

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRA-SONOGRAFIA – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Alessandra Quaggio Augusto
José Ricardo Pachaly

AUGUSTO¹, A.Q.; PACHALY², J.R. Princípios físicos da ultra-sonografia – Revisão bibliográfica. *Arq. ciên. vet. zool.*, UNIPAR, 3(1): p. 61-65, 2000.

RESUMO: A ultra-sonografia é um método de diagnóstico por imagem não invasivo e seguro que fornece informações sobre a arquitetura interna dos órgãos em estudo. O ultra-som é caracterizado por ondas de som de alta frequência, de dois a dez MHz, que são transmitidas pelo transdutor para o interior do corpo do paciente. As ondas sonoras são absorvidas e refletidas em vários graus pelos diferentes órgãos, sendo, então, captadas novamente pelo transdutor e exibidas na tela do aparelho. A imagem do ultra-som está baseada no princípio do pulso e eco, ou seja, o som é produzido pelo transdutor em forma de pulso, e a imagem é formada pelos ecos que retornam dos tecidos para o transdutor. Cada órgão tem um padrão específico de eco baseado na sua arquitetura interna. O presente artigo tem por objetivo apresentar uma breve revisão sobre os princípios físicos da ultra-sonografia, informações sobre o aparelho, tipos de transdutores, bem como, os modos de disposição dos ecos.

PALAVRAS-CHAVE: ultra-sonografia, princípios físicos, equipamento, frequência, eco

PHYSICAL PRINCIPLES OF THE ULTRASONOGRAPHY – A REVIEW

AUGUSTO, A.Q.; PACHALY, J.R. Physical principles of the ultrasonography – A review. *Arq. ciên. vet. zool.*, UNIPAR, 3(1): p. 61-65, 2000.

SUMMARY: Ultrasonography is a safe and non-invasive diagnostic method that gives information about the internal architecture of the organs. The ultrasound is characterized by sound waves with a high frequency, ranging from two to ten MHz, that are transmitted by the transducer to the body's organs and tissues. The sound waves are attenuated in several degrees by different organs and then reflected toward the transducer and showed on the video monitor. The ultrasound imaging is based on the pulse-echo principle. It means that sound is produced by the transducer in pulses and the image is formed from the echoes which return to the transducer from the tissues after each pulse. Each organ has a specific echoic pattern that is based on its internal architecture. This article presents a brief review on ultrasound physical principles, as well as gives information about ultrasound equipment, types of transducers and modes of echo display.

KEY WORDS: ultrasonography, physical principles, equipment, frequency, echo

¹Médica Veterinária, Mestre, Professora de Diagnóstico por Imagem da Universidade Paranaense – UNIPAR - Praça Mascarenhas de Moraes, s/n – 82502-210 – Umuarama – PR – Brasil, e da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR. alequaggio@yahoo.com

²Médico Veterinário, Mestre, Doutor, Professor de Clínica Médica e Odontologia Veterinária da Universidade Paranaense – UNIPAR – Praça Mascarenhas de Moraes, s/n – 82502-210 – Umuarama – PR – Brasil. pachaly@fenixnet.com.br

PRINCÍPIOS FÍSICOS DE LA ULTRASONOGRAFÍA – REVISIÓN

AUGUSTO, A.Q.; PACHALY, J.R. Principios físicos de la ultrasonografía – Revisión. *Arq. ciên. vet. zool.*, UNIPAR, 3(1): p. 61-65, 2000.

RESUMEN: Ultrasonografía es un método seguro y no invasivo de diagnóstico, que da informaciones sobre la arquitectura interior de los órganos. El ultra-sonido es caracterizado por ondas de sonido con alta frecuencia, variando de dos a diez MHz, que son transmitidas por el transductor a los órganos y tejidos. Las ondas de sonido se atenúan en varios grados por diferentes órganos, y entonces se reflejan hacia el transductor y son mostradas en la pantalla. Las imágenes ultra-sonográficas son basadas en el principio de pulso-eco. Significa que el sonido es producido por el transductor en pulsos y la imagen se forma de los ecos que vuelven de los tejidos al transductor, después de cada pulso. Cada órgano tiene un patrón del específico de eco, que es basado en su arquitectura interior. Este artículo presenta una revisión sobre los principios físicos de la ultra-sonografía, así como da información sobre equipo, tipos de transductores y modos de presentación de los ecos.

PALABRAS-CLAVE: ultrasonografía, principios físicos, equipo, frecuencia, eco.

Introdução

Nos últimos quinze anos, a avaliação ultra-sonográfica tornou-se um procedimento de rotina na medicina veterinária. Durante muito tempo, a avaliação clínica do abdome era possível somente através de exames radiográficos e laparotomia exploratória, além do exame físico. A introdução da ultra-sonografia como meio de diagnóstico possibilitou a obtenção de informações mais acuradas, referente a tamanho, forma, arquitetura interna, ecotextura e contorno dos órgãos em estudo.

A qualidade da imagem ultra-sonográfica e sua correta interpretação dependem do conhecimento das interações entre as ondas de ultra-som e os tecidos ou órgãos, da escolha apropriada do transdutor e também da diferenciação de artefatos de técnica de alterações normais.

A avaliação ultra-sonográfica requer longo tempo de estudo e experiência. É praticamente impossível realizar uma boa interpretação somente através de observações de imagens ultra-sonográficas de livros ou através de videotape. Um dos primeiros passos para trabalhar com este tipo de exame diagnóstico é o conhecimento dos princípios físicos da ultra-sonografia, anatomia normal da espécie avaliada e conhecimento de clínica médica geral.

O aparelho

Existe uma grande variedade de aparelhos

de ultra-sonografia. Em geral, o aparelho é constituído por um monitor, onde a imagem é observada, e um ou mais transdutores onde os pulsos de ultra-som são emitidos e captados. No monitor existem controles para regular a intensidade das ondas de som captadas pelo transdutor, alterar a amplificação dos ecos de retorno e determinar a profundidade da imagem visualizada na tela. A maioria dos modelos também apresenta um teclado para anotação de dados e tem funções para obtenção de medidas (CARTEE, 1995; GREEN, 1996).

No monitor, os ecos de retorno são representados por pontos cuja profundidade depende do tempo de retorno desses ecos. Existe uma escala de cor cinza para cada ponto correspondendo à amplitude ou à força do eco de retorno. Os ecos de pouca intensidade são representados como imagens de cor negra, os de média intensidade em tons de cinza e os de alta intensidade em branco (HERRING & BJORNTON, 1989; NYLAND, MATTOON & WISNER, 1995).

Tipos de transdutores

O transdutor é o instrumento mais importante para a avaliação ultra-sonográfica. Assim, a escolha correta do tipo e frequência é essencial para uma melhor visualização da imagem. Existem vários tipos e modelos que variam de acordo com a área a ser examinada. O transdutor é caracterizado

por conter em seu interior cristais piezoelétricos. Os cristais possuem a capacidade de emitir pulsos de ultra-som, através de estímulo elétrico, em diferentes frequências de comprimento de onda. Cada cristal emite um tipo de frequência (FLEISCHER & JAMES, 1989; HERRING & BJORNTON, 1989). Alguns transdutores são multi-frequenciais, mas apenas um grupo de cristais é selecionado por vez, pela pessoa que está realizando o exame, denominada de ultra-sonografista.

Os tipos mais comuns de transdutores são linear, convexo, micro-convexo e setorial (BARR, 1990). O transdutor linear é eletrônico e composto por múltiplos cristais que são dispostos em linha, dentro da porção cranial do transdutor. A desvantagem deste transdutor é necessitar de uma grande área de contato com a pele do paciente. Os transdutores convexos e micro-convexos são variações deste tipo de transdutor com a vantagem de necessitar de uma menor área de contato com a pele (NYLAND, MATTOON & WISNER, 1995). O transdutor setorial pode conter um ou dois cristais, que são movimentados enquanto estão sob estímulo elétrico. Este movimento permite que a superfície do transdutor seja menor, possibilitando menor contato com a pele do animal. Outros tipos de transdutores como trans-retal, intra-vaginal e intra-operatório são variações dos tipos já citados anteriormente (FLEISCHER & JAMES, 1989; NYLAND, MATTOON & WISNER, 1995; GREEN, 1996).

A frequência que o transdutor emite é definida como o número de ondas de ultra-som que são repetidas por segundo. Estas repetições são denominadas ciclos. A frequência é expressa em milhões de ciclos por segundo, sendo o pequeno comprimento de onda essencial para uma boa resolução da imagem. A frequência e o comprimento de onda são inversamente proporcionais se a

velocidade média permanecer constante (Figura 1). A velocidade do som é independente da frequência e quase constante (1540 m/seg) nos tecidos moles (WELLS, 1969; BARR, 1990). Contudo, se a onda de ultra-som encontra osso ou gás ocorre uma reflexão, devido à combinação de uma mudança brusca na velocidade ou na densidade da interface tecido-osso ou tecido-gás, ocorrendo significativa redução da velocidade (HERRING & BJORNTON, 1989; CARTEE, 1995; FARROW, 1996). A profundidade com que a onda de ultra-som penetra em tecidos moles é diretamente relacionada com a frequência utilizada. Ondas de ultra-som de maior frequência são mais atenuadas que as de menor frequência. Isso significa que melhorando a resolução, com o aumento da frequência, ocorrerá uma menor penetração da onda de ultra-som. As ondas de ultra-som e os ecos de retorno são atenuados à medida que atravessam os tecidos. Quanto mais distante for a interface que reflete o eco, mais fraco será o eco de retorno (FARROW, 1992).

A frequência a ser utilizada depende da região anatômica a ser examinada, e a seleção da frequência do transdutor depende da experiência de quem está realizando o exame. Em geral, para cães de médio porte, usa-se transdutor de 5 MHz. Gatos e cães de pequeno porte normalmente necessitam de transdutor de 7,5 MHz, e cães de grande porte necessitam de transdutor de 3,5 MHz ou menos (NYLAND, MATTOON & WISNER, 1995).

A imagem ultra-sonográfica é baseada no princípio de pulso de eco. Isto significa que as ondas de ultra-som são produzidas pelo transdutor em pulsos contínuos. A imagem é formada pelos ecos, que retornam dos tecidos para o transdutor depois de cada pulso. Existe um tempo adequado para que todos os ecos retornem, antes do transdutor emitir outro pulso.

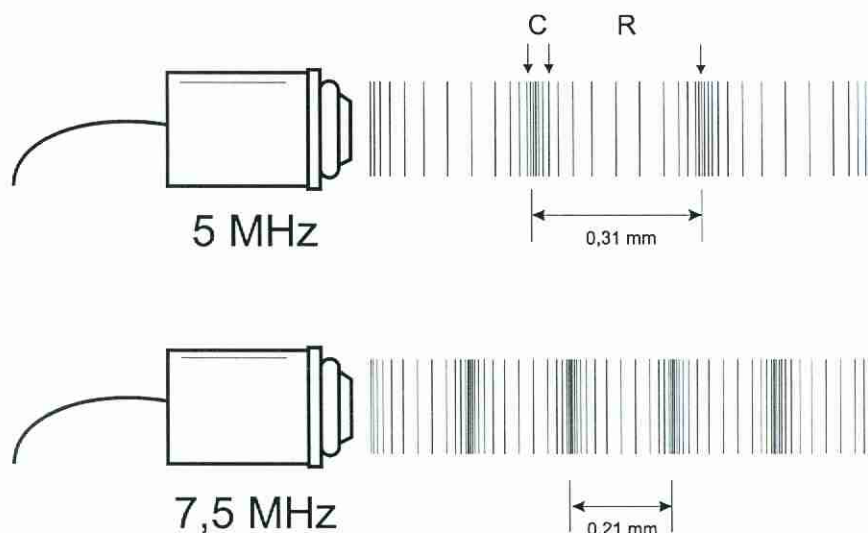


Figura 1 - Representação esquemática das ondas de ultra-som emitidas pelos transdutores de 5 e 7,5 MHz. O comprimento de onda é a distância entre duas bandas de compressão (C) ou de rarefação (R). Esta distância diminui à medida em que a frequência do transdutor aumenta.

O transdutor emite o pulso em menos de 1% do tempo de ação, sendo que nos 99% restantes aguarda e capta o retorno dos ecos (CURRY, DOWDEY & MURRY, 1990). Quando os cristais pulsam, aproximadamente dois ou três comprimentos de ondas de ultra-som são emitidos em cada pulso. Um transdutor de alta frequência emite comprimento de onda de ultra-som curto, conseqüentemente terá um pulso mais curto que o transdutor de menor frequência (HERRING & BJORNTON, 1985).

Modos de disposição dos ecos

Existem três modos de disposição dos ecos denominados A, B e M. Os modos B e M são os mais utilizados em medicina veterinária (BARR, 1990; CARTEE, 1995).

O modo A – amplitude – foi o primeiro modo inventado para a avaliação ultra-sonográfica. Dentre os três modos existentes, é o mais simples e ainda continua sendo utilizado para avaliação oftalmológica. A profundidade na qual os ecos são originados é disposta em picos,

originando uma linha vertical; e a altura dos picos representa a amplitude de retorno dos ecos. A profundidade é representada pela progressão do topo até o final da linha de base no monitor (BARR, 1990).

O modo B – brilho – utiliza múltiplas ondas de ultra-som, sendo os ecos de retorno representados como pontos no monitor. Brilho ou escala de cinza são proporcionais à amplitude do eco de retorno e a posição dos pontos corresponde à profundidade na qual o eco é originado (PARK *et al.*, 1981).

O modo M – movimento – é utilizado juntamente com o modo B para a avaliação do coração. Os ecos que retornam para o transdutor são dispostos num eixo vertical, com relação à profundidade, e num eixo horizontal, com relação ao tempo. Este modo também usa brilho e escala de cinza proporcional à amplitude do eco. A imagem resultante representa o movimento de uma estrutura ao longo de uma linha (FARROW, 1996).

A Figura 2 representa de modo esquemático os três modos, empregando como exemplo a ultra-sonografia cardíaca.

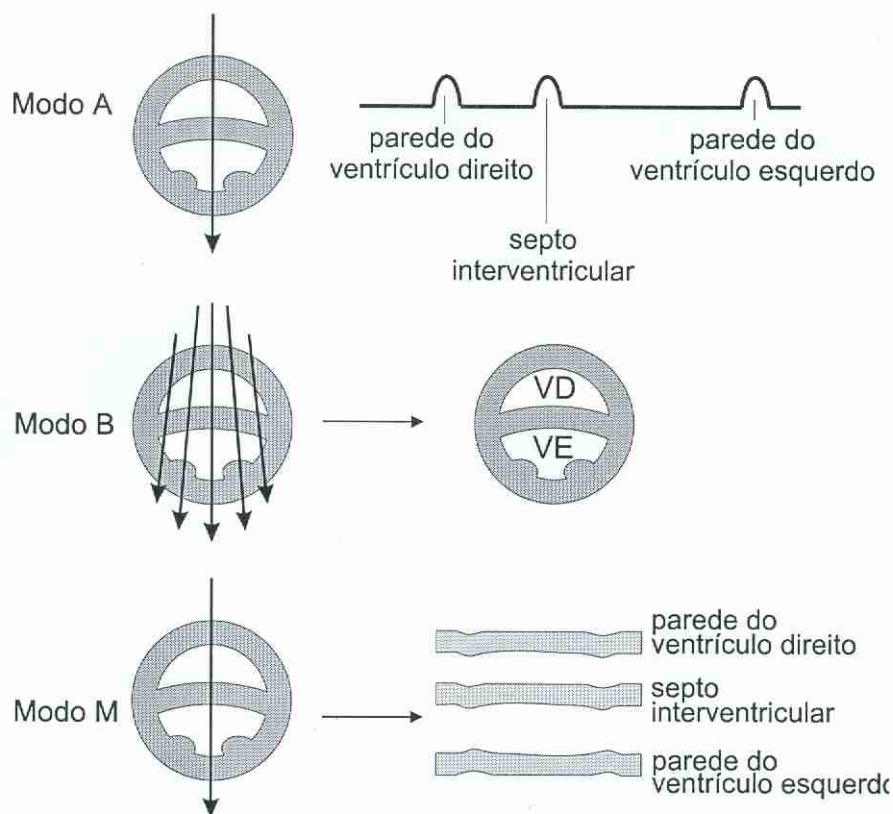


Figura 2 - Representação esquemática dos modos A, B e M de disposição dos ecos em ultra-sonografia cardíaca (Modificado de BARR, 1990). VD = ventrículo direito; VE = ventrículo esquerdo.

Comentários

É de extrema importância o conhecimento das propriedades físicas do ultra-som, desde o momento da compra do aparelho até a interpretação das imagens obtidas através da avaliação ultra-sonográfica. O tamanho do paciente e a localização do órgão em estudo influenciam a escolha do tipo de transdutor. A falta de conhecimento dessas propriedades pode levar a uma interpretação incorreta, comprometendo o diagnóstico e o tratamento de uma possível alteração ou doença.

Referências Bibliográficas

- BARR, F. Principles of diagnostic ultrasound. In: _____. *Diagnostic ultrasound in the dog and cat*. London: Blackwell Scientific Publications, 1990. p. 1-20.
- BURK, R.L.; ACKERMAN, N. The abdomen. In: _____. *Small animal radiology and ultrasonography: a diagnostic atlas and text*. 2. ed., Philadelphia: W.B. Saunders, 1996. p. 215-426.
- CARTEE, R.E. The physics of ultrasound. In: CARTEE *et al.* *Practical veterinary ultrasound*. Philadelphia: Williams & Wilkins, 1995. p. 1-8.
- CURRY, T.S.III; DOWDEY, J.E.; MURRY, R.C.Jr. *Christensen's physic of diagnostic radiology*. 4.ed., Philadelphia: Lea & Febiger, 1990. 323 p.
- FARROW, C.S. How ultrasound works. In: GREEN, R.W. *Small animal ultrasound*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996. p. 7-27.
- FARROW, C.S. Ultra talk: beginners guide to the language of ultrasound. *Veterinary radiology & ultrasound*. Raleigh, v. 33, n. 1, p. 33-31, 1992.
- FLEISCHER, A.C.; JAMES, A.E. *Diagnostic sonography: principles and clinical application*. Philadelphia: WB Saunders, 1989. 74 p.
- GREEN, R.W. The veterinary ultrasound. In: _____. *Small animal ultrasound*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996. p. 1-5.
- HERRING, D.S. Diagnostic Ultrasound. *Seminars in medicine and surgery (small animal)*. Philadelphia, v. 4, n. 1, p. 104-109, 1989.
- HERRING, D.S.; BJORNTON, G. Physics, facts, and artifacts of diagnostic ultrasound. *The veterinary clinics of North America: small animal practice*. Philadelphia: W.B. Saunders, v. 15, p. 1107-1122, 1985.
- HERRING, D.S.; BJORNTON, G. Physics, facts, and artifacts of diagnostic ultrasound. *Seminars in medicine and surgery (small animal)*. Philadelphia, v. 4, n. 1, p. 2-12, 1989.
- NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. WISNER, E.R. Physical principles, instrumentation, and safety of diagnostic ultrasound. In: NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. *Veterinary diagnostic ultrasound*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1995. p. 3-18.
- PARK, R.D. *et al.* B-mode gray-scale ultrasound: imaging artifacts and interpretation principles. *Veterinary radiology*. Raleigh, v. 22, p. 204-210, 1981.
- WELLS, P.N.T. *The physical principles of ultrasonic diagnosis*. London: Academic Press, 1969. 38 p.

Recebido para publicação em 30/12/99.
Received for publication 30 December 1999.
Recebido para publicación en 30/12/99