

ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER EM OBSTETRÍCIA DE PEQUENOS ANIMAIS: REVISÃO DE LITERATURA

SANTOS, Victor José Correia¹
ALMEIDA, Vivian Tavares de¹
COUTINHO, Leandro Nassar²
SIMÕES, Ana Paula Rodrigues¹
MARONEZI, Marjory Cristina¹
FELICIANO, Marcus Antônio Rossi¹
VICENTE, Wilter Ricardo Russiano¹

Recebido em: 2014.10.17

Aprovado em: 2015.02.25

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1377

RESUMO: Considerando os recentes avanços em diagnóstico por imagem para animais de companhia, a ultrassonografia Doppler está se destacando como uma importante e adequada ferramenta não invasiva para a avaliação do fluxo sanguíneo, utilizada para o estudo do ciclo estral em cadelas e gatas, assim como no diagnóstico e acompanhamento da gestação, no estudo da viabilidade fetal e na detecção da malignidade em tecidos mamários nestas espécies. Em machos, os estudos com a técnica Doppler em tecidos prostáticos e testiculares são recentes, com grandes perspectivas para sua aplicabilidade. Dessa forma, esta revisão tem como objetivo descrever o uso da técnica de ultrassonografia Doppler em reprodução e obstetrícia veterinária de pequenos animais, além de trazer um breve histórico a respeito dos diferentes modos de apresentação da tecnologia, que podem ser utilizadas em medicina veterinária de animais de companhia.

Palavras-Chave: Cães. Gatos. Obstetrícia veterinária. Modo Doppler.

SUMMARY: Considering the recent advances in diagnostic imaging used in pets, Doppler ultrasonography is emerging as an important and suitable noninvasive tool for the assessment of blood flow, used for the study of the estrous cycle in bitches and queens, as well as diagnosis and monitoring of the pregnancy, on fetal viability study and on detection of malignancy in breast tissues in this species. On males, the studies about the use of Doppler technology in prostate and testicular tissues are brand new, nevertheless with great prospects for its applicability. Therefore, this review aims to describe the use of ultrasound Doppler technique in veterinary reproduction and obstetrics of small animals, as well as to show a brief background about the different presentation modes of Doppler technology, which can be used in veterinary medicine for pets.

Keywords: Dogs. Cats. Veterinary obstetrics. Doppler mode.

INTRODUÇÃO

Em 1842, Christian Johann Doppler descreveu a situação na qual uma fonte de ondas (sonoras ou eletromagnéticas), que está em movimento em relação a um receptor, altera a frequência de onda durante este processo, aumentando-a durante a aproximação da fonte e diminuindo ao seu distanciamento (KAWAKAMA *et al.*, 1993). O efeito Doppler pode ser definido como o princípio físico no qual se verifica a alteração da frequência das ondas sonoras

¹ Departamento de Reprodução Animal/Setor de Obstetrícia Veterinária - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

² Departamento de Diagnóstico por Imagem - Universidade Federal Rural da Amazônia

refletidas quando o objeto (corpo) refletor se move em relação a uma fonte de onda sonora (CARVALHO *et al.*, 2008a).

Em medicina veterinária, o modo Doppler é utilizado em pequenos animais para o estudo da vascularização e caracterização do fluxo sanguíneo dos principais vasos abdominais (artéria hepática (NIKOLAK *et al.*, 2009), aorta abdominal (SANTANA *et al.*, 2009) e artéria renal (CARVALHO *et al.*, 2008b)), avaliação da circulação sanguínea materno-fetal em gestantes e estudo do trato reprodutor em animais não gestantes (BLANCO *et al.*, 2011; Da SILVA *et al.*, 2012), verificar a viabilidade fetal (BRITO *et al.*, 2010) e para a diferenciação das neoplasias mamárias em cadelas (FELICIANO *et al.*, 2012).

Considerando a importância dessa técnica de imagem para animais de companhia, essa revisão de literatura tem como objetivo descrever as principais aplicabilidades da ultrassonografia Doppler em obstetrícia de pequenos animais.

TIPOS DE DOPPLER

DOPPLER COLORIDO

Nesta modalidade de Doppler obtêm-se vários volumes de amostragem (determinada região do objeto amostrado), emitida em tempo real dentro de uma região circunscrita (caixa colorida), sobreposta por uma imagem colorida representando um espectro dos elementos móveis em relação à intensidade e ao sentido do movimento (CARVALHO *et al.*, 2008a). Esta técnica permite avaliar a presença, direção e característica do fluxo sanguíneo e diferenciação entre fluxos rápidos e lentos, de modo não invasivo, até mesmo em áreas pouco sensíveis ao modo-B (SZATMÁRI *et al.*, 2001).

Diferentes das imagens convencionais obtidas no modo bidimensional caracterizadas por tons em cinza, com a técnica do Doppler colorido podem ser observados pontos em vermelho e azul dependendo da direção do fluxo sanguíneo em relação ao transdutor. Convencionalmente o fluxo que segue em direção ao transdutor é vermelho, o fluxo na direção contrária ao transdutor é azul, fluxos de maior velocidade serão caracterizados por tons mais claros, porém da mesma cor e fluxos turbulentos formarão imagens em forma de mosaico de diversas cores nestes mesmos tons ocupando uma mesma amostra (CERI *et al.*, 1998).

DOPPLER PULSADO OU DOPPLER ESPECTRAL

A partir da emissão de ondas em pulsos pelo transdutor (ondas curtas de ultrassom emitidas pela vibração de um cristal piezolétrico), ocorre a formação de um espectro do vaso, formado pela reflexão do eco do movimento das células no interior dos vasos sanguíneos

estudados durante o exame ultrassonográfico. Por meio do exame Doppler pulsado é possível medir a velocidade do fluxo sanguíneo dentro dos vasos selecionados em uma região específica (CARVALHO *et al.*, 2008a).

Esta técnica é usada em associação ao modo B, sendo chamado Duplex Doppler (NYLAND; MATOON, 2002). A imagem duplex combina o feixe Doppler pulsado com a imagem bidimensional em tempo real, sendo que a localização do volume da amostra é disposta na tela do aparelho. O volume de amostra pode ser movido para dentro do lúmen de um vaso ao mesmo tempo em que ele é observado em tempo real. Nas imagens em modo B, um vaso sanguíneo é identificado e selecionado para a avaliação pelo modo Doppler, sendo que uma região eletrônica da amostra de frequência, chamada volume de amostra ou *gate*, é posicionada sobre o vaso. O volume de amostra eletrônico efetivamente informa ao aparelho de ultrassom a captação dos ecos dessa região em estudo, com base no tempo transcorrido necessário para que o som alcance a estrutura dentro do volume de amostra e para que os ecos retornem ao transdutor. A capacidade de selecionar, visualmente, a região de um vaso sanguíneo para avaliação é uma vantagem do Doppler em onda pulsátil (CARVALHO *et al.*, 2008a).

Durante o exame de duplex Doppler, as frequências de deslocamento Doppler não são dispostas somente graficamente, pois também são audíveis. As artérias têm um som parecido com um assovio, enquanto que as veias possuem um som semelhante ao vento soprando continuamente. A intensidade do som audível é diretamente proporcional à quantidade de células sanguíneas em movimento. A altura do som depende do deslocamento de frequência Doppler, ou seja, quanto maior a velocidade do fluxo sanguíneo (mais larga a frequência de deslocamento Doppler), mais audível se torna o som (SZATMÁRI *et al.*, 2001).

DOPPLER TRIPLEX

O Doppler triplex é um método que aborda simultaneamente três modos de imagem: modo B, Doppler colorido e o pulsado (DEANE 2013). O modo B é utilizado para localizar o vaso a ser avaliado e com o Doppler colorido identifica-se a presença e direção do fluxo sanguíneo. Posteriormente, ao Doppler pulsado ocorre a análise do fluxo.

O Doppler colorido apresenta algumas limitações de técnica, como a dependência do ângulo de insonação, *aliasing* e dificuldade em separar o ruído ao fundo em fluxos de baixa velocidade. O *Power Doppler* é uma forma de processamento da imagem ultrassonográfica que busca driblar essas dificuldades. Com esta técnica, a coloração do fluxo sanguíneo nos vasos varia de acordo com a quantidade de hemácias encontradas, sendo mais sensível que o Doppler colorido, sem comprometer a qualidade da imagem, é ângulo independente e não é afetado pelo artefato *aliasing* (HAMPER 1997).

APLICAÇÃO DO DOPPLER EM OBSTETRÍCIA DE PEQUENOS ANIMAIS DOPPLER OVARIANO

O fluxo sanguíneo ovariano em cadelas durante o ciclo estral foi estudado (KÖSTER *et al.*, 2001), com a utilização de probe linear de 7,5MHz para identificação e avaliação dos vasos sanguíneos e índices vasculares utilizando-se o Doppler Duplex e Triplex. Nos primeiros dias do proestro, o fluxo sanguíneo foi pouco detectável na maioria dos ovários, entretanto em estágios mais avançados da fase folicular, o número, extensão e intensidade dos pixels coloridos aumentaram gradualmente, permitindo a aferição dos parâmetros Doppler em todos os ovários, a partir do sexto dia antes da ovulação. Durante a fase folicular, a velocidade de fluxo aumentou gradualmente, enquanto que o índice de resistência vascular (IR) permaneceu constante ou foi levemente reduzido.

Em período correspondente ao dia da ovulação e até dez dias depois, os valores médios da velocidade de pico sistólico (VPS), diastólico (VPD) e velocidade diastólica final (VDF), apresentaram-se valores maiores aos registrados em todo o experimento, respectivamente: 22,63cm/s, 16,24cm/s, 10,18cm/s; enquanto o IR apresentou-se com valor menor (0,54) (KÖSTER *et al.*, 2001).

Nesse mesmo estudo, dois dias após a ovulação, as velocidades de pico sistólico, diastólico e a velocidade diastólica final foram significativamente maiores (respectivamente: 23,89cm/s, 16,93cm/s, 10,77cm/s) e o IR foi menor (0,55) que dois dias antes da ovulação, em cujos valores encontrados foram respectivamente: 17,32cm/s, 11,84cm/s, 7,03cm/s e 0,60. Esses resultados comprovam a aplicabilidade da técnica Doppler na avaliação das fases do ciclo estral em cadelas.

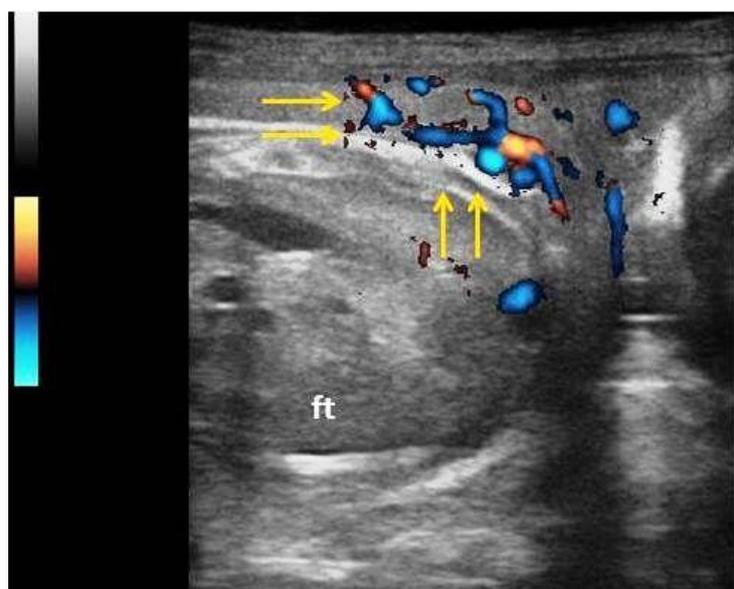
Ao avaliar a função ovariana de uma cadela com o Doppler, Feliciano *et al.*, (2008) determinaram valores importantes para o índice de resistência vascular e pico de velocidade sistólica dos ovários esquerda e direito (respectivamente de 0,52 e 30,31cm/s e 0,42 e 20,46cm/s). Estes valores apresentaram-se dentro da média observada em mulheres gestantes, permitindo que os autores sugerissem a utilização dos índices vasculares para avaliação da função ovariana de animais prenhes e diagnóstico gestacional precoce em cadelas.

O estudo Doppler da vascularização dos corpos lúteos é importante na avaliação da funcionalidade do tecido estudado, principalmente no que diz respeito à manutenção da gestação. Como observado por Giacobbe (1999) em pesquisa realizada em mulheres, as características vasculares de corpos lúteos observadas na gestação mostraram-se diferentes das do abortamento, por meio do Doppler em cores, com evidências de haver uma facilitação ao fluxo sanguíneo em processos patológicos associados ao processo de falência gestacional.

DOPPLER GESTACIONAL

A aplicação do Doppler em cadelas gestantes permite uma importante avaliação da circulação materno-fetal, podendo auxiliar no diagnóstico de alterações fetais caninas (NAUTRUP 1998). Este método facilita o acompanhamento gestacional, a avaliação do crescimento fetal e o fluxo sanguíneo uteroplacentário (MIRANDA; DOMINGUES 2010) (Figura 1). O aumento do fluxo sanguíneo e da frequência de batimentos cardíacos está diretamente relacionado à maturidade do embrião e posterior desenvolvimento fetal (JI 2003).

Figura 1- Imagem ultrassonográfica do feto canino (ft) com aproximadamente 51 dias de idade gestacional. Note a vascularização uteroplacentária (setas) na avaliação ultrassonográfica modo Doppler em cores.

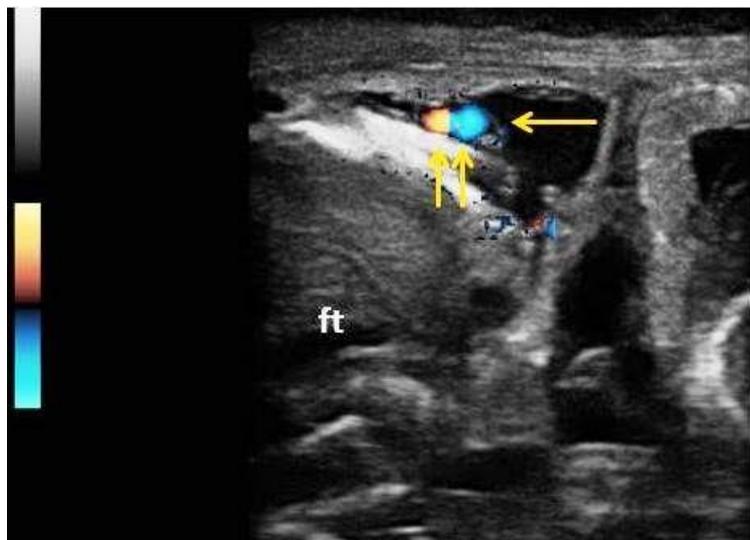


Fonte: Arquivo Pessoal.

Em um estudo em gatas, foi utilizado o Doppler triplex para avaliação da viabilidade fetal e caracterização do fluxo sanguíneo das artérias uterina e umbilical, determinando seus índices de pulsatilidade e resistência. Os autores verificaram que o estudo da circulação sanguínea das artérias avaliadas foi importante para averiguação da viabilidade fetal dos animais gestantes, já que permitiu acompanhar o desenvolvimento da circulação materno-fetal em gestações normais (BRITO *et al.*, 2010). Os autores verificaram redução dos índices de resistência e pulsatilidade durante o desenvolvimento gestacional, bem como o aumento da perfusão sanguínea desses vasos ao desenvolvimento fetal. Essas características demonstram a crescente demanda sanguínea para suprir o crescimento dos conceptos (BRITO *et al.*, 2010; MIRANDA; DOMINGUES 2010; GADELHA-COSTA *et al.*, 2005).

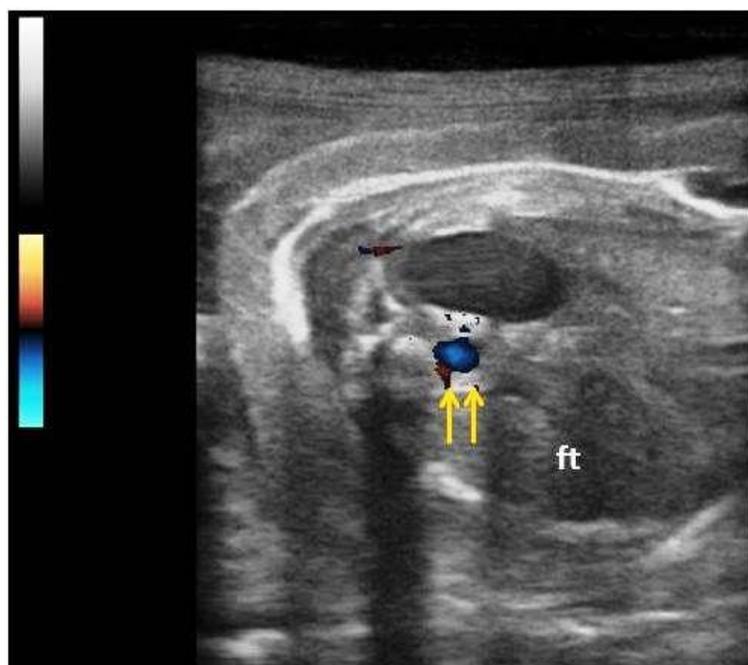
Em outro estudo realizado em cães, Blanco *et al.*, (2011) avaliaram as alterações ocorridas no fluxo sanguíneo das artérias uterina e umbilical (Figura 2), aorta abdominal (Figura 3), carótidas interna e renal dos conceptos, comparando grupos de animais com gestações fisiológicas e gestações anormais. Os autores observaram que o IR da artéria uterina dos animais com gestação patológica aumentou, enquanto que em animais com processo gestacional fisiológico diminuiu. Também foi observada em animais com gestação anormal, velocidade diastólica final da artéria uterina e umbilical alterada e aumento do IR, ocorridos ao longo desenvolvimento gestacional. Os autores observaram nos dois grupos estudados, que o fluxo sanguíneo da aorta abdominal fetal aumentou progressivamente com o decorrer da gestação, semelhante ao relatado por (DI SALVO *et al.*, 2006).

Figura 2- Imagem ultrassonográfica do feto canino (ft) com aproximadamente 51 dias de idade gestacional. Note a vascularização artéria umbilical do feto canino (setas) na avaliação ultrassonográfica modo Doppler em cores.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 3 - Imagem ultrassonográfica de feto canino (ft) com aproximadamente 51 dias de gestação. Note a aorta fetal (setas) na avaliação ultrassonográfica modo Doppler em cores.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Para avaliação das artérias renal e carótida interna dos fetos, verificou-se em gestações anormais, aumento de IR da artéria renal fetal, indicando redução no percentual de sangue direcionado aos rins, e consequente perfusão renal inadequada (BLANCO *et al.*, 2011), sendo esta característica, correlacionada por Stigter *et al.*, (2001) à redução na produção de urina e líquido amniótico em humanos. Blanco *et al.*, (2011) observaram ainda aumento no fluxo sanguíneo na carótida interna fetal em gestações anormais, correlacionando essa característica a um aumento da perfusão sanguínea para órgãos vitais, como cérebro, em casos de insuficiência placentária. Segundo Arduini *et al.*, (1992), essa alteração pode estar relacionada a uma redistribuição do fluxo sanguíneo da gestação devido à hipóxia fetal.

Complementando o estudo Doppler da circulação fetal Scotti *et al.*, (2008), também caracterizaram o fluxo sanguíneo da aorta e veia cava caudal de fetos felinos. Esses autores observaram que o pico sistólico aumentou significativamente durante as semanas gestacionais, com valor mínimo de 22,23 cm/s na quinta semana e 63,68cm/s próximo ao parto. A velocidade diastólica final aumentou, apresentando valores que variaram entre 0,88cm/s, na quinta semana antes do parto, e 7,19cm/s, na que antecedeu o parto. O IP também aumentou de acordo com o avanço da gestação, com valor mínimo de 1,48, na quinta semana antes do parto, e 1,85, para última semana de gestação. O IR foi de 0,95, na quinta semana antes do parto, na quarta e na terceira semanas foi de 0,92, sendo menor nas duas últimas semanas de gestação (0,88).

Os mesmos autores também avaliaram a veia cava caudal, utilizando Doppler colorido e pulsado, com as imagens sendo feitas no coração fetal, próximo ao átrio direito. Observaram um pico sistólico seguido de um pequeno pico diastólico. O pico sistólico aumentou significativamente entre a quarta e a terceira e entre a quarta e a segunda semana de observação, variando de 18,14cm/s a 23,86cm/s da primeira à última semana de observação. A velocidade diastólica final aumentou com o desenvolvimento da gestação, variando de 3,09cm/s a 8,45cm/s.

A circulação uteroplacentária para gestação dos animais, também pode ser avaliada com o Doppler. Foi observado o aumento da velocidade de pico sistólico e velocidade diastólica final por duas semanas antes do parto em gatas (SCOTTI *et al.*, 2008). Verificou-se na quinta semana gestacional antes do parto, pico sistólico de 15,18cm/s e na semana anterior ao parto, de 29,7cm/s. Para a velocidade diastólica final, os valores encontrados foram de 8cm/s, cinco semanas antes do parto, e 8,69cm/s, na semana anterior ao parto. Quanto ao PI, observou-se redução significativa do seu valor entre a quinta e quarta semanas gestacionais (1,78 e 1,45 respectivamente). O IR também apresentou valores diminuídos ao decorrer das primeiras quatro semanas de estudo, com valores respectivamente de: 0,99, 0,85, 0,79 e 0,74cm/s.

Adicionalmente, a ultrassonografia Doppler pode ser usada como método diagnóstico de possíveis enfermidades congênitas em medicina humana. Em veterinária, estima-se que 20 a 30% de todos os filhotes caninos morrem durante as primeiras semanas de vida em função de defeitos congênitos, que também podem levar ao crescimento deficiente (POFFENBARGER 1990; ALVES *et al.*, 2001).

Dentro do contexto de avaliação de alterações congênitas neonatais, a aplicação da técnica Doppler para compreensão dos índices vasculares da artéria renal fetal, associado à ecobiometria renal dos fetos caninos podem auxiliar na avaliação do desenvolvimento fetal normal, diagnóstico de enfermidades hemodinâmicas (como hidropsias) e outras condições que alterem o tamanho dos rins fetais, possibilitando a provável redução na taxa de mortalidade neonatal observada em cães nesta fase (FELICIANO *et al.*, 2011). Da mesma forma, a técnica pode ser aplicada à ecocardiografia objetivando-se demonstrar a direção e a velocidade do fluxo sanguíneo no coração e nos vasos, sendo estes parâmetros de grande valor de diagnóstico e de prognóstico em lesões congênitas neonatais (BONAGURA *et al.*, 1998), podendo-se extrapolar sua aplicação no desenvolvimento de avaliações cardiovasculares fetais. Ato contínuo, a dopplerfluxometria também apresenta aplicabilidade na avaliação da artéria cerebral média em fetos caninos podendo ser útil para o diagnóstico precoce de alterações do tecido cerebral como a hidrocefalia canina e para o prognóstico no tratamento de recém-nascidos acometidos por essa afecção (FELICIANO *et al.*, 2013).

DOPPLER DE TECIDO MAMÁRIO

A neoplasia mamária em cadelas apresenta uma significativa importância na rotina veterinária e tem sido muito investigada por servir de modelo para o estudo do câncer de mama na mulher (MARTINS; FERREIRA 2003).

Em medicina humana, a ultrassonografia da mama é útil na diferenciação de lesões císticas e sólidas, mas não pode ser utilizada como método de diagnóstico definitivo para a abordagem das lesões devido a algumas semelhanças significativas entre as características de tumores benignos e malignos (BARRA 2004).

Em estudo realizado com cadelas (FELICIANO *et al.*, 2012), avaliaram a presença de vascularização e determinaram os índices vasculares dos tecidos mamários, com o auxílio do modo Doppler colorido e espectral e utilizando transdutor convexo de 5,0MHz e linear de 12,0MHz. Os autores observaram que não houve diferença significativa entre o tipo de vascularização observada e a malignidade dos tecidos avaliados. Ademais, não houve correlação entre a presença de vascularização e a malignidade das neoplasias mamárias, contrariando as afirmações de Scotti *et al.*, (2008). Os autores ainda constataram em cadelas a maior incidência de neovascularização em tumores malignos.

Para os tecidos mamários avaliados em cadelas, Feliciano *et al.*, (2012) verificaram valores médios de 28,71cm/s e 19,91cm/s para a velocidade de pico sistólico respectivamente para tumores malignos e benignos. De acordo com os mesmos, não houve diferença significativa entre os índices de resistividade e pulsatilidade para os tipos de neoplasia. Essas velocidades de pico sistólico encontradas corroboram com o estudo de Poffenbarger (1990), os quais indicaram que picos de velocidade sistólica superiores a 20 cm/s podem indicar malignidade do tecido.

DOPPLER TESTICULAR

A ultrassonografia Doppler dos testículos pode ser utilizada para avaliação da vascularização desse tecido em animais (NYMAN *et al.*, 2006). A artéria testicular apresenta como característica, ondas de baixa resistividade, com picos sistólicos amplos e contínuos, e alta velocidade de fluxo em diástole (Da SILVA *et al.*, 2012).

Em estudo com cães, Günzel-Apel *et al.*, (2010) caracterizaram as ondas da artéria testicular ao modo Doppler, como monofásicas e com medições de fluxo em área marginal. Ademais, observaram em animais pré-púberes, presença de fluxo apenas durante a sístole (sem fluxo diastólico), refletindo uma fase não funcional dos testículos. Complementando, Wood (2010) verificou para cães púberes a presença de fluxo com picos sistólicos e diastólicos.

O Doppler testicular, para cães e gatos pode ser utilizado para diagnosticar doenças inflamatórias ou neoplásicas (DAVIDSON; BAKER 2009). Entretanto, em veterinária, os estudos envolvendo a tecnologia Doppler para avaliação do trato reprodutor masculino em pequenos animais, limitam-se à caracterização do fluxo dos vasos testiculares (Figura 4) e não há relatos do uso da técnica para avaliação prostática nesses animais.

Figura 3 - Imagem ultrassonográfica do exame Doppler do testículo de um cão, especificamente do plexo pampiniforme.



Fonte: Arquivo Pessoal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia Doppler permite que sejam feitas avaliações não invasivas do fluxo sanguíneo dos órgãos da reprodução e no período peri-parturiente. Embora seja um método relativamente novo dentro da ultrassonografia veterinária, em pequenos animais a técnica já permite uma melhor compreensão acerca da fisiologia reprodutiva, bem como possibilita o estudo de doenças e condições de risco da gestação em tempo real, baseado nas características hemodinâmicas dos vasos sanguíneos. O maior avanço está na possibilidade de se identificar essas alterações de forma precoce para que se intervenha de pronto. Sua aplicação facilita o acompanhamento gestacional em cadelas e a avaliação do crescimento fetal de forma mais segura. Também permite avaliar a malignidade de neoplasias mamárias, sendo importante para o estabelecimento de uma estratégia adequada de combate à doença.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R.O. *et al.* Ecocardiografia Doppler em cães neonatos. In: **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid. Acessado em: 05 de março de 2013.
- ARDUINI, D; RIZZO, G; ROMANINI, C. Changes of pulsatility index from fetal vessels preceding the onset of late decelerations in growth-retarded fetuses. **Obstetrics and Gynecology**, v.79, p.605–610, 1992.
- BARRA, A.A. A mamografia e a ultra-sonografia no diagnóstico de lesões mamárias palpáveis suspeitas de malignidade. **Revista de Medicina de Minas Gerais**, v. 14, p.166-170, 2004.
- BLANCO, P.G. *et al.* Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal blood flow in abnormal canine pregnancy. **Animal Reproduction Science**, v. 126, p. 130–135, 2011.
- BONAGURA, J.D; MILLER, M.W; DARKE, P.G.G. Doppler echocardiography I: pulsed-wave and continuous-wave examinations. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 28, p.1325-1359, 1998.
- BRITO, A.B. *et al.* Assessment of feline fetal viability by conceptus echobiometry and triplex Doppler ultrasonography of uterine and umbilical arteries. **Animal Reproduction Science**, v. 122, n. 276-281, 2010.
- CARVALHO, C.F; CHAMMAS, M.C; CERREI, G.G. Princípios físicos do Doppler em ultrasonografia. **Ciência Rural**, v. 38, p. 872-879, 2008a.
- CARVALHO, C.F; CHAMMAS, M.C; CERREI, G.G. Morfologia duplex Doppler dos principais vasos sanguíneos abdominais em pequenos animais. **Ciência Rural**, v. 38, p. 880-888, 2008b.
- CERREI, G.G; MÓLNAR, L.J; PARANAGUÁ-VEZOZZO, D.C. Avaliação dúplex do fígado, sistema portal e vasos viscerais. In: **Doppler**. São Paulo: Sarvier, v.1, p.120-121, 1998.
- Da SILVA, L.D.M. *et al.* Ultrasonografia bidimensional e Doppler para avaliação do trato reprodutor de pequenos animais. **Ciência Animal**, v. 22, p. 339-353, 2012.
- DAVIDSON, A.P; BAKER, T.W. Reproductive ultrasound of the dog and tom. **Top Companion Animal Medicine**, v. 24, p.64-70, 2009.
- DEANE, C. Doppler ultrasound: principles and practice. In: NICOLAIDES, K; RIZZO, G; HECKER, K; XIMINES, R. (eds) **Doppler in Obstetrics**. <http://www.centrus.com/commonultrasoundcases/principlesofultrasound.html>. Acessado em: 08 de março de 2013.
- DI SALVO, P. *et al.* Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in the bitch. **Veterinary Science**, v.81, p.382-388, 2006.
- FELICIANO, M.A.R. Estudio ecobiométrico renal y doppler triplex de la arteria renal en el feto del perro. Resultados preliminares In: **I Simposio Latinoamericano de Reproducción Animal**, Viña del Mar. Anais..., 2011.

FELICIANO, M.A.R. *et al.* Foetal echoencephalography and Doppler of the middle cerebral artery in canine foetuses. **Journal of Small Animal Practice**, v. 54, p.149 – 152, 2013.

FELICIANO, M.A.R. *et al.* Índice de resistência vascular e pico de velocidade sistólica do corpo lúteo em cadela gestante: relato de caso. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 32, p.191-196, 2008.

FELICIANO, M.A.R; VICENTE, W.R.R; NEPOMUCENO, A.C. Ultrassonografia na diferenciação da neoplasia mamária em cadelas. **Veterinária e Zootecnia / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu**. 19(1 Supl 1):43-46. In press: ISSN Impresso 0102-5716 ISSN Eletrônico 2178-3764, 2012.

GADELHA-COSTA, A. *et al.* Fetal hemodynamics evaluated by Doppler velocimetry in the second half of pregnancy. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v.31, p.1023-30, 2005.

GELENS, H.C; IHLE, S.L. Failure to grow. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.29, p.989-1001, 1999.

GIACOBBE, M. Avaliação dos padrões vasculares uterino e placentário no primeiro trimestre das gestações normal e patológica. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetria**, v. 21, p. 302-302, 1999.

GÜNZEL-APEL, A.R; MÖHRKE, C; NAUTRUP, C.P. Colour-coded and pulsed Doppler sonography of the canine testis, epididymis and prostate gland: Physiological and pathological findings. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 36, p.236-240, 2001.

HAMPER, U.M. Power Doppler Imaging: clinical experience and correlation with color Doppler US and other imaging modalities. **RadioGraphics**. v. 17, p. 499-513, 1997.

JI, R.P. Onset of cardiac function during early mouse embryogenesis coincides with entry of primitive erythroblasts into the embryo proper. **Circulation Research**, v. 92, p.133-135, 2003.

KAWAKAMA, J; KODAIRA, S; CERRI, G.G. Física. In: CERRI, G.G; ROCHA, D.C. Ultrassonografia abdominal. São Paulo: **Sarvier**. p.1-14. 1993.

KÖSTER, K; NAUTRIP, P.C; GÜNZEL-APEL, A.R. A Doppler ultrasonographic study of cyclic changes of ovarian perfusion in the Beagle bitch. **Reproduction**, v. 122, p. 453-461, 2001.

MARTINS, D.C; FERREIRA, A.M.R. Marcadores prognósticos como um auxílio à conduta clínico-cirúrgica em uma cadela apresentando múltiplos nódulos mamários. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 31, p.189-191, 2003.

MIRANDA, S.A; DOMINGUES, S.F.S. Conceptus ecobiometry and triplex Doppler ultrasonography of uterine and umbilical arteries for assessment of fetal viability in dog. **Theriogenology**, v. 74, p.608-617, 2010.

NAUTRUP, C.P. Doppler ultrasonography of canine maternal and fetal arteries during normal gestation. In: **Journal of Reproduction Fertility**, v.112, p. 301-314, 1998.

NIKOLAK, E.M. *et al.* Triplex doppler da Artéria hepática canina nos períodos pré e pós-prandial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, p. 955-960, 2009.

NYLAND, T.G; MATOON, J.S. Physical principles, instrumentation and safety of diagnostic ultrasound. In: NYLAND, T.G; MATOON, J.S. **Sm. An. Dx. Ultra**. 2ª ed. Philadelphia: WB Saunders, p. 1-19, 2002.

NYMAN, H.T. *et al.* Comparison of B-mode and Doppler ultrasonographic findings with histologic features of benign and malignant mammary tumors in dogs. **American Journal of Veterinary Research**. V. 67, p.985-91, 2006.

POFFENBARGER, E.M. Canine neonatology. Part I. Physiologic differences between puppies and adults. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 12, p.1601-1609, 1990.

SANTANA, E. Jr. De M. *et al.* Triplex Doppler da artéria renal e a relação entre a ecobiometria dos rins com distância atlanto-coccígea e altura em Canis familiaris. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, p. 809-815, 2009.

SCOTTI, L. *et al.* Doppler evaluation of maternal and fetal vessels during normal gestation in queen. **Theriogenology**, v. 69, p.1111-1119, 2008.

STIGTER, R.H. *et al.* Doppler studies on the fetal renal artery in the severely growth-restricted fetus. **Ultrasound in Obstetrics and Gynecology**, v.18, p.141-145, 2001.

SZATMÁRI, V; SÓTONYI, P; VÖRÖS, K. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. **Veterinary Radiology. Ultrasound**, v. 42. p. 93-107, 2001.

WOOD, M, M. Spectral Doppler signatures waveforms in ultrasonography. **Ultrasound Quarterly**, v. 26, p.83-99, 2010.

