

PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS DE MEDICINA NUCLEAR APLICADOS EM VETERINÁRIA

Jéssica Leite Fogaça¹, Michel de Campos Vettorato¹, Ariane Dantas², Marco Antonio Rodrigues Fernandes³, Vânia Maria de Vasconcelos Machado⁴, Sergio A. Lopes de Souza⁵

¹ Aluno de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP de Botucatu)

² Doutora em Biotecnologia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP de Botucatu). dantas.vet@gmail.com

³ Docente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu e da Faculdade de Medicina da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP de Botucatu)

⁴ Docente da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP de Botucatu)

⁵ Docente da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

1 INTRODUÇÃO

A medicina nuclear é uma prática médica que permite analisar o estado fisiológico ou fisiopatológico do sistema em estudo por meio da administração de um radiofármaco cuja composição é dada por um material radioativo (radionuclídeo) combinado com moléculas químicas (fármacos) que possuem propriedades de depositar em órgãos e tecidos de interesse (DIAS, 2009; ZIESSMAN *et al.*, 2015).

Em 1943, a medicina nuclear teve início por meio da descoberta do marcador radioativo por Georg de Hevesy. Esta prática médica é realizada de forma segura e indolor, em que os radiofármacos são administrados nos pacientes, fixando-se nos órgãos ou tecidos de interesse. Por meio deste procedimento o paciente torna-se uma fonte emissora de radiação ionizante (NETO, 2012).

Os principais radionuclídeos utilizados para obtenção das imagens são: Tecnécio-99m (^{99m}Tc), Iodo-123 (¹²³I), Tálcio-201 (²⁰¹Tl), Gálio-67 (⁶⁷Ga) e Flúor-18 (¹⁸F). E para tratamentos são: Iodo-131 (¹³¹I), Samário-153 (¹⁵³Sm), Ytrium-90 (⁹⁰Y) e Rádio-223 (²²³Ra) (CECATTI, 2004). Os radiofármacos (radionuclídeo + fármaco) desejados para formação das imagens cintilográficas são os emissores de raios gama, os quais apresentam energia e quantidade adequada para a detecção por meio da gama-câmara (ZIESSMAN *et al.*, 2015).

A cintilografia é uma técnica de medicina nuclear que oferece uma abordagem simples e não invasiva para investigar processos biológicos *in vivo* (NETO, 2012; STEYN, 1997; HUIJANTUG, 2015). Este método na medicina tem mostrando crescente popularidade para pesquisas acadêmicas e para exames clínicos (WALMSLEY, 1995). Em medicina veterinária a medicina nuclear vem avançando e ocupando grande espaço internacionalmente. Em 1971, na Universidade do Colorado,

os Drs. Edward Gillette e Donald Thrall publicaram os primeiros artigos de medicina nuclear veterinária, provando que a cintilografia pulmonar foi eficaz para o diagnóstico de vascularização pulmonar em cão (DANIEL, 2014).

Os países que não possuem recursos financeiros, normalmente apresentam limitações para conseguir realizar essa prática médica. A explicação se deve a dificuldade de conseguir material radioativo, equipamentos especializados e profissionais capacitados (GOGGIN *et al.*, 1999; JARRETTA *et al.*, 2010). Visando as diferenças de procedimentos aplicados em relação à medicina humana, este trabalho tem como objetivo apresentar os principais procedimentos de medicina nuclear aplicados em animais, por meio da literatura.

2 DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

As vantagens da cintilografia são poder visualizar e quantificar a distribuição de diferentes radiofármacos no organismo *in vivo* (NETO, 2012; HUAJANTUG, 2015). O radiofármaco é administrado ao paciente por via intravenosa, oral, inalatória ou subcutânea, tornando o paciente uma fonte emissora de radiação ionizante. Suas escolhas se dão por alguns critérios, por exemplo: tempo de injeção, tempo de meia de cada radiofármaco, facilidade de excreção e órgão ou tecido de análise (MARQUES *et al.*, 2001; ALVES, 2014).

O tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) representa o tempo necessário para que a atividade de uma amostra se reduza pela metade, por exemplo, o I^{131} utilizado na medicina nuclear possui o ($T_{1/2}$) de oito dias. Uma amostra deste elemento de 100 gramas só terá 50 gramas ativa após oito dias, e assim por diante até que a radiação ionizante decaia por completo (SANTOS *et al.*, 2013).

Outro exemplo, é o ^{99m}Tc cujo o $T_{1/2}$ é de 6 horas e é eliminado na maioria das vezes pelo trato urinário. No entanto, a meia-vida efetiva do radionuclídeo no paciente é menor do que a meia-vida física (SAMOY *et al.*, 2008; ZIESSMAN *et al.*, 2015).

O contador Geiger–Muller é um equipamento utilizado no setor de medicina nuclear para a detecção e medição da radiação ionizante. É importante realçar que a unidade de medida utilizada para exposição é o Roentgen e o Coulomb/Kg) (BUSHONG, 2012).

A maioria das técnicas com os radionuclídeos utilizados em humanos também é aplicada em pequenos e grandes animais (BARBIERI *et al.*, 1984; MORAES,

ARCHER *et al.*, 2003; KRZEMIŃSKI *et al.*, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2009; MENGHETTI; BARROSO, 2010; VIEIRA *et al.*, 2011; DANIEL; NEELIS, 2014). Porém, o que diferencia, são alguns procedimentos praticados no setor de medicina nuclear veterinária, como por exemplo, extensão lateral e longitudinal da mesa, para permitir estudar grandes animais (KRZEMINSKI *et al.*, 2004).

Os animais variam relativamente de uma espécie para outra, sendo importante levar em consideração o tamanho, peso, características anatômicas e fisiológicas para realização dos exames. Os médicos veterinários baseiam os exames conforme realizado em humanos, mas as doses calculadas na medicina veterinária são de forma empírica. Ao contrário dos seres humanos, animais quase sempre precisam ser sedados ou anestesiados para os protocolos cintilográficos (BALOGH *et al.*, 2005).

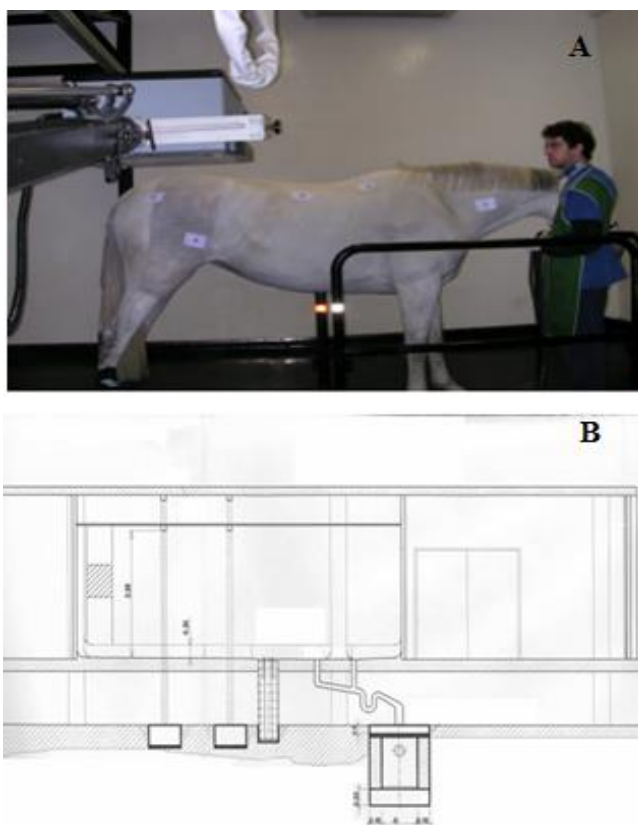
Os animais após a realização dos exames cintilográficos são isolados em gaiola, baia ou tenda individual, até que a radioatividade seja reduzida a um limite permitido, pois esse procedimento diferencia da medicina humana, onde os pacientes são liberados logo após o término dos exames com ^{99m}Tc . Os animais são normalmente liberados quando a exposição estabelecer 0,2 a 0,5 miliroentgen (mR) e essa monitoração é realizada pelo o equipamento Geiger–Muller. Os resíduos sólidos encontrados na baia ou na gaiola que abriga o animal, durante o período de isolamento, ficam até 60 horas (10 meias vidas) em um recipiente designado, para depois serem descartado (DANIEL *et al.*, 2014).

Os pacientes envolvidos na rotina veterinária são geralmente cães, gatos e equinos. No entanto, já existem relatos em aves, reptéis e roedores (MARSHALL *et al.*, 2003; GREER *et al.*, 2004; BALOGH *et al.*, 2005; SYKES *et al.*, 2006 GRIZZLE *et al.*, 2009; YANG *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Baixeras *et al.* (2004) relataram os riscos de contaminação da radiação ionizante para os profissionais do Setor de Medicina Nuclear do Hospital das Clínicas Veterinárias da Universidade Autônoma de Barcelona (UAB). A instalação desse hospital consistia de uma sala de imagem e uma baia individual para o isolamento de grandes animais. Para realização desse trabalho, foi utilizado um equino, cujo qual recebeu o radiofármaco MDP- ^{99m}Tc via intravenosa. O animal e a instalação foram monitorados por meio do detector Geiger Muller. A baia adaptada possuía 42 metros quadrados (m^2), sendo que as paredes e o piso foram feitos de um material impermeável, facilmente descontaminado. A parede possuía uma folha coberta de

chumbo de 3 milímetros e o piso era coberto por um material não deslizante e poroso, a fim de evitar que os equinos, uma vez sedado, pudessem cair. Esse quarto (Figura 1) foi adaptado com um reservatório de metal, localizado no subterrâneo, o reservatório possuía a capacidade de armazenar 750 litros, para facilitar a remoção e deposição do material residual líquido. O possível risco de contaminação foi relatado apenas no momento em que o profissional vai injetar o radiofármaco via intravenosa.

Figura 1 - Equino monitorado em diferentes superfícies. Nota-se o profissional utilizando o avental de chumbo (A). A planta da baia adaptada para o recebimento do animal. Observa-se o reservatório subcuterrâneo (B).



Fonte: BAIXERAS; PÉREZ; ARGÜELLES, 2004.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por esse estudo foi possível identificar os principais procedimentos de medicina nuclear aplicados em medicina veterinária, especialmente relatando as diferenças comparada com a medicina humana, como por exemplo, a dose empírica, sedação e anestesia dos pacientes, além de demonstrar as adaptações para a prática em animais, tais como o isolamento, formato da mesa do equipamento gama câmera e o armazenamento de resíduos contaminados.

4. REFERÊNCIAS

ALVES, A. F. F. **Construção de fantasmas homogêneos pediátricos de crânio e tórax para otimização de imagens em radiografia computadorizada.** 2014, p.57. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral e Aplicada) – Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, Unesp, 2014.

ARCHER, D. C. et al. The normal scintigraphic appearance of the equine head. **Equine Veterinary Education.** v. 15, n. 5. p. 243 – 249, 2003.

BAIXERAS, C. PÉREZ, F. ARGUELLES, D. **Radiation hazards to personnel from the veterinary scintigraphy service of the autonomous.** University of Barcelona (UAB). In: Proceeding of the XI International Radiation Protection Association. Madrid, 2004.

BALOGH, L. et al. Veterinary nuclear medicine again-commentary and remarks on: Krzeminski M et al. Veterinari nuclear medicine-a review. **NMR** 2004; 7: 177-182. **Veterinari nuclear medicine-a review.** v. 8, n. 1, p. 50 – 52, 2005.

BARBIERI, A. et al. Radionuclídeos no exame do pulmão. **Jornal de Pneumologia.** v. 10, n. 4, p. 261 - 272, 1984.

BUSHONG, S. C. **Ciência radiológica para tecnólogos.** Rio de Janeiro. Editora: Elsevier., 2012. 709p.

CECATI. S. G. F. **Desenvolvimento se sistemas tandem de activímetros e estabelecimento de dosimetria beta em serviço de medicina nuclear.** 2004. 179p. Dissertação (Doutorado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear- Aplicações) – Universidade de São Paulo, Instituto de pesquisas energéticas e nucleares, 2004.

DANIEL, G. B.; NEELIS, D. A. Thyroid scintigraphy in veterinary medicine. **Sminars in Nuclear Medicine.** v. 44, n. 1, p. 24-34, 2014.

DANIEL. G. B. Guest Editoria: Veterinary nuclear medicine. **Seminars Nuclear Medicine.** v. 44, n.1, 2014.

DIAS, A. L. **Aplicação de nanopartículas magnéticas como meio de contraste computadorizada.** 2009. 70p. Dissertação (Mestrado em Nanociências) – Universidade Francisco de Santa Maria, 2009.

GOGGIN, J. M. et al. Comparison of gastric emptying times in healthy cats simultaneously evaluated with radiopaque markers and nuclear scintigraphy. **Veterinary Radiology & Ultrasound.** v. 40, n. 1, p. 89 – 95, 1999.

GREER, L. L. et al. Evaluation of the use of technetium Tc 99m diethylenetriamine pentaacetic acid and technetium Tc 99m dimercaptosuccinic acid for scintigraphic imaging of the kidneys in green iguanas (*Iguana iguana*). **American Veterinary Medical Association.** v. 65, n. 1, p. 87 – 92, 2004.

GRIZZLE, J. et al. Effects of dietary milk thistle on blood parameters, liver pathology, and hepatobiliary scintigraphy in white carneaux pigeons (*Columba livia*) challenged With B1 aflatoxin. **Journal of Avian Medicine and Surgery.** v. 23, n. 2, p. 114–124, 2009.

HUAYANTUG, S. Nuclear scintigraphic examination in veterinary medicine. **Journal of Applied Animal Science.** v. 8, n. 1, p. 9 – 16, 2015.

JARRETA; G. B; BOMBONATO; P. P; MARTIN; B. W. Estudo do tempo de excreção renal pela cintilografia em gatos domésticos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science.** São Paulo, v.47, n.1, p. 13 - 22, 2010.

MARQUES, F. L. N. et al. Alguns aspectos sobre geradores de radiofármacos de Tecnécio-99m e seus controles de qualidade. **Radiologia Brasileira.** v. 34, n 4, p.233 - 239, 2001.

MARSHALL, K. L. et al. Quantitative renal scintigraphy in domestic pigeons (*Columba livia domestica*) exposed to toxic doses of gentamicin. **American Veterinary Medical Research.** v. 64, n. 4. p. 453 - 462, 2003.

MORAES, R. F. MENEGHETTI, J. C. BARROSO, A. A. Cintilografia de perfusão miocárdica sob baixa dose de dobutamina na identificação do miocárdio viável. **Radiologia Brasileira.** v. 43, n.5, p. 281-287, 2010.

NETO, J. A. S. **Fator de correção de dose individual em grupos ocupacionais obtidos por monitoração individual externa em serviço de medicina nuclear.** 2012. 65p. Dissertação (Pós – Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares do Departamento de Energia Nuclear) – Universidade Federal de Pernambuco para Obtenção do Título de Mestre.

OLIVERIA, L. F. L. et al. Quantificação da área de infarto usando-se SPECT de perfusão miocárdica de alta resolução em gatos. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia.** v. 101, n. 1, p. 59 - 67, 2013.

RODRIGUES, G. S. et al. Avaliação cintilográfica de diferentes dosagens de tecnécio na padronização da perfusão pulmonar em cães da raça Rottweiler. **Ciência Rural**. v. 40, n. 3, p. 554 – 560, 2009.

SAMOY, Y. et al. Single-phase bone scintigraphy in dogs with obscure lameness. **Journal of Small Animal Practice**. v. 49, n. 1, p. 444 - 450, 2008.

SANTOS, W. L. P. et al. **Química Cidadã**. São Paulo: Editora: AJS LTDA, 2013, 320P.

STEYN, P. F. et al. The effect of intravenous diazepam on solid phase gastric emptying in normal cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 38, n. 6, p. 469 – 473, 1997.

SYKES, J. M. et al. Preliminary evaluation of 99mtechnetium diethylenetriamine pentaacetic acid, 99mtechnetium dimercaptosuccinic acid, and 99mtechnetium mercaptoacetyltriglycine for renal scintigraphy in corn snakes (*elaphe guttata guttata*). **Veterinary Radiology & Ultrasound**. v. 47, n. 2, p. 222 - 227, 2006.

VIEIRA, L. O. et al. Correlação entre volume tireoidiano determinado pelo método de ultrassonografia *versus* cintilografia e sua implicação em cálculos dosimétricos na terapia com radioiodo na doença de Graves. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia & Metabólica**. v. 55, n. 9, p. 696-700, 2011.

WALMSLEY, J. P. Scintigraphy is here to stay. **Equine Veterinary Education**. v. 7, n. 3, p. 122 – 123, 1995.

YANG, G. et al. Pulmonary Enhancement Imaging with Dual Energy CT for the detection of pulmonary embolism in a rabbit model. **Academic Radiology**, v. 18, n. 5, p. 605 - 614, 2011.

ZIESSMAN, H. A. et al. **Medicina Nuclear**. 4 edição. Saunders Elsevier: Rio de Janeiro, 2015. 464p.