0,95	0,91	1,03	1,11	1,09	1,03a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 10: Diâmetro da aorta abdominal (cm) de cães, mensurado pela ultrasonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ											
10,0	0,52	0,57	0,65	0,85	0,71	0,5	0,61	0,64	0,56	0,48	0,60b
10,1 A											
20,0	0,87	0,94	0,77	0,87	0,86	0,99	0,98	0,85	0,90	0,94	0,89a
ACIMA											
DE 20,1	0,94	0,86	0,98	1,06	0,83	1,00	0,93	1,02	0,91	0,99	0,95a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 11: Relação da proporção entre os diâmetros da veia porta e da veia cava caudal de cães segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ											
10,0	0,97	1,12	0,88	0,96	1,14	1,00	0,95	1,00	1,05	1,06	1,01a
10,1 A											
20,0	0,86	0,79	0,97	0,87	0,84	0,96	0,79	0,85	0,98	1,41	0,93a
ACIMA											
DE 20,1	0,79	0,75	0,80	0,97	0,91	1,05	1,00	1,07	0,93	0,99	0,92a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 12: Relação da proporção entre os diâmetros da veia porta e da aorta abdominal de cães segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ											
10,0	1,21	1,07	1,08	1,01	1,15	1,04	0,92	0,97	1,14	1,15	1,07a
10,1 A											
20,0	1,06	0,95	1,13	1,00	0,91	0,97	0,97	0,96	0,98	1,14	1,00a
ACIMA											
DE 20,1	1,12	0,88	0,87	1,04	1,02	1,00	0,98	1,08	1,13	1,09	1,02a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 13: Área da veia porta (cm²) de cães, mensurada pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ											
10,0	0,31	0,29	0,38	0,58	0,53	0,21	0,24	0,30	0,32	0,24	0,34b
10,1 A											
20,0	0,65	0,62	0,59	0,59	0,48	0,72	0,71	0,53	0,61	0,9	0,64a
ACIMA											
DE 20,1	0,87	0,45	0,57	0,95	0,56	0,79	0,65	0,95	0,84	0,92	0,75a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 14: Área da veia cava caudal (cm²) de cães, mensurada pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ											
10,0	0,34	0,23	0,48	0,64	0,41	0,21	0,27	0,3	0,29	0,22	0,33b
10,1 A											
20,0	0,88	0,98	0,64	0,79	0,67	0,79	1,13	0,72	0,64	0,45	0,76a
ACIMA											
DE 20,1	1,39	0,8	0,88	1,00	0,66	0,71	0,65	0,83	0,97	0,93	0,88a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 15: Área da aorta abdominal (cm²) de cães, mensurada pela ultra-sonografia Bidimensional, segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ											
10,0	0,21	0,26	0,33	0,57	0,39	0,2	0,29	0,33	0,25	0,18	0,3b
10,1 A											
20,0	0,59	0,69	0,47	0,59	0,58	0,77	0,75	0,57	0,64	0,7	0,63a
ACIMA											
DE 20,1	0,69	0,58	0,75	0,88	0,54	0,79	0,68	0,82	0,65	0,77	0,71a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 16: Velocidade média do fluxo sangüíneo na veia porta (cm/s) de cães, mensurada pela ultra-sonografia Doppler, segundo a faixa de peso (kg).

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ 10,0	11,35	21,12	14,50	13,28	14,68	16,63	13,50	30,84	20,15	13,42	16,95 a
10,1 A											
20,0	17,57	14,87	12,96	13,8	15,83	22,21	19,22	20,69	17,65	14,96	16,97a
ACIMA											
DE 20,1	20,41	12,34	12,69	19,17	15,13	18,64	12,73	16,99	17,64	28,17	17,39 a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 17: Volume de fluxo sanguíneo na veia porta por quilograma de peso corporal (ml/min/kg) de cães, mensurado pela ultra-sonografia Doppler, segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ											
10,0	49,09	85,62	51,66	46,21	64,83	34,92	24,00	82,85	38,69	35,79	51,36a
10,1 A											
20,0	37,44	33,72	32,54	37,58	25,47	53,3	48,16	34,11	36,29	44,14	38,27ab
ACIMA											
DE 20,1	53,00	14,94	19,61	29,29	22,9	33,09	18,59	46,34	39,69	44,43	32,18b

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.

TABELA 18: Índice de congestão portal (cm/s) de cães, mensurado pela ultra-sonografia Doppler, segundo a faixa de peso (kg) do animal.

PESO											
(kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
ATÉ											
10,0	0,027	0,013	0,026	0,044	0,036	0,017	0,018	0,009	0,016	0,018	0,022b
10,1 A											
20,0	0,037	0,042	0,046	0,043	0,030	0,032	0,037	0,025	0,035	0,06	0,038a
ACIMA											
DE 20,1	0,043	0,036	0,045	0,050	0,037	0,042	0,051	0,056	0,048	0,022	0,043a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo Teste de Tukey.