



Ultrassonografia bidimensional, Doppler e contrastada para avaliação testicular: do homem ao animal

Two-dimensional, Doppler and contrast enhanced ultrasonography on testicular evaluation: from man to animal

M.B. Souza¹, L.D.M. Silva

Laboratório de Reprodução de Carnívoros, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

¹Correspondência: mirley.souza@gmail.com

Resumo

A ultrassonografia bidimensional com o Doppler permite uma avaliação detalhada dos testículos. Na medicina, vem sendo amplamente empregada em estudos sobre a fisiologia testicular, bem como para prever problemas de fertilidade. Além desse recurso, a ultrassonografia contrastada pode ser utilizada para diferenciação de massas e traumas que possam cursar com a infertilidade. Na veterinária, existem poucos estudos dessa natureza. Devido à grande importância dessa ferramenta ainda não bem explorada na veterinária, objetivou-se realizar um levantamento bibliográfico da utilização das ultrassonografias bidimensional, Doppler e contrastada para estudo dos testículos e das perspectivas dessas técnicas para avaliação testicular nas espécies domésticas.

Palavras-chave: contraste, artéria testicular, avaliação ultrassonográfica, testículo.

Abstract

Two-dimensional ultrasound and Doppler ultrasound allow a detailed assessment of the testes. In medicine, this feature is being widely used in studies on testicular physiology, besides being used to predict fertility problems. Besides this feature, contrast-enhance ultrasound can be used for differentiation between testicular masses or trauma that may lead to infertility. In veterinary medicine there are few studies of this nature. Due to the great importance of this tool that is not yet well explored in veterinary, this study aimed to conduct a review of the use of two-dimensional, Doppler and contrast-enhanced ultrasonography to study the testis and its perspective on testicular evaluation in domestic animals.

Keywords: contrast, testicular artery, testis, ultrasonographic evaluation.

Introdução

A avaliação ultrassonográfica dos testículos permite avaliar a forma, o parênquima e as estruturas adjacentes, sendo importante na detecção de anormalidades anatômicas, além de permitir guiar procedimentos intervencionistas para fins de diagnóstico (Matton e Nyland, 2004). Ademais, as medidas testiculares têm sido usadas para prever a produção espermática e a qualidade seminal, sendo uma ferramenta útil para estimar o potencial reprodutivo (Bailey et al., 1998).

Recentes avanços da aplicação da ultrassonografia permitiram que novos aspectos tanto da avaliação estrutural quanto da funcional do parênquima testicular fossem avaliados, possibilitando o diagnóstico de uma variedade de doenças testiculares. A análise estrutural é aplicada para mensuração do volume testicular e estudos de ecogenicidade e ecotextura. A análise funcional da vascularização, realizada por meio do Doppler, demonstra a perfusão vascular dos testículos (Schurich et al., 2009).

O Doppler vem sendo aplicado para demonstrar o comportamento da artéria testicular (Gumbsch et al., 2002; Pozor e McDonnell, 2004; Kutzler et al., 2011; Carillo et al., 2012) e, ainda, avaliar enfermidades testiculares (Günzel-Apel et al., 2001) e a espermatogênese (Zelli et al., 2013).

Uma nova ferramenta que surge para o auxílio na avaliação testicular é a ultrassonografia contrastada. As microbolhas de contraste injetadas no organismo permitem que o sinal de imagem visualizada seja amplificado, sendo possível o estudo da microvascularização testicular (King, 2006).

Devido à grande importância que a ultrassonografia vem adquirindo ao longo dos anos na avaliação testicular, objetivou-se realizar um levantamento bibliográfico acerca da utilização da ultrassonografia no estudo dos testículos nos animais domésticos, bem como da perspectiva do uso da ultrassonografia contrastada na avaliação das enfermidades testiculares.

Ultrassonografia bidimensional

Os testículos, pela ultrassonografia bidimensional, apresentam ecogenicidade média, com ecotextura fina. O limite testicular conferido pela túnica albugínea caracteriza-se por apresentar uma linha fina e hiperecoica. O mediastino testicular é caracterizado por uma linha fina e hiperecoica em plano sagital, e, em plano transversal, esta é visualizada como um ponto hiperecoico central (Fig. 1; Hetch, 2008).

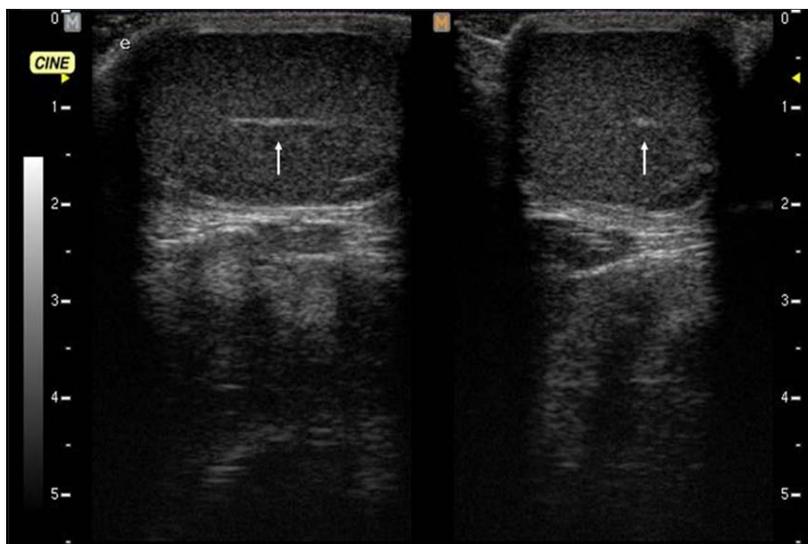


Figura 1. Ultrassonografia bidimensional dos testículos de cães. Visualização do mediastino testicular (setas) nas projeções longitudinais e transversais. Imagens feitas em aparelho SonoAce Pico (Medison®) com transdutor linear de 5-9 MHz. Fonte: dados do autor.

A quantificação de *pixels* da imagem ultrassonográfica permite avaliar o desenvolvimento testicular em bovinos. As complexas mudanças que ocorrem na ecogenicidade do parênquima testicular se dão pela proliferação celular e, ainda, pela produção de fluidos nos testículos. A visualização dessas mudanças pode avaliar animais pré-púberes, bem como o desenvolvimento da maturidade sexual nesses animais, por meio da visualização do aumento da ecotextura do órgão (Chandolia et al., 1997; Gábor et al., 1998).

Em cães muito jovens, esta relação entre a ecogenicidade e a proliferação celular ainda não foi estudada. Entretanto, já foi observado que os testículos de animais jovens apresentam características hipoecoicas em relação ao de adultos maduros (Hetch, 2008). Em animais mais velhos, pequenos focos hiperecoicos, representando septos testiculares, próximos ao mediastino, frequentemente estão presentes (Hetch, 2008). Em cães saudáveis foi verificado, por meio de modelos matemáticos, que as medidas testiculares de comprimento e largura podem indiretamente prever a produção espermática diária e, mais diretamente, o peso testicular (Eilts et al., 1993).

A mensuração do volume testicular também é relevante na avaliação do desenvolvimento testicular. A determinação precisa do volume testicular é importante e benéfica na avaliação de pacientes que apresentam distúrbios que afetam o crescimento e o desenvolvimento testicular. Inúmeras técnicas de mensuração do volume testicular já foram utilizadas, sendo a ultrassonografia a técnica de maior acurácia, aproximando-se mais do volume real do órgão (Paltiel et al., 2002). Goulestou et al. (2008), em estudo comparativo na mensuração do volume testicular em cães entre paquímetro e ultrassonografia, concluem, em semelhança aos dados de Paltiel et al. (2002), que as medidas ultrassonográficas são mais precisas.

Ultrassonografia Doppler

A ultrassonografia Doppler é um método relativamente novo na veterinária. O recurso Doppler, associado à ultrassonografia bidimensional, pode dar informações em tempo real da arquitetura vascular e dos aspectos hemodinâmicos da artéria testicular (Carvalho et al., 2008).

Os testículos e o epidídimo são supridos com o sangue da artéria testicular, que se origina da aorta dorsal, ao nível da terceira vértebra lombar. No cordão espermático, ela atinge os testículos antes de se ramificar até o epidídimo (Budras et al., 2007). Em adultos, assim que a artéria testicular emerge do cordão espermático, a artéria se alonga e estende-se pela margem epididimária dos testículos, próximo à cápsula, geralmente em curso linear e sem ramos. A artéria que corre marginalmente aos testículos apresenta paredes mais finas e um diâmetro interno maior que acima do cordão espermático, devido ao fato de a artéria testicular, localizada no cordão

espermático, precisar se alongar mais que o normal para compensar a migração dos testículos para o escroto (Setchell e Breed, 2006).

A perfusão testicular pode ser observada pelo Doppler colorido, que pode mostrar, de forma segura, a artéria testicular em todos os seus ramos; pelo Power Doppler, que representa um estudo de amplitude do sinal Doppler; e pelo Doppler espectral, que mensura a velocidade do fluxo sanguíneo em função do tempo (Dogra et al., 2003). A onda mensurada na artéria testicular apresenta característica de baixa resistência, mostrando ondas com picos amplos e contínuos e alta velocidade de fluxo na diástole com velocidade decrescente (Fig. 2; Carvalho et al., 2008).

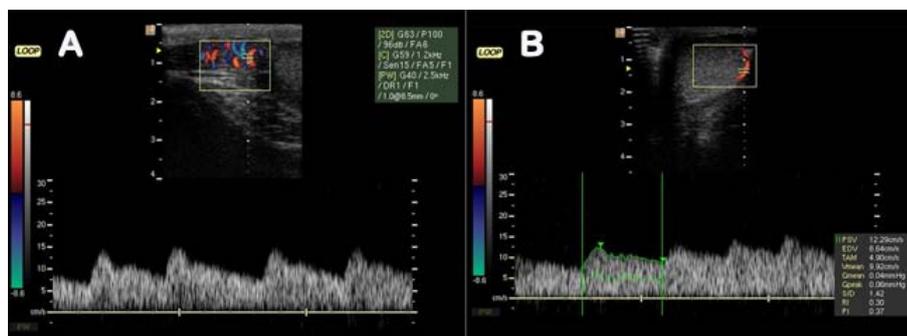


Figura 2. Triplex Doppler da artéria testicular visualizada no cordão espermático (A) e marginalmente ao testículo (B) de cães. As ondas representam a visualização gráfica do fluxo sanguíneo da artéria estudada (VPS = velocidade de pico sistólico; VDF = velocidade diastólica final; IR $(VDP - VDF) / VPS$ = índice de resistência; IP $(VPS - VDF) / M$ = índice de pulsatilidade; M = média entre VPS e VDF. Imagens feitas em aparelho SonoAce Pico (Medison®) com transdutor linear de 5-9 MHz. Fonte: dados do autor.

Os parâmetros dopplervelocimétricos mensurados são importantes para determinar a perfusão sanguínea dos testículos. As variáveis observadas são: a velocidade de pico sistólico (VPS), a velocidade diastólica final (VDF) e os índices de resistência (IR) e de pulsatilidade (IP), que são calculados automaticamente por meio da seguinte fórmula: $IR = (VDP - VDF) / VPS$ e $IP = (VPS - VDF) / M$, em que: M representa a média entre VPS e VDF (Wood et al., 2010). O índice de resistência está relacionado com a perfusão normal dos tecidos. Alterações tissulares nos testículos levam ao aumento desses valores em casos de contagem anormal de espermatozoides (Schurich et al., 2009).

Em humanos, a ultrassonografia Doppler vem sendo aplicada para determinação de fertilidade (Pinggera et al., 2008; Schurich et al., 2009). Foi observado em homens oligospermicos que o índice de resistência mensurado na artéria intratesticular é maior quando comparado aos normospermicos, podendo servir de parâmetro para processos de infertilidade (Pinggera et al., 2008). Além disso, a ultrassonografia Doppler vem sendo utilizada na diferenciação de azoospermias obstrutivas e não obstrutivas em homens (Foresta et al., 1998). Foi sugerida, também, a importância do índice de resistência, assim como da VPS estimativa da taxa de produção espermática (Biagiotti et al., 2002).

A ultrassonografia Doppler também é importante na avaliação de afecções que acometem os testículos, sendo possível verificar mudanças, tanto na perfusão sanguínea quanto nos valores dopplervelocimétricos. Foi observado, tanto em homens (Schurisch et al., 2009) quanto em cães (Bumin et al., 2007), que, em casos de orquite, epididimites, criptorquidismo e tumores testiculares, há um aumento na vascularização detectada pelo Doppler colorido, bem como um aumento dos índices de resistência e de pulsatilidade.

Apesar de o Doppler apresentar inúmeras aplicações na medicina, na veterinária os relatos ainda são escassos. Gumbusch et al. (2002) utilizaram cães de diferentes raças e portes para estudar o curso da artéria testicular em três localizações diferentes: no cordão espermático, na região marginal dos testículos e na região intratesticular. Os resultados mostram que a artéria testicular é mais bem visualizada no cordão espermático que nas outras localizações, sendo a localização intratesticular a mais difícil de visualizar. Nas três localizações, o padrão de onda do Doppler espectral apresentou-se monofásico e de baixa resistência.

Em outro estudo mais recente (Carillo et al., 2012), foram utilizados cães da raça Beagle saudáveis para a observação do comportamento da artéria testicular nas três localizações já citadas. Os resultados encontrados são similares aos descritos anteriormente, em que se descreve que a artéria testicular, localizada no cordão espermático, apresenta um padrão tortuoso e de difícil localização por mudar constantemente de curso. Entretanto, neste estudo, foram observadas ao Doppler espectral ondas de alta resistência na artéria localizada no cordão espermático. Quanto aos parâmetros dopplervelocimétricos, foi observado que os valores de índice de resistência e de pulsatilidade na artéria localizada no cordão espermático são maiores que nas outras localizações.



A característica resistente encontrada neste trabalho difere do que foi observado por Souza et al. (2014), os quais relataram ondas não resistentes visualizadas na região de cordão espermático e justificaram essa diferença pelo fato de que as mensurações foram realizadas na artéria testicular mais próxima da sua origem, local que representa o fluxo sanguíneo mais resistente. Isso reforça o fato de que é necessário se padronizar o local de mensuração dos parâmetros dopplervelocimétricos.

Em outro estudo em cães, o qual relacionava o fluxo da artéria testicular como parâmetro de avaliação da espermatogênese, foi possível observar que os índices de resistência e de pulsatilidade são parâmetros mais eficientes na avaliação qualitativa da espermatogênese, já que baixos valores desses índices indicam uma alta perfusão sanguínea testicular e estágios iniciais da espermatogênese são sensíveis à redução no fluxo sanguíneo, alterando-a devido a defeito energético nas mitocôndrias, o que pode justificar os animais que apresentam oligospermias ou mesmo azoospermias (Zelli et al., 2013).

Em garanhões, também foi demonstrado o curso da artéria testicular nas três localizações já citadas. Observou-se uma aplicação objetiva dessa técnica na mensuração do fluxo sanguíneo da artéria testicular nessa espécie (Pozor e McDonnell, 2004). Assim como nos cães, em garanhões, a artéria testicular foi mais bem visualizada no cordão espermático; já a artéria na localização marginalmente ao testículo em garanhões foi mais difícil de se localizar quando comparada à do cão. Também foi visto que as ondas apresentadas ao Doppler espectral mostravam padrões resistentes e bifásicos, além de ondas monofásicas, ao contrário do observado em cães. Isto se deve à orientação horizontal do eixo maior dos testículos, localizado próximo ao abdômen do animal, apresentando, portanto, o cordão espermático relativamente curto e mais tortuoso.

A avaliação da infertilidade por meio do Doppler também já foi estudada em camelídeos (Kutzler et al., 2011). Neste estudo, foi possível verificar que, quando os parâmetros são mensurados no cordão espermático, existe uma diferença entre os parâmetros VPS e VDF entre animais férteis e inférteis, o que mostra serem esses valores maiores em animais férteis. Já quando mensurados na artéria localizada marginalmente ao testículo, apenas a VPS é maior em animais férteis que em inférteis. Esses achados mostram que, naqueles animais férteis, a vascularização do órgão é mais eficaz para a realização das funções fisiológicas dos testículos. O mesmo fato foi verificado por Zelli et al. (2013), que identificaram a relação entre o fluxo sanguíneo e a qualidade seminal dos cães estudados e mostraram que esses parâmetros podem ser marcadores potenciais dessa qualidade.

Algumas limitações ainda são encontradas para o uso do Doppler na medicina veterinária. Entre eles, pode-se citar a experiência do operador na técnica e na interpretação dos achados, bem como o fato de alguns animais permanecerem inquietos durante a avaliação, não sendo possível a coleta dos dados de forma correta. A sedação, nesse caso, pode comprometer os achados, já que certos anestésicos podem afetar a vascularização e, em consequência, a dinâmica vascular dos testículos (Volta et al., 2014).

Ultrassonografia contrastada

Meios de contraste ultrassonográfico apresentam-se na forma de microbolhas inertes encapsuladas que são introduzidas intravascularmente e são altamente refletidas pelo aparelho, mostrando imagens hiperecoicas. A presença do contraste também melhora o sinal do Doppler colorido e do Doppler espectral (King, 2006).

Os meios de contraste utilizados na ultrassonografia têm sido desenvolvidos para melhorar a representação da vascularização parenquimal dos órgãos, permitindo detectar e caracterizar lesões parenquimais com maior sensibilidade e especificidade comparada às ultrassonografias bidimensional e Doppler (Lock et al., 2011). Na avaliação testicular, este recurso vem sendo utilizado para diagnóstico diferencial entre as enfermidades testiculares que exigem intervenção cirúrgica e aquelas que requerem apenas tratamento clínico (Valentino et al., 2011).

Com o advento da ultrassonografia contrastada, meios de contraste foram desenvolvidos para melhorar o desempenho da técnica. Para uma imagem satisfatória, as microbolhas de contraste devem se manter em uma concentração suficiente nos vasos durante o exame. A primeira geração de meios de contraste, como Levovist[®] e Albuminex[®], apresenta baixa estabilidade e está sendo substituída por agentes de contraste de segunda geração, como SonoVue[®], que se apresenta na forma de microbolhas insolúveis (Weskott, 2008).

Em humanos, os meios de contraste já vêm sendo utilizados para diagnóstico em doenças que acometem os testículos, quando os achados ultrassonográficos são duvidosos, o que aumenta o grau de confiabilidade no diagnóstico. Entretanto, as aplicações ainda são restritas. Schurich et al. (2009) relatam o uso potencial dessa técnica na avaliação da fertilidade, pela amplificação do eco para o Doppler colorido, sendo possível estudar a perfusão testicular.

Caretta et al. (2010) verificaram que, em homens oligospermicos, a imagem contrastada mostrou-se mais ecogênica quando comparada à dos normospermicos, o que sugere que esse achado se deva ao aumento da resistência vascular intratesticular em casos de doença testicular primária. Outra conclusão deste estudo é a de que a varicocele influencia a fertilidade por prejudicar a microvascularização intratesticular. Esse resultado revela a ultrassonografia contrastada como uma nova modalidade de diagnóstico para melhorar o conhecimento da fisiopatologia das alterações relacionadas à varicocele.



Em homens que apresentaram dor aguda escrotal, verificou-se que o meio de contraste melhora a caracterização de infarto, trauma, ruptura, massa e torção testicular, quando essas patologias não são confirmadas pelo Doppler colorido (Lobianco et al., 2011; Valentino et al., 2011). Lock et al. (2011), em estudo com meios de contraste na avaliação de massas testiculares, concluíram que é possível fazer a diferenciação clara entre tecido normal do parênquima testicular e lesões focais, quando, após a aplicação do contraste nos casos de pequenas massas intratesticulares, em que o Doppler colorido se mostra limitado, são evidenciadas lesões de alto realce.

Relatos da aplicação da ultrassonografia contrastada ainda são escassos na veterinária. Os estudos com coelhos têm mostrado basicamente a confiabilidade da técnica relacionada com a investigação da perfusão testicular (Paltiel et al., 2006). Chen et al. (2009), em estudo com coelhos apresentando torção testicular induzida, mostraram que a intensidade de *pixels* do sinal do contraste foi maior no testículo contralateral daqueles animais que apresentaram torção testicular, sendo possível o uso da técnica na avaliação de danos ao testículo contralateral à lesão.

Em estudo mais recente (Volta et al., 2014), o qual utilizou cães com anormalidades escrotais, foi possível observar que lesões neoplásicas (tumores de células intersticiais, seminomas) apresentavam um padrão de alto realce após a injeção do agente de contraste, em como imagens heterogêneas e vasos sanguíneos vistos dentro da lesão bastante proeminentes. As lesões não benignas (degenerações, atrofias, orquites) apresentavam imagens de realce leve a moderado. Isso mostra que a ultrassonografia contrastada pode ser utilizada para documentar lesões focais nos testículos, sendo possível afirmar que a visualização de imagens de alto realce pode remeter a um diagnóstico de malignidade.

Apesar das inúmeras possibilidades de utilização da ultrassonografia contrastada, ela ainda apresenta algumas limitações. Os custos altos dos meios de contraste, a necessidade de equipamento adequado para a coleta correta dos dados, além de protocolos de injeção dos meios de contraste e a demora na execução do exame, ainda são questões a serem resolvidas (O'Brien et al., 2004; Volta et al., 2014).

Considerações finais

Apesar de as ultrassonografias bidimensional e Doppler apresentarem-se como técnicas rotineiras na medicina, ainda existem aspectos a serem discutidos acerca da avaliação testicular em animais domésticos. Ao se estudar a ecogenicidade do parênquima testicular, é possível avaliar a maturidade sexual e a capacidade reprodutiva do indivíduo. Esse estudo, aliado ao da vascularização do testículo pelo Doppler, pode identificar os parâmetros dopplervelocimétricos da artéria testicular e relacionar os achados com enfermidades testiculares, a fim de se estabelecerem parâmetros de diagnóstico. Além disso, a ultrassonografia contrastada se mostra como uma ferramenta a mais no diagnóstico dessas enfermidades, o que torna boa a perspectiva de sua aplicação em animais domésticos.

Referências

- Bailey TL, Hudson RS, Powe TA, Riddell MG, Wolfe DF, Carson RL.** Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. *Theriogenology*, v.49, p.581-594, 1998.
- Biagiotti G, Cavallini G, Modenini F, Vitali G, Gianaroli L.** Spermatogenesis and spectral echo-colour Doppler traces from the main testicular artery. *BJU Int*, v.90, p.903-908, 2002.
- Budras KD, McCarthy PH, Fricke W, Richter R.** *Anatomy of the Dog*. 5.ed. London, UK: Manson, 2007. p.68-70.
- Bumin A, Kaya M, Kaya Ü, Kibar M, Alkan Z.** Gray-scale, colour and power Doppler sonography of scrotal disorders in dogs. *Rev Méd Vét*, v.158, p.128-133, 2007.
- Caretta N, Palego P, Schipillti M, Torino M, Pati M, Ferlin A, Foresta C.** Testicular contrast harmonic imaging to evaluate intratesticular perfusion alterations in patients with varicocele. *J Urol*, v.183, p.263-269, 2010.
- Carillo JD, Soler M, Lucas X, Agut A.** Colour and Pulsed Doppler ultrasonographic study of the canine testis. *Reprod Domest Anim*, v.47, p.655-659, 2012.
- Carvalho CF, Chammas MC, Cerri GG.** Princípios físicos do Doppler em ultrassonografia. *Ciênc Rural*, v.38, p.872-879, 2008.
- Chandolia RK, Honaramooz A, Omeke BC, Pierson R, Beard AP, Rawlings NC.** Assesment of development of the testes and accessory gland by ultrasonography in bull calves and associate endocrine changes. *Theriogenology*, v.48, p.119-132, 1997.
- Chen L, Zhan WW, Shen ZJ, Rui WB, Lv C, Chen M, Zhou JQ, Zhou P, Zhou M, Zhu Y.** Blood perfusion of the contralateral testis evaluation with contrast-enhanced ultrasound in rabbits with unilateral testicular torsion. *Asian J Androl*, v.11, p.253-260, 2009.
- Dogra VS, Gottlieb RH, Oka M, Rubens DJ.** Sonography of the scrotum. *Radiology*, v.227, p.18-36, 2003.



- Eilts BE, Williams DB, Moser EB.** Ultrasonic measurements of canine testes. *Theriogenology*, v.40, p.819-828, 1993.
- Foresta C, Garolla A, Bertella A, Ferlin A, Rossato M, Candiani F.** Doppler ultrasound of the testis in azoospermic subjects as a parameter of testicular function. *Hum Reprod*, v.13, p.3090-3093, 1998.
- Gábor G, Sasser RG, Kastelic JP, Mézes M, Falkay G, Bozó S, Völgyi Csík J, Bárányi I, Hidas A, Szász Jr F, Boros G.** Computer analysis of video and ultrasonographic images for evaluation of bull testes. *Theriogenology*, v.50, p.223-228, 1998.
- Gouletsou PG, Galatos AD, Leontides LS.** Comparison between ultrasonographic and caliper measurements of testicular volume in the dog. *Anim Reprod Sci*, v.108, p.1-12, 2008.
- Gumbsch P, Holzmann A, Gabler C.** Colour-coded duplex sonography of the testes os dogs. *Vet Rec*, v.151, p.140-144, 2002.
- Günzel-Apel AR, Moè Hrke C, Poulsen Nautrup C.** Colour-coded and Pulsed Doppler sonography of the canine testis, epididymis and prostate gland: physiological and pathological findings. *Reprod Domest Anim*, v.36, p.236-240, 2001.
- Hetch S.** Male Reproductive tract. In: Penninck D, D'anjou MA (Ed). *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. Montreal: Blackwell, 2008. p.417-445.
- King AM.** Development, advances and applications of diagnostic ultrasound in animals. *Vet J*, v.171, p.408-420, 2006.
- Kutzler M, Tyson R, Grimes M, Timm K.** Determination of testicular blood flow in camelids using vascular casting and color pulsed-wave Doppler ultrasonography. *Vet Med Int*, v.2011, p.1-7, 2011.
- Lobianco R, Regine R, De Siero M, Catalano O, Caiazzo C.** Contrast-enhanced sonography in blunt scrotal trauma. *J Ultrasound*, v.14, p.188-195, 2011.
- Lock G, Schmidt C, Helmich F, Stolle E, Dieckmann KP.** Early experience with contrast-enhanced ultrasound in the diagnosis of testicular masses: a feasibility study. *Urology*, v.77, p.1049-1053, 2011.
- Matton JS, Nyland TG.** Próstata e testículo. In: Nyland TG, Matton JS. *Ultrassom: diagnóstico em pequenos animais*. 4.ed. São Paulo: Rocca, 2004. p.255-271.
- O'Brien RT, Iani M, Matheson J, Delaney F, Young K.** Contrast harmonic ultrasound of spontaneous liver nodules in 32 dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, v.45, p.547-553, 2004.
- Paltiel HJ, Diamond DA, Di Canzio J, Zurakowski D, Borer JG, Atala A.** Testicular volume: comparison of orchidometer and US measurements in dogs. *Radiology*, v.222, p 114-119, 2002.
- Paltiel HJ, Kalish LA, Susaeta RA, Frauscher F, O'Kane PL, Freitas-Filho LG.** Pulse-inversion US imaging of testicular ischemia: quantitative and qualitative analyses in a rabbit model. *Radiology*, v.239, p.718-729, 2006.
- Pinggera GM, Mitterberger M, Bartsch G, Strasser H, Gradl J, Aigner F, Pallwein L, Frauscher F.** Assessment of the intratesticular resistive index by colour Doppler ultrasonography measurements as a predictor of spermatogenesis. *BJU Int*, v.101, p.722-726, 2008.
- Pozor MA, McDonnell SM.** Color Doppler ultrasound evaluation of testicular blood flow in stallions. *Theriogenology*, v.61, p.799-810, 2004.
- Schurich M, Aigner F, Frauscher F, Pallwein L.** The role of ultrasound in assessment of male fertility. *Eur J Obstet Gynecol*, v.144, suppl.1, p.192-198, 2009.
- Setchell BP, Breed WG.** Anatomy, vaculature and innervations of the male reproduction tract. In: Neill JD (Ed.). *Knobil's and Neill's Physiology of Reproduction*. New York: Elsevier, 2006. p.771-825.
- Souza MB, Barbosa, CC, Pereira, BS, Monteiro, CLB, Pinto, JN, Linhares, JCS, Silva, LDM.** Doppler velocimetric parameters of the testicular artery in healthy dogs. *Res Vet Sci*, v.96, p.533-536, 2014.
- Valentino M, Bertolotto M, Derchi L, Bertaccini A, Pavlica P, Martorana G, Barozzi L.** Role of contrast enhanced ultrasound in acute scrotal disease. *Eur Radiol*, v.21, p.1831-1840, 2011.
- Volta A, Manfredi S, Vignoli M, Russo M, England GCW, Rossi F, Bigliardi E, Di Ianni F, Parmigiani E, Bresciani C, Gnudi G.** Use of contrast-enhanced ultrasonography in chronic pathologic canine testes. *Reprod Domest Anim*, v.49, p.202-209, 2014.
- Weskott HP.** Emerging roles for contrast-enhanced ultrasound. *Clin Hemorheol Microcirc*, v.40, p.51-71, 2008.
- Wood MM, Romine LE, Lee YK, Richman KM, O'Boyle MK, Paz DA, Chu PK, Pretorius DH.** Spectral Doppler signatures waveforms in ultrasonography. *Ultrasound Q*, v.26, p.283-299, 2010.
- Zelli R, Troisi A, Elad Ngonput A, Cardinali L, Polisca A.** Evaluation of testicular artery blood flow by Doppler ultrasonography as a predictor of spermatogenesis in the dog. *Res Vet Sci*, v.95, p.632-637, 2013.