

APLICAÇÃO DA ELASTOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO DAS DOENÇAS HEPÁTICAS NA MEDICINA VETERINÁRIA – REVISÃO DE LITERATURA

Autores: Karoline Abreu Inacio, Alexandre Rodrigues Teodoro da Costa; Afonso Cassa Reis, Jéssica de Crasto Souza Carvalho Reis.

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Departamento de Medicina Veterinária, Alto Universitário, S/N, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, karolineabreuinacio@gmail.com, alexandrecostartc@gmail.com, afonso.reis@ufes.br, jessicacrasto22@gmail.com

Resumo

A elastografia é uma técnica de imagem que avalia as propriedades mecânicas dos tecidos, como a elasticidade, por meio da análise da propagação de ondas de cisalhamento. Na medicina veterinária, especialmente em hepatologia, essa ferramenta tem se destacado por possibilitar a detecção precoce de alterações no fígado, como fibrose, antes mesmo de modificações morfológicas visíveis ao ultrassom convencional. O artigo apresenta uma revisão de literatura sobre a aplicação da elastografia no diagnóstico de doenças hepáticas, abordando as principais modalidades disponíveis: elastografia transitória (TE), elastografia de onda de cisalhamento gerada por pulso (p-SWE) e elastografia bidimensional de onda de cisalhamento (2D-SWE). Cada técnica é discutida quanto aos seus princípios físicos, funcionamento, vantagens, limitações e aplicabilidade clínica. A revisão reforça a relevância da elastografia como método complementar de diagnóstico por imagem, destacando seu potencial para aprimorar o monitoramento e a avaliação da gravidade de enfermidades hepáticas em cães e gatos.

Palavras-chave: Ultrassom. Fígado. Elastografia.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde – Medicina Veterinária

Introdução

O fígado desempenha um papel fundamental no metabolismo corporal, participando do metabolismo de carboidratos, hormônios e bilirrubina, além de ser responsável pela síntese de colesterol, lipídeos, proteínas, fatores de coagulação e pela degradação de substâncias ingeridas (Araújo e Nascimento, 2025). Diversas alterações patológicas podem acometer o fígado e, quando comprometem suas funções, caracterizam um quadro de insuficiência hepática. Essa condição pode levar ao surgimento de sinais clínicos como ascite, hemorragias, icterícia e alterações neurológicas (Webster *et al.*, 2019).

As doenças hepáticas em cães possuem múltiplas etiologias, sendo necessária uma avaliação clínica minuciosa para determinar tanto a causa quanto o grau de comprometimento do órgão. Dependendo do estágio da lesão, o animal pode desenvolver insuficiência hepática, comprometendo progressivamente o funcionamento de seu organismo (Webster *et al.*, 2019).

O diagnóstico dessas doenças ainda representa um desafio na medicina veterinária, uma vez que os sinais clínicos mais específicos geralmente só se manifestam em fases avançadas, quando o fígado já se encontra com elevado grau de comprometimento funcional (Center, 1992; Boisclair *et al.*, 2001; Bunch, 2001). No entanto, mesmo antes da manifestação de sinais clínicos evidentes, as doenças hepáticas podem promover alterações na conformação e na hemodinâmica do órgão, as quais podem ser detectadas por meio de exames de imagem. Nesse sentido, os métodos de diagnóstico por imagem tornam-se essenciais, pois permitem a avaliação não invasiva dessas alterações estruturais e funcionais do fígado (Webster *et al.*, 2019).

Entre os métodos de diagnóstico por imagem, destaca-se o exame ultrassonográfico, que avalia as propriedades acústicas dos tecidos. Contudo, muitas alterações hepáticas podem não ser detectadas pelo ultrassom convencional. Diante disso, a associação do ultrassom à elastografia torna-se relevante, visto que as alterações hepáticas iniciais, mesmo antes de comprometerem a

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

morfologia do órgão, já são capazes de modificar suas características mecânicas. A elastografia, portanto, contribui ao fornecer informações complementares sobre as propriedades mecânicas dos tecidos, aumentando a sensibilidade diagnóstica frente às alterações precoces do parênquima hepático (Oliveira *et al.*, 2024).

Nesse contexto, esta revisão de literatura tem como objetivo reunir e analisar as evidências disponíveis sobre a aplicação da elastografia no diagnóstico das doenças hepáticas na medicina veterinária, com ênfase em sua utilidade na detecção de alterações estruturais e mecânicas do parênquima hepático.

Metodologia

Este trabalho trata-se de uma revisão de literatura sobre o uso da elastografia no diagnóstico de doenças hepáticas em animais. Foram consultados artigos científicos publicados entre 2001 e 2025, em bases de dados como PubMed e SciELO, utilizando os descritores “elastografia”, “doenças hepáticas”, “medicina veterinária”, “cães” e “gatos”. Foram incluídos artigos em português e inglês que abordassem a aplicação da elastografia, suas diferentes modalidades, vantagens, limitações e aplicabilidade clínica, priorizando publicações recentes e de relevância na prática veterinária.

Resultados

Os artigos foram analisados, evidenciando diferentes abordagens da elastografia na avaliação de doenças hepáticas. Para facilitar a visualização dos trabalhos selecionados, a Tabela 1 reúne as informações principais de cada estudo, permitindo comparar seus objetivos e contribuições.

Tabela 1 – Artigos analisados na revisão de literatura

Título	Ano	Periódico	Autoria
Ultrasound elastography in dogs: Physical principles and application in intestinal evaluation	2024	Veterinary World	Oliveira et al.
Liver fibrosis assessment: MR and US elastography	2022	Springer Nature	Ozturk
Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications	2017	Theranostics	Sigrist
Diagnostic problems in two-dimensional shear wave elastography of the liver	2020	World Journal of Radiology	Naganuma

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Discussão

A elastografia é uma técnica para determinação da elasticidade de meios materiais utilizando os conceitos de propagação de ondas de cisalhamento, sendo baseada nos princípios físicos relacionados a força de compressão, tração, tensão ou elasticidade, ou seja, as propriedades mecânicas de um tecido. Em tecidos vivos as tensões aplicadas ao meio são aproximadamente proporcionais às deformações, essa razão de proporcionalidade é chamada de módulo de elasticidade ou módulo Young (Oliveira *et al.*, 2024).

Em hepatologia, a elastografia permite quantificar a fibrose hepática medindo a velocidade de propagação das ondas de cisalhamento no fígado. Neste contexto, à medida que a fibrose progride, o tecido do fígado tende a se enrijecer (ou seja, diminuir sua elasticidade) fazendo com que as ondas tendam a se propagar mais rapidamente. Dessa maneira, com base na velocidade de propagação da onda de cisalhamento, é possível determinar o grau de rigidez do órgão (Ozturk, 2022). Atualmente existem, comercialmente, diferentes tipos de equipamento que empregam diferentes técnicas de

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

elastografia, sendo as principais: elastografia transitória, elastografia de onda de cisalhamento gerada por pulso e elastografia bidimensional (Sigrist, 2017).

A elastografia, como método diagnóstico, apresenta diferentes modalidades desenvolvidas para atender a diversas necessidades clínicas e aprimorar a avaliação das propriedades mecânicas dos tecidos. Entre as principais técnicas utilizadas, destacam-se a elastografia transitória (TE), a elastografia de onda de cisalhamento gerada por pulso (p-SWE) e a elastografia bidimensional de onda de cisalhamento (2D-SWE). Cada uma dessas modalidades se diferencia pelos princípios físicos aplicados, forma de geração do estímulo, profundidade de análise, resolução e nível de detalhamento das informações obtidas. A seguir, serão apresentadas individualmente, com foco em suas particularidades, vantagens, limitações e aplicabilidade na prática veterinária, especialmente no diagnóstico das alterações hepáticas (Sigrist et al., 2017; Ozturk et al., 2022).

Na elastografia transitória, o aparelho é formado por um computador integrado a um sistema de controle e aquisição de dados, um vibrador mecânico (*shaker*) e um transdutor de ultrassom. Nessa técnica, o transdutor é acoplado à extremidade do pistão do vibrador mecânico. O oscilador movimentando esse pistão, que gera ondas mecânicas longitudinais no corpo do paciente. Essas ondas se propagam na mesma direção do movimento do pistão. A partir delas, são induzidas ondas de cisalhamento no fígado, que se espalham de forma perpendicular à direção do pistão. O transdutor de ultrassom acompanha a propagação dessas ondas de cisalhamento dentro do fígado. Com base nesse monitoramento, torna-se possível calcular a velocidade das ondas e, a partir disso, estimar o módulo de Young do tecido analisado (Sigrist, 2017).

A elastografia de onda de cisalhamento gerada por pulso (p-SWE) se diferencia da técnica TE principalmente pela forma como o estímulo vibratório é produzido. Enquanto na TE esse estímulo vem de um vibrador mecânico, no p-SWE ele é gerado por pulsos acústicos. Nesse método, as ondas de cisalhamento se propagam com velocidades entre 1 e 10 m/s, sendo rapidamente atenuadas pelo tecido hepático. O transdutor de ultrassom acompanha superfícies planas do fígado em formato retangular, geralmente com cerca de 10 mm por 5 mm, resultando em uma área de amostragem de aproximadamente 50 mm². A profundidade da avaliação pode ser ajustada pelo operador, chegando a até 8 cm abaixo da pele, o que torna possível examinar pacientes obesos sem necessidade de trocar a sonda, diferentemente do que ocorre na TE (Oliveira et al., 2024).

Outro ponto positivo do p-SWE é que ele está acoplado a equipamentos de ultrassom convencionais, permitindo que, além da medida da elasticidade, o operador avalie também a morfologia do fígado em tempo real. Isso possibilita selecionar a melhor região para análise, evitando vasos ou outras estruturas que possam comprometer o exame. Além disso, a técnica permite distinguir áreas mais rígidas daquelas preservadas por meio de escalas de cinza ou de cores, oferecendo uma avaliação mais detalhada do fígado em comparação à TE. Contudo, essas funções adicionais trazem maior complexidade ao exame, tornando a experiência e o treinamento do operador fatores determinantes para a qualidade do resultado (Oliveira et al., 2024).

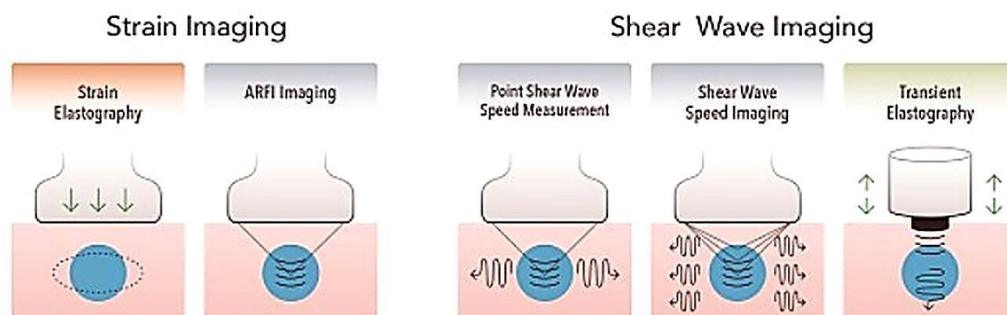
Na elastografia bidimensional de onda de cisalhamento (2D-SWE), os estímulos responsáveis por gerar as ondas de cisalhamento também são induzidos por pulsos ultrassônicos. A diferença em relação ao p-SWE é que, na 2D-SWE, diversas medidas podem ser realizadas de forma simultânea em uma área maior do tecido, produzindo imagens bidimensionais em tempo real, com campo de análise mais amplo. Isso é possível porque a região de foco dos pulsos ARFI pode ser deslocada ao longo do eixo acústico em velocidade superior à de propagação das ondas de cisalhamento, o que permite gerar ondas quase simultaneamente em diferentes profundidades (Naganuma et al., 2020).

O transdutor ultrassônico registra a propagação dessas ondas em várias camadas e transforma essas informações em uma imagem bidimensional que mostra a rigidez elástica do fígado. Normalmente, o equipamento apresenta imagens de ultrassom com mapas coloridos sobrepostos, indicando os valores de elasticidade (em kPa) ou a velocidade das ondas de cisalhamento (em m/s). Além disso, o software interno do aparelho calcula os valores médios de rigidez da região analisada, oferecendo uma avaliação quantitativa e qualitativa mais completa (Naganuma et al., 2020).

A imagem abaixo apresenta um esquema comparativo das principais técnicas de elastografia utilizadas na prática clínica, divididas entre métodos baseados em deformação (Strain Imaging) e em ondas de cisalhamento (Shear Wave Imaging). Cada técnica é representada com seu princípio de funcionamento.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Figura 1 - Comparação entre técnicas de elastografia utilizadas na prática clínica.



Fonte: Sigrist (2017).

Conclusão

A elastografia representa um avanço significativo no diagnóstico por imagem de doenças hepáticas na medicina veterinária, permitindo a avaliação quantitativa e qualitativa da rigidez tecidual de forma não invasiva. Ao complementar o ultrassom convencional, essa técnica contribui para a detecção precoce de alterações hepáticas e para o acompanhamento da evolução das doenças, oferecendo suporte essencial à tomada de decisão clínica. A incorporação das diferentes modalidades de elastografia na rotina veterinária tem potencial para aprimorar o diagnóstico, o prognóstico e o manejo terapêutico de pacientes.

Referências

- ARAÚJO, Y. C. R.; NASCIMENTO, M. M. L. Critérios e indicações para o transplante hepático: uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Transplantation**, v. 28, p. e2025, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjt/a/dntLRKLPEBXqrNt8yNzvB9p/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2025.
- BOISCLAIR, J. et al. Characterization of the inflammatory infiltrate in canine chronic hepatitis. **Veterinary Pathology**, v. 38, n. 6, p. 628-635, 2001. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1354/vp.38-6-628>. Acesso em: 25 ago. 2025.
- BUNCH, S. E. Distúrbios hepatobiliares e pancreáticos exócrinos. In: NELSON, R. W.; COUTO, C. G. **Medicina interna de pequenos animais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2001. p. 377-451.
- CENTER, S. A. Fisiopatologia e diagnóstico laboratorial das moléstias hepáticas. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. (org.). **Tratado de medicina interna veterinária: moléstias do cão e do gato**. São Paulo: Manole, 1992. p. 1487-1546.
- NAGANUMA, H. et al. Diagnostic problems in two-dimensional shear wave elastography of the liver. **World Journal of Radiology**, v. 12, n. 5, p. 76, 2020. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7288776/>. Acesso em: 29 ago. 2025.
- OLIVEIRA, I. M. et al. Ultrasound elastography in dogs: physical principles and application in intestinal evaluation. **Veterinary World**, v. 17, n. 12, p. 2985, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11784064/>. Acesso em: 25 ago. 2025.
- OZTURK, A. et al. Liver fibrosis assessment: MR and US elastography. **Abdominal Radiology**, v. 47, n. 9, p. 3037-3050, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00261-021-03269-4>. Acesso em: 25 ago. 2025.
- SIGRIST, R. M. S. et al. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. **Theranostics**, v. 7, n. 5, p. 1303, 2017. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5399595/>. Acesso em: 27 ago. 2025.
- WEBSTER, C. R. L. et al. ACVIM consensus statement on the diagnosis and treatment of chronic hepatitis in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 33, n. 3, p. 1173-1200, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jvim.15467>. Acesso em: 25 ago. 2025.