

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA EM AVES – REVISÃO DE LITERATURA

**Thiago Queiroz Pereira, Igor Cezar Kniphoff da Cruz, Juliano Izidoro da Silva²,
Rafael Otaviano do Rego, Maria Aparecida da Silva.**

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Guararema, Campus de Alegre - 29500-000 – Alegre - ES, Brasil, thiagoqueirozmedvet@gmail.com, igor.cruz@ufes.br, rafael.rego@ufes.br, mvmariaaparecida@gmail.com.

²Centro Universitário Espírito-Santense/FAESA, e-mail: juliano@simvetimagem.com.br

Resumo

A ressonância magnética, apesar de ser pouco utilizada na clínica médica de aves, tem um grande potencial diagnóstico em vista da grande quantidade de alterações que podem ser diagnosticadas, entretanto, sua principal utilização ainda é voltada para a pesquisa científica, buscando conhecimentos anatômicos, comportamentais e de desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi levantar dados literários sobre o exame de ressonância magnética e sua aplicabilidade em aves. O estudo foi realizado por meio de buscas e seleção de materiais que tratassem do assunto ressonância magnética em aves com no máximo dez anos de publicação. As buscas foram realizadas em bases de dados científicos, como PUBMED (PubMed Central®), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Scholar, sendo inclusas 18 publicações ao total. Com este levantamento, foi possível identificar a aplicabilidade da técnica em aves bem como sua importância diagnóstica.

Palavras-chave: RMI. Pássaros. Imagens. Diagnóstico.

Área do Conhecimento: Ciências da saúde – Medicina Veterinária

Introdução

A ressonância magnética, em medicina veterinária, ainda é considerada nova e pouco disponível na clínica de aves, portanto, tem sido utilizada com maior frequência em estudos científicos. As imagens são obtidas em cortes multiplanares, com diferentes ponderações e alto contraste tecidual, sendo a principal vantagem da técnica permitir avaliação detalhada de diferentes tipos de tecidos do corpo (STANČZYK *et al.*, 2018; KELSEY; SCHMALJOHANN; BAIRLEIN, 2019).

Alguns fatores limitantes incluem os custos, longo tempo de duração do exame (necessitando anestesia dos pacientes), a baixa resolução dos sistemas atualmente disponíveis para animais de pequeno porte e a escassez de material de referência. Deve-se lembrar, ainda, que pacientes com implantes metálicos não podem adentrar à sala de exames, sendo inviável para grande quantidade de pássaros anilhados (KRAUTWALD-JUNGHANNS; KONICEK, 2020; ABRAHAM *et al.*, 2023).

Por se tratar de uma técnica recente e ainda pouco utilizada na clínica de aves, o objetivo dessa revisão é elucidar a aplicabilidade da técnica para estudo nessa Classe de animais e contribuir para a atualização de médicos veterinários.

Metodologia

O trabalho consistiu em uma revisão de literatura a respeito da utilização e avanços da técnica de ressonância magnética em aves. Para realizar as buscas, foram utilizados termos em português (brasileiro) e inglês (americano e britânico). Os termos buscados foram utilizados separadamente e em conjunto, sendo eles: ressonância magnética em aves; ressonância magnética em pássaros; resonance magnetic in birds; resonance magnetic in avians; MRI in birds; e MRI in avians.

Não foram colocados impedimentos quanto ao idioma do material selecionado, porém foram incluídas somente estudos publicados nos últimos dez anos (2014 a 2023). Os trabalhos foram encontrados em bases de dados científicos, como PUBMED (PubMed Central®), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Scholar.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Resultados

O material selecionado foi tabulado (Quadro 1) e organizado em ordem cronológica crescente dos documentos utilizados referentes ao período estabelecido.

Quadro 1 – Organização, em ordem cronológica crescente, dos documentos (artigos/capítulo de livro) selecionados para confecção do estudo de ressonância magnética em aves.

Autoria (Ano)	Periódico	Título da obra
Delk et al. (2014)	<i>Journal of Avian Medicine and Surgery</i>	<i>Diagnostic imaging of peripheral vestibular disease in a Chinese goose (Anser cygnoides)</i>
Wernick et al. (2014)	<i>Journal of Avian Medicine and Surgery</i>	<i>Peripheral nerve sheath tumor in a subadult golden eagle (Aquila chrysaetos)</i>
Baine et al. (2014)	<i>Journal of Avian Medicine and Surgery</i>	<i>Branchial cyst with carcinoma in an umbrella cockatoo (Cacatua alba)</i>
Blasco et al. (2014)	<i>Journal of Avian Medicine and Surgery</i>	<i>Immunohistochemical study of aquaporins in an African grey parrot (Psittacus erithacus) with hydrocephalus</i>
Grosset et al. (2014)	<i>Journal of Avian Medicine and Surgery</i>	<i>Central vestibular disease in a blue and gold macaw (Ara ararauna) with cerebral infarction and hemorrhage</i>
Shojaei et al. (2014)	<i>Anatomical Sciences Journal</i>	<i>Morphologic evaluation of the fertilized and unfertilized ostrich egg during the early stages of development (MRI analysis)</i>
Jirak, Janacek e Kear (2015)	<i>Scientific reports</i>	<i>A combined MR and CT study for precise quantitative analysis of the avian brain</i>
Fischer e Lierz (2015)	<i>Journal of Exotic Pet Medicine</i>	<i>Diagnostic procedures and available techniques for the diagnosis of Aspergillosis in birds</i>
Groof et al. (2016)	<i>Brain Structure and Function</i>	<i>A three-dimensional digital atlas of the starling brain</i>
Lindner et al. (2017)	<i>Scientific reports</i>	<i>Morphologic and biometric evaluation of chick embryo eyes in ovo using 7 Tesla MRI</i>
Stańczyk et al. (2018)	<i>Veterinary Radiology and Ultrasound</i>	<i>3.0 Tesla magnetic resonance imaging anatomy of the central nervous system, eye, and inner ear in birds of prey</i>
Kelsey, Schmaljohann e Bairlein (2019)	<i>Ringling and Migration</i>	<i>A handy way to estimate lean body mass and fuel load from wing length: a quantitative approach using magnetic resonance data</i>
Krautwald-Junghanns e Konicek (2020)	<i>Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice</i>	<i>Diagnostic imaging of the avian urinary tract</i>
Vergneau-Grosset e Beaufrère (2021)	<i>Exotic animal emergency and critical care medicine</i>	<i>Diagnostic Imaging</i>

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Autor(es)/Ano	Periódico	Título da obra
Orije e Van Der Linden (2022)	<i>Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology</i>	<i>A brain for all seasons: An in vivo MRI perspective on songbirds</i>
Yebga Hot et al. (2022)	<i>Brain Structure and Function</i>	<i>A novel male Japanese quail structural connectivity atlas using ultra-high field diffusion MRI at 11.7 T</i>
Abraham et al. (2023)	<i>Anatomia, Histologia, Embryologia</i>	<i>Computed tomographic and magnetic resonance imaging anatomy of the coelomic cavity in market-age commercial Pekin Ducks (Anas platyrhynchos domesticus)</i>
Streckenbach et al. (2023)	<i>Anatomia, Histologia, Embryologia</i>	<i>MR microscopy of the developing upper extremity of the chicken in ovo using 7 Tesla MRI</i>

Fonte: Os autores.

Foram selecionados 18 documentos, que abordam o tema ressonância magnética em aves, dos quais 17 são artigos científicos e um capítulo de livro, que se encontra entre os seis materiais publicados nos últimos três anos. Os documentos estão concentrados em 11 periódicos diferentes, onde o periódico que mais se repetiu foi o *Journal of Avian Medicine and Surgery*, com cinco documentos. Também houve repetição dos periódicos *Anatomia, Histologia, Embryologia*, *Brain Structure and Function* e *Scientific reports*, com dois documentos em cada.

Discussão

O uso de tecnologias para obtenção de imagens em cortes transversais, apesar de ainda pouco disponível na rotina veterinária, especialmente em medicina aviária, tem ganhado espaço principalmente em estudos científicos anatômicos, comportamentais e de desenvolvimento (KELSEY; SCHMALJOHANN; BAIRLEIN, 2019). Aves apresentam grande sobreposição de estruturas e órgãos, dificultando a avaliação através de exames convencionais, logo, a ressonância magnética possui capacidade superior, uma vez que fornece maior resolução de contraste e elimina a sobreposição de estruturas, devido aquisição de imagens em diferentes planos, sendo então a modalidade de imagem de escolha para avaliação de patologias envolvendo o sistema nervoso, por exemplo (GROSSET et al., 2014; JIRAK; JANACEK; KEAR, 2015; STANCZYK et al., 2018).

Os sistemas de ressonância utilizam ímãs eletrônicos e sinais de radiofrequência para produzir imagens transversais através de um forte campo magnético que interage com prótons de hidrogênio, que emitem respostas captadas por receptores e são transformadas através de um sistema computacional em uma imagem diagnóstica útil (VERGNEAU-GROSSET, C.; BEAUFRÈRE, 2021).

Qualquer movimento do paciente altera a qualidade da imagem, logo, grande parcela animais submetidos a esse exame precisam ser anestesiados, levando em conta o tempo prolongado de exame. Desta forma, há um entrave na avaliação de animais críticos, para os quais a anestesia seja contraindicada (FISCHER; LIERZ, 2015). Outro impedimento para o exame é quando implantes ou corpos estranhos metálicos estão presentes, pois o forte campo eletromagnético do equipamento pode interagir com esses objetos. Ainda, limitações como pouco acesso a equipamentos, sendo mais encontrados em grandes centros de imagem e instituições de pesquisa (KRAUTWALD-JUNGHANNS; KONICEK, 2020).

A técnica permite caracterização detalhada dos diferentes tipos de tecidos moles do corpo, sendo atualmente a modalidade de imagem mais avançada para o diagnóstico de pequenas alterações estruturais ou funcionais. Tem sido utilizada na avaliação de diversas partes do sistema nervoso, olhos, órbitas, seios infraorbitários, fígado, baço, trato gastrointestinal e urogenital (BAINE et al., 2014; KRAUTWALD-JUNGHANNS; KONICEK, 2020; VERGNEAU-GROSSET; BEAUFRÈRE, 2021; ABRAHAM et al., 2023). Também há relatos de sua utilização em estudos de neurociências, como para

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

avaliação do cerebral no comportamento do canto em pássaros canoros e sua correlação com variações sazonais e níveis de hormônios plasmáticos (ORIJE; VAN DER LINDEN, 2022).

A possibilidade de avaliar estruturas a partir de uma imagem 3D facilita a compreensão da anatomia. Groof *et al.* (2016) elaboraram, a partir de imagens por ressonância magnética, um atlas 3D do cérebro de estorninhos. Sua aplicação no diagnóstico de patologias do sistema nervoso, como encefalite viral, doença vestibular, hidrocefalia, acidente vascular cerebral isquêmico, trauma da medula espinhal e tumor de bainha do nervo periférico foram documentados (BLASCO *et al.*, 2014; DELK *et al.*, 2014; GROSSET *et al.*, 2014; WERNICK *et al.*, 2014).

Outros atlas foram criados a partir deste exame, como o da cavidade celomática em patos Pekin comerciais (ABRAHAM *et al.*, 2023) e o de conectividade estrutural do cérebro de codornas japonesas, através da técnica de ressonância magnética de difusão (YEBGA HOT *et al.*, 2022).

Baine *et al.* (2014) relataram uma lesão infraorbital em *Cacatua alba* e afirmam que o exame de ressonância magnética deve ser realizado antes da excisão cirúrgica tumoral, pois auxilia na determinação da origem e da anatomia topográfica da lesão, facilitando o planejamento cirúrgico para remoção completa da área afetada. Imagens de ressonância magnética em aves também demonstraram acúmulo de material caseoso no osso quadrado de um ganso chinês, sugerindo, juntamente com outros achados, otite média e interna (DELK *et al.*, 2014).

Em aves com aspergilose, o exame permitiu diagnosticar com precisão a extensão e posição das lesões, além de ser eficaz na avaliação do seio infraorbital desses animais, o que de acordo com Fischer e Lierz (2015) pode ser benéfico para acompanhamento da terapia antifúngica.

Embrões são sacrificados ainda no ovo para estudos histológicos, entretanto, a avaliação morfológica, através de ressonância magnética de campo ultra alto, permite verificar o desenvolvimento embrionário *in vivo* de um mesmo embrião ao longo do tempo (SHOJAEI *et al.*, 2014; LINDNER *et al.*, 2017; STRECKENBACH *et al.*, 2023).

Diversos estudos têm sido conduzidos, principalmente em frangos. Lindner *et al.* (2017) estudaram, durante sete dias de incubação, a formação e biometria dos olhos de embriões de galinhas, confirmando a excelência da técnica na obtenção de imagens não invasivas de embriões, corroborando com o estudo de Shojaei *et al.* (2014), que avaliaram comparativamente ovos de avestruz fertilizados e não fertilizados durante 18 dias, permitindo a visualização de estruturas como olhos e saco amniótico.

Outro estudo ainda mais recente sobre anatomia e embriogênese foi realizado por Streckenbach *et al.* (2023), avaliando o desenvolvimento das asas. No referido estudo, o embrião foi identificado a partir do quinto dia de desenvolvimento, com a primeira condrificação das asas no sétimo dia e a diferenciação entre úmero e rádio no nono dia, possibilitando ainda a diferenciação entre osso cortical e medular.

Conclusão

A ressonância magnética tem se mostrado uma ferramenta valiosa na pesquisa e diagnóstico em aves, permitindo um entendimento mais aprofundado da anatomia, fisiologia e patologia desses animais. Espera-se que com o desenvolvimento contínuo de novas técnicas e equipamentos, sua aplicabilidade continue a avançar, proporcionando melhor compreensão de suas características únicas, contribuindo para a conservação e cuidados veterinários.

Referências

ABRAHAM, M. E. *et al.* Computed tomographic and magnetic resonance imaging anatomy of the coelomic cavity in market-age commercial Pekin Ducks (*Anas platyrhynchos domesticus*). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 00, p. 1-19, 2023.

BAINE, K. *et al.* Branchial cyst with carcinoma in an umbrella cockatoo (*Cacatua alba*). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 28, n. 3, p. 232-239, 2014.

BLASCO, E. *et al.* Immunohistochemical study of aquaporins in an African grey parrot (*Psittacus erithacus*) with hydrocephalus. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 28, n. 4, p. 309-315, 2014.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

DELK, K. W. *et al.* Diagnostic imaging of peripheral vestibular disease in a Chinese goose (*Anser cygnoides*). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 38, n. 1, p. 31-37, 2014.

FISCHER, D.; LIERZ, M. Diagnostic procedures and available techniques for the diagnosis of aspergillosis in birds. **Journal of Exotic Pet Medicine**, v. 24, n. 3, p. 283-295, 2015.

GROOF, G. *et al.* A three-dimensional digital atlas of the starling brain. **Brain Structure and Function**, v. 221, p. 1899-1909, 2016.

GROSSET, C. *et al.* Central vestibular disease in a blue and gold macaw (*Ara ararauna*) with cerebral infarction and hemorrhage. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 28, n. 2, p. 132-142, 2014.

JIRAK, D.; JANACEK, J.; KEAR, B. P. A combined MR and CT study for precise quantitative analysis of the avian brain. **Scientific Reports**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2015.

KELSEY, N. A.; SCHMALJOHANN, H.; BAIRLEIN, F. A handy way to estimate lean body mass and fuel load from wing length: a quantitative approach using magnetic resonance data. **Ringling & Migration**, v. 34, n. 1, p. 8-24, 2019.

KRAUTWALD-JUNGHANNS, M-E.; KONICEK, C. Diagnostic imaging of the avian urinary tract. **Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice**, v. 23, n. 1, p. 59-74, 2020.

LINDNER, T. *et al.* Morphologic and biometric evaluation of chick embryo eyes in ovo using 7 Tesla MRI. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2017.

ORIJE, J. E. M. J.; VAN DER LINDEN, A. A brain for all seasons: an in vivo MRI perspective on songbirds. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology**, v. 337, n. 9-10, p. 967-984, 2022.

SHOJAEI, B. *et al.* Morphologic evaluation of the fertilized and unfertilized ostrich egg during the early stages of development (MRI analysis). **Anatomical Sciences Journal**, v. 11, n. 4, p. 169-174, 2014.

STAŃCZYK, E. K. *et al.* 3.0 Tesla magnetic resonance imaging anatomy of the central nervous system, eye, and inner ear in birds of prey. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 59, n. 6, p. 705-714, 2018.

STRECKENBACH, F. *et al.* MR microscopy of the developing upper extremity of the chicken in ovo using 7 Tesla MRI. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 52, n. 3, p. 356-362, 2023.

VERGNEAU-GROSSET, C.; BEAUFRÈRE, H. Diagnostic imaging. In: GRAHAM, J. E.; DOSS, G. A.; BEAUFRÈRE, H. **Exotic animal emergency and critical care medicine**. 1. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2021. p. 534-562.

WERNICK, M. B. *et al.* Peripheral nerve sheath tumor in a subadult golden eagle (*Aquila chrysaetos*). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 28, n. 1, p. 57-63, 2014.

YEBGA HOT, R. *et al.* A novel male japanese quail structural connectivity atlas using ultra-high field diffusion MRI at 11.7 T. **Brain Structure and Function**, v. 227, n. 5, p. 1577-1597, 2022.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro por meio do Edital FAPES Nº 03/2023 Bolsa Pesquisador Capixaba – BPC, Processo E-docs 2022-71JG6.