

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA INTERPRETAÇÃO DE ELETROCARDIOGRAMAS CANINOS: CONCORDÂNCIA COM PADRÃO-OURO CLÍNICO

Matheus Felipe Souza Franco¹

Pamela Regina Pimenta Busato²

Jaqueline Yamane³

Tatiana Champion⁴

Palavras-chave: Acurácia diagnóstica; Arritmias cardíacas; Cardiologia veterinária; Confiabilidade clínica; Diagnósticos automatizados.

INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma (ECG) é um exame rápido, não invasivo e de baixo custo, amplamente utilizado na prática clínica veterinária para avaliação da frequência cardíaca, ritmo e condução elétrica (TILLEY, 1985; WILLIS; OLIVEIRA; MAVROPOULOU, 2018). Estudos indicam que valores de referência podem variar conforme idade, sexo e raça, embora a maioria dessas diferenças não seja significativa; em cães idosos, arritmias sinusais são mais frequentes (MUKHERJEE et al., 2020).

As alterações eletrocardiográficas mais relatadas incluem bloqueios atrioventriculares, extrassístoles e taquiarritmias ventriculares, que impactam diretamente no prognóstico e manejo clínico (APTEKMANN et al., 2010; NOSZCZYK-NOWAK et al., 2017). Na medicina humana, a análise automatizada do ECG já é consolidada, com sensibilidade e especificidade superiores a 99% (ESTRADA et al., 2021).

Em cães, os estudos ainda são iniciais: Chung (2023), avaliando 116 animais com dispositivo portátil de machine learning, identificou alterações em 31% dos pacientes, com desempenho próximo ao de especialistas, mas limitado para arritmias complexas. Pesquisas com dispositivos acoplados a smartphones também revelaram boa

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul, mfelipefranco@gmail.com

² Universidade Federal da Fronteira Sul, pamsbusato@gmail.com

³ Universidade Federal da Fronteira Sul, jaqueline.yamane@estudante.uffs.edu.br

⁴ Universidade Federal da Fronteira Sul, tatiana.champion@uffs.edu.br

correlação com métodos tradicionais (KRVAVICA et al., 2016; KUMAR; KUMAR, 2021).

A inteligência artificial (IA), já empregada em diagnóstico por imagem, interpretação de ECG e estratificação de risco cardiovascular em humanos (ATTIA et al., 2019; SIONTIS et al., 2021), apresenta uso incipiente na veterinária, especialmente na cardiologia (APPLEBY; BASRAN, 2022). Contudo, ainda enfrenta limitações relacionadas à necessidade de grandes bases de dados rotuladas, risco de vieses e caráter de “caixa-preta” dos modelos (HANNUN et al., 2019; KASHOU et al., 2020).

DESENVOLVIMENTO

Este estudo retrospectivo analisou 10 ECGs de cães atendidos no serviço de cardiologia veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul. Os exames já haviam sido interpretados por veterinária com 23 anos de experiência, servindo como padrão-ouro. Os dados foram anonimizados, garantindo confidencialidade. A ferramenta utilizada foi o ChatGPT 5.0, submetida a um *prompt* padronizado solicitando: frequências mínima, média e máxima; determinação do ritmo; identificação de alterações de condução (bloqueios, extrassístoles, fibrilação, flutter atrial, *sinus arrest*); e conclusão final. Nenhuma informação clínica adicional foi fornecida. Na análise estatística, utilizaram-se coeficientes de correlação de Pearson para frequências cardíacas, regressões lineares simples, gráficos de Bland–Altman, erro médio absoluto (MAE) e erro quadrático médio (RMSE). Para variáveis categóricas (presença/ausência de arritmias), aplicou-se o coeficiente kappa de Cohen.

RESULTADOS, PROGRESSOS E REFLEXÕES

A inteligência artificial (IA) apresentou viés negativo na estimativa das frequências cardíacas, subestimando em média -17 a -19 bpm. Os erros absolutos médios variaram entre 23,7 e 33,3 bpm, com RMSE de até 39,7 bpm. Os limites de Bland–Altman foram amplos (-91 a $+56$ bpm), indicando baixa precisão, e as correlações com o padrão-ouro foram baixas e não significativas ($r = 0,27-0,47$; $p > 0,05$). Qualitativamente, o padrão-ouro identificou arritmias sinusais em 9 de 10 cães, além de alterações de ondas P e T e episódios de sinus arrest. Dois casos apresentaram arritmia fisiológica sem patologia. A IA, porém, classificou todos os exames como

normais, resultando em sensibilidade de 0%, especificidade de 100% e acurácia de 10%. O kappa negativo ($\kappa \approx -0,7$ a $-0,8$) evidenciou discordância substancial, atribuída à ausência de treinamento em bases específicas de cães.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROJEÇÕES

O desempenho insuficiente da inteligência artificial (IA) neste estudo mostra que, em sua forma atual, não é clinicamente segura para interpretar eletrocardiogramas (ECGs) caninos, falhando na detecção de arritmias e na estimativa de frequências cardíacas. Apesar disso, a IA segue promissora como suporte diagnóstico, desde que algoritmos específicos sejam desenvolvidos e treinados em bases amplas e representativas de diferentes raças, idades e condições clínicas. É essencial enfrentar desafios éticos, já que diagnósticos incorretos podem trazer riscos significativos. Assim, a IA deve atuar de modo complementar, cabendo ao médico veterinário a decisão final.

Financiamento (Se for o caso) / Financiación: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERENCIAS

APTEKMAN, K. P.; VAILATI, M. D. C. F.; FORTUNA, T. D. O. M.; SCHWARTZ, D. S. Prevalence of cardiac arrhythmias and conduction disturbances in dogs and cats in Botucatu, Brazil (2003–2007). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 47, n. 5, p. 371–379, 2010. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2010.26818.

APPLEBY, R.; BASRAN, F. S. Artificial intelligence in veterinary medicine. *Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA)*, v. 260, n. 8, p. 819–825, 2022. DOI: 10.2460/javma.22.03.0093.

ATTIA, I.; NOSEWORTHY, A.; LOPEZ-JIMENEZ, F.; et al. An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm: a retrospective analysis of outcome prediction. *The Lancet*, v. 394, n. 10201, p. 861–867, 2019. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31721-0.

CHUNG, T. *Artificial Intelligence-assisted electrocardiography for screening of canine heart function*. 2023. (Tese de Mestrado — Veterinary Clinical Science, Seoul National University).

ESTRADA, A.; et al. Computerized electrocardiography algorithm with high sensitivity and specificity for arrhythmia diagnosis. *Journal of Electrocardiology*, v. 65, p. 99–107, 2021.

HANNUN, A. Y.; RAJPURKAR, P.; HAGHPANAHI, M.; et al. Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. *Nature Medicine*, v. 25, p. 65–69, 2019. DOI: 10.1038/s41591-018-0268-3.

KASHOU, A. H.; RABINSTEIN, A. A.; ATTIA, Z. I.; et al. Recurrent cryptogenic stroke: a potential role for an artificial intelligence-enabled electrocardiogram? *HeartRhythm Case Reports*, v. 6, p. 202–205, 2020. DOI: 10.1016/j.hrcr.2019.12.013.

KRVAVICA, A.; LIKAR, Š.; BRLOŽNIK, M.; DOMANJKO-PETRIČ, A.; AVBELJ, V. Comparison of wireless electrocardiographic monitoring and standard ECG in dogs. In: *39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. IEEE, 2016. DOI: 10.1109/MIPRO.2016.7522175.

KUMAR, K. S.; KUMAR, V. V. V.; AMRUTH. Smart phone based electrocardiography in dogs – a newer concept in veterinary cardiology. *Journal of Animal Research*, v. 11, n. 3, p. 393–400, 2021. DOI: 10.30954/2277-940X.03.2021.8.

MUKHERJEE, J.; MOHAPATRA, S. S.; JANA, S.; DAS, P. K.; GHOSH, P. R.; DAS, K.; BANERJEE, D. A study on the electrocardiography in dogs: reference values and their comparison among breeds, sex, and age groups. *Veterinary World*, v. 13, n. 10, p. 2216–2220, 2020. DOI: 10.14202/vetworld.2020.2216-2220.

NOSZCZYK-NOWAK, A.; MICHAŁEK, M.; KAŁUŻA, E.; CEPIEL, A.; PASŁAWSKA, U. Prevalence of arrhythmias in dogs examined between 2008 and 2014. *Journal of Veterinary Research*, v. 61, n. 1, p. 103–110, 2017. DOI: 10.1515/jvetres-2017-0013.

SIONTIS, K. C.; NOSEWORTHY, P. A.; ATTIA, Z. I.; FRIEDMAN, P. A. Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management. *Nature Reviews Cardiology*, v. 18, p. 465–478, 2021.

TILLEY, L. P. *Essentials of canine and feline electrocardiography: interpretation and treatment*. 2. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985. ISBN-10: 0812109201; ISBN-13: 978-0812109207.

WILLIS, R.; OLIVEIRA, P.; MAVROPOULOU, A. *Guide to canine and feline electrocardiography*. Chichester: John Wiley & Sons, 2018. ISBN-13: 978-1119253846.