Inteligência Artificial na Insuficiência Cardíaca: O Novo Papel do Cardiologista

Artificial Intelligence in Heart Failure: The New Role of the Cardiologist

Ana Karyn Freitas,[1] Ana Luisa Trentini Bittencourt,[1] Carina Toledo Scoparo Barioni,[1] Renata Paes de Barros Wandresen,[1] Aline Brizola Oberderfer,[1] Bruno Ceschin Chiaratti,[1] Gustavo Pichel Kakuda,[1] Salim Mussi Neto[1]

Universidade Positivo,[1] Curitiba, PR – Brasil

Introdução

A inteligência artificial (IA) deixou de ser uma promessa distante para se tornar uma realidade na prática médica. Ferramentas capazes de interpretar exames, estratificar risco, sugerir diagnósticos e até propor condutas têm despertado entusiasmo crescente entre profissionais de saúde. No cenário de rápida expansão tecnológica, surge uma questão inevitável: qual será o papel do médico especialista na era da IA?

A insuficiência cardíaca (IC) representa um dos melhores modelos para essa discussão. Ela é uma das doenças com maior impacto clínico no mundo, acometendo cerca de 64 milhões de pessoas.[1,2] Apesar de todo o avanço na compreensão da sua fisiopatologia e das opções de tratamento, a IC permanece como uma doença de alta morbimortalidade, com risco residual elevado, mesmo com a implementação das terapias modificadoras da doença.[2-4] Boa parte do problema encontra-se na complexidade dos mecanismos fisiopatológicos dessa condição, bem como na heterogeneidade das manifestações clínicas, da evolução e das comorbidades associadas.[1,4]

Um dos fatores que mais afeta o prognóstico dos pacientes com IC é reinternação por descompensações.[5] Para tentar prever quais são os pacientes de maior risco de hospitalizações, foram propostos muitos escores para serem aplicados durante o acompanhamento dos doentes. Entretanto, os modelos tradicionais de predição de risco tendem a falhar, especialmente na ausência de dados durante a avaliação – o que é comum, principalmente na realidade do Sistema Único de Saúde.[5,6]

Nesse contexto, algoritmos de IA vêm demonstrando potencial para aprimorar o diagnóstico, a estratificação de risco, o acompanhamento clínico e até a personalização terapêutica.[5,6] Contudo, embora essas ferramentas possam ampliar a capacidade de análise e a tomada de decisão, permanece a dúvida sobre como incorporá-las ao cuidado sem perder o que continua sendo central na medicina: a relação entre médico e paciente.

Neste Ponto de Vista, discutimos como a IA pode transformar o manejo da IC, e argumentamos que seu maior potencial não está em substituir o especialista, mas em ampliar sua capacidade de oferecer um cuidado mais preciso, individualizado e humano.

Palavras-chave

Inteligência Artificial; Insuficiência Cardíaca; Aprendizado de Máquina; Relações Médico-Paciente.

Correspondência: Ana Karyn Freitas •
Universidade Positivo - Rua Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300. CEP 81280-330, Curitiba, PR – Brasil
E-mail: aninha_de_jesus@yahoo.com.br
Artigo recebido em 17/06/2026, revisado em 24/07/2026, aceito em 21/08/2026
Editor responsável pela revisão: Sabrina Pereira

DOI: https://doi.org/10.36660/abchf.20260032

Aplicações da inteligência artificial na insuficiência cardíaca

A utilização da IA para predição de reinternação é uma das formas promissoras de aplicação no manejo da IC, mas está longe de ser a única. Diversas são as possibilidades de uso do *machine learning* (ML) no cuidado desses pacientes.[6,7]

Já no início da trajetória desses doentes, é possível empregar a IA para um diagnóstico mais acurado. Estratégias de *deep learning* hoje são capazes de analisar sinais do eletrocardiograma e predizer o risco de desenvolvimento de IC em 10 anos, além de sugerir o diagnóstico de IC e até classificá-la com fração de ejeção preservada (ICFEP) com uma acurácia inalcançável aos olhos humanos.[1,4,6]

A propósito, devido à sua grande heterogeneidade, a ICFEP tem sido alvo frequente dos algoritmos de ML. Diante do maior desafio diagnóstico dessa condição, diversas abordagens associam dados de disfunção diastólica do ecocardiograma (como strain do átrio esquerdo, volumes de câmaras e relação E/e') a informações clínicas e até laboratoriais, permitindo um diagnóstico mais preciso da ICFEP e demonstrando desempenho superior aos escores atualmente disponíveis.[1-3,6]

Além disso, algoritmos foram desenvolvidos com o objetivo de estratificar a ICFEP em diferentes fenótipos, o que é essencial na avaliação desses pacientes, uma vez que cada forma apresenta características clínicas, evolução, resposta ao tratamento e prognóstico distintos.[1,6] Recentemente, nosso grupo de pesquisa, aplicando ferramentas de inteligência artificial em uma coorte de 160 pacientes, identificou três possíveis fenótipos – hipertensivo, metabólico e senescente – que podem refletir mecanismos fisiopatológicos diferentes e potencialmente influenciar a resposta terapêutica. Esses achados representam dados preliminares e reforçam o potencial da IA na caracterização da heterogeneidade da ICFEP.

Além de auxiliar no diagnóstico e na avaliação inicial da IC, algoritmos também têm sido propostos para o

acompanhamento desses pacientes. Ferramentas de predição de risco de descompensação, de resposta ao tratamento e até de avaliação prognóstica têm se mostrado promissoras, com potencial para modificar substancialmente o seguimento clínico.[1,3-6] Estratégias de monitoramento de fatores de descompensação, incluindo ferramentas baseadas em análise de voz, vêm sendo exploradas como métodos potenciais para antecipar eventos clínicos e otimizar o acompanhamento dos pacientes e, embora ainda pouco disponíveis, parecem bastante oportunas.

Outra possibilidade de utilização da IA é na prescrição de reabilitação cardíaca. Os benefícios da reabilitação na insuficiência cardíaca já são amplamente reconhecidos, sendo considerada por muitos especialistas como o quinto pilar do tratamento.[8,9] Entretanto, especialmente na realidade do Sistema Único de Saúde, o acesso a essa intervenção é bastante limitado. Nesse cenário, estudos recentes demonstram que a reabilitação cardíaca domiciliar, denominada "telerreabilitação", quando bem estruturada e supervisionada, pode ser eficaz mesmo para pacientes de alto risco.[10] Para sua implementação adequada e monitoramento, a IA pode desempenhar um papel fundamental, auxiliando na prescrição, orientação e acompanhamento desses pacientes.

Em experiências exploratórias ainda não publicadas de nosso centro, ferramentas de inteligência artificial foram avaliadas como suporte à caracterização clínica e à individualização do cuidado em pacientes com insuficiência cardíaca. Em uma coorte de pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada, a aplicação de métodos baseados em IA sugeriu a possibilidade de identificar fenótipos clínicos distintos, potencialmente relacionados a diferentes mecanismos fisiopatológicos. Em outra análise preliminar, um prompt baseado em IA foi utilizado como apoio à prescrição individualizada de reabilitação cardíaca em pacientes de alto risco, com achados iniciais sugerindo possível melhora da capacidade funcional em comparação ao cuidado habitual. Esses resultados, entretanto, devem ser interpretados com cautela, por se tratarem de dados preliminares, não publicados e geradores de hipótese, que necessitam de confirmação em estudos prospectivos, com metodologia adequada e validação em amostras independentes.

O papel do médico especialista nesse manejo

Apesar das múltiplas possibilidades oferecidas pela *deep learning* e de sua inegável capacidade de potencializar os resultados do tratamento de pacientes com IC, há um papel que não pode ser substituído: o do médico como responsável pelo cuidado. Afinal, de nada adianta termos a melhor tecnologia à disposição se o paciente não se sentir seguro em relação ao seu tratamento.

Um estudo recente mostrou que as relações de apoio entre paciente e médico são o fator mais benéfico para melhorar a adesão medicamentosa, superando inclusive intervenções tecnológicas.[11,12] Nesse mesmo sentido, uma metanálise envolvendo 771 estudos demonstrou que, quando as intervenções são entregues presencialmente pelos profissionais de saúde e orientadas diretamente por eles, a adesão é consideravelmente maior.[13]

Assim, embora a IA proporcione avanços importantes no diagnóstico, tratamento, acompanhamento e avaliação prognóstica, é a relação médico-paciente que determina o real impacto que essa tecnologia pode exercer no manejo da IC.

O cardiologista como supervisor crítico da inteligência artificial

À medida que a IA se incorpora à prática clínica, o papel do cardiologista deixa de estar centrado exclusivamente na interpretação de dados e passa a assumir uma função ainda mais complexa: a supervisão crítica das recomendações produzidas pelos algoritmos. Embora modelos de aprendizado de máquina sejam capazes de integrar grandes volumes de informações clínicas, laboratoriais, de imagem e ômicas, gerando estimativas prognósticas e sugestões terapêuticas com elevado desempenho, essas ferramentas continuam dependentes da qualidade dos dados utilizados em seu treinamento e das limitações inerentes ao seu desenvolvimento. Assim, os resultados gerados pela IA não devem ser interpretados como decisões autônomas, mas como estimativas probabilísticas que exigem validação clínica individualizada.

Nesse contexto, o cardiologista passa a exercer um papel de governança clínica sobre a IA. Cabe ao especialista interpretar criticamente as recomendações fornecidas pelos algoritmos, reconhecer situações em que seus resultados possam não ser aplicáveis, identificar possíveis vieses decorrentes da população utilizada para o treinamento dos modelos e integrar essas informações ao contexto clínico, às comorbidades, à fragilidade, às preferências do paciente e aos objetivos terapêuticos compartilhados. A decisão clínica permanece, portanto, uma responsabilidade exclusivamente humana, baseada na integração entre evidências científicas, experiência profissional e valores individuais do paciente.

Outro aspecto que merece atenção refere-se aos desafios relacionados à implementação segura da IA na prática assistencial. Apesar dos avanços recentes, muitos algoritmos ainda apresentam limitada explicabilidade (black-box models), dificultando a compreensão do processo que levou a determinada recomendação. Além disso, o desempenho desses modelos frequentemente é demonstrado em bases de dados específicas, tornando indispensável sua validação externa antes da incorporação em diferentes populações e sistemas de saúde. Questões relacionadas ao viés algorítmico, à representatividade das populações utilizadas para treinamento, à reprodutibilidade dos resultados e à atualização contínua dos modelos permanecem como desafios científicos e assistenciais relevantes.

Paralelamente às limitações técnicas, aspectos éticos e regulatórios assumem papel central na incorporação da IA à cardiologia. A utilização de grandes bases de dados exige mecanismos rigorosos de proteção da privacidade e da segurança da informação, em conformidade com legislações de proteção de dados, como a lei geral de proteção de dados (LGPD).

Da mesma forma, ainda existem lacunas importantes relacionadas à responsabilidade sobre decisões clínicas apoiadas por algoritmos, à transparência dos modelos e aos mecanismos de auditoria necessários para garantir sua utilização segura e equitativa. Nesse cenário, a implementação da IA deve ser acompanhada por estruturas robustas de governança clínica, capazes de assegurar qualidade, confiabilidade e responsabilidade na tomada de decisão.

Assim, a transformação promovida pela inteligência artificial não reduz a importância do cardiologista; ao contrário, amplia suas responsabilidades. Além das competências clínicas tradicionais, o especialista deverá desenvolver habilidades relacionadas à interpretação crítica de algoritmos, à avaliação da qualidade das evidências produzidas por sistemas inteligentes, à compreensão de conceitos básicos de ciência de dados e à supervisão ética da utilização dessas tecnologias. O futuro da cardiologia não será definido pela substituição do médico pela inteligência artificial, mas pela integração entre inteligência computacional e julgamento clínico especializado, mantendo o cardiologista como o principal responsável pela tomada de decisão e pela condução de um cuidado individualizado, seguro e centrado no paciente (Figura 1).

Desafios finais do uso da IA na insuficiência cardíaca

Tendo em vista todos os pontos levantados neste artigo, alguns desafios se delineiam em relação ao uso da IA na IC.

O primeiro deles, e talvez o mais complexo, é conhecer todas as possibilidades de IA disponíveis, ter acesso a elas e saber utilizá-las da maneira mais adequada para cada caso. Dentro do vasto universo de variáveis que impactam o manejo da insuficiência cardíaca, incorporar um novo campo de conhecimento não é tarefa simples.

Além disso, não basta dominar o uso dessas ferramentas. É essencial reconhecer o momento adequado do tratamento em que elas se aplicam e implementá-las na fase correta, de modo a potencializar seus benefícios da melhor forma possível.

Por fim, um último desafio imposto ao médico nessa nova forma de cuidado é integrar todas essas funcionalidades a um relacionamento médico-paciente individualizado e humano, que acolha, envolva e mantenha o paciente no centro do tratamento. E, para isso, não há *prompt* de ML que substitua a velha fórmula de um manejo bem feito: ouvir, olhar nos olhos, respeitar e compartilhar decisões com o paciente.

Os autores declaram que ferramentas de inteligência artificial generativa foram utilizadas apenas como apoio na revisão linguística e organização textual do manuscrito. Todo o conteúdo científico, interpretação crítica, revisão final e responsabilidade intelectual pelo texto são de inteira responsabilidade dos autores.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Freitas AK, Barioni CTS, Wandresen RPB, Oberderfer AB, Chiaratti BC, Kakuda GP, Mussi Neto S; Obtenção de dados e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Freitas AK, Bittencourt ALT, Barioni CTS, Wandresen RPB, Oberderfer AB, Chiaratti BC, Kakuda GP,

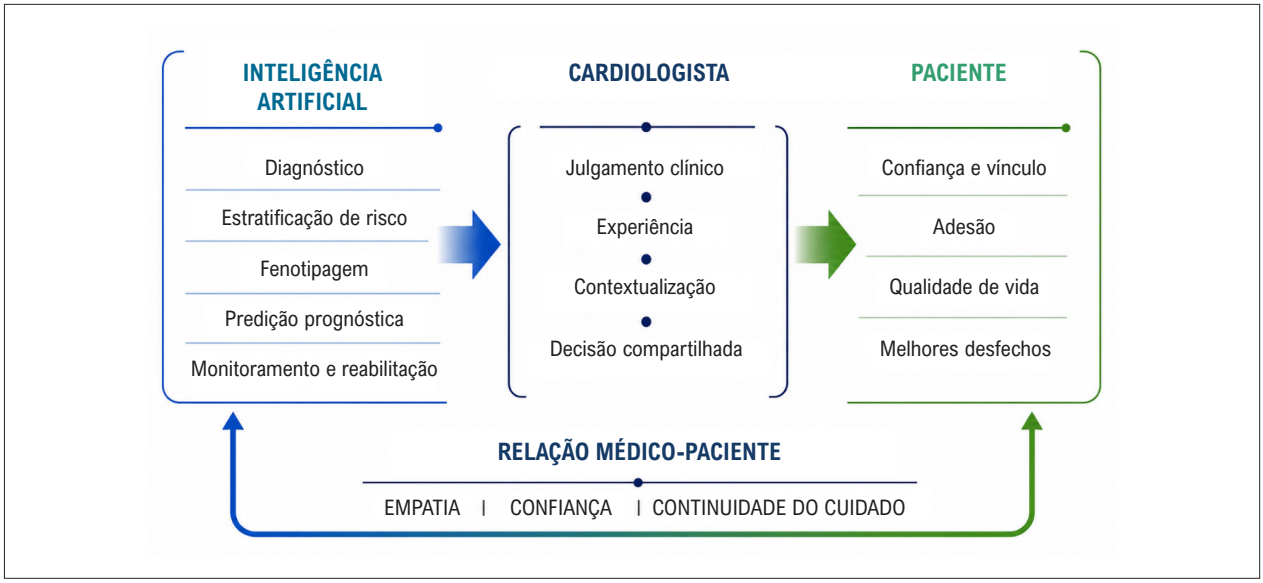


Figura 1 – *Representação esquemática do papel da inteligência artificial no manejo da insuficiência cardíaca. A inteligência artificial atua como ferramenta de suporte ao cardiologista, auxiliando no diagnóstico, na estratificação de risco, na fenotipagem, no monitoramento e na personalização do cuidado. O julgamento clínico e a relação médico-paciente permanecem centrais na tomada de decisão e na obtenção de melhores desfechos. Figura elaborada pelos autores com auxílio de inteligência artificial generativa (ChatGPT/OpenAI) e editada manualmente.*

Mussi Neto S; Análise e interpretação dos dados: Freitas AK, Bittencourt ALT; Redação do manuscrito: Freitas AK.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente

Referências

1. Zhang C, Yang Z, Tang YD. Integrating Multimodal Intelligence in Heart Failure: AI-Driven Risk Prediction, Precision Diagnosis, Phenotyping, Personalized Treatment, and Prognosis. Chin Med J. 2026;139(5):672-88. doi: 10.1097/CM9.0000000000004000.
2. Petmezas G, Papageorgiou VE, Vassilikos V, Pagourelias E, Tsaklidis G, Katsaggelos AK, et al. Recent Advancements and Applications of Deep Learning in Heart Failure: A Systematic Review. Comput Biol Med. 2024;176:108557. doi: 10.1016/j.compbiomed.2024.108557.
3. Cheema B, Hourmozdi J, Kline A, Ahmad F, Khera R. Artificial Intelligence in the Management of Heart Failure. J Card Fail. 2025;31(10):1561-73. doi: 10.1016/j.cardfail.2025.02.020.
4. Perramon-Llussà J, Skorupko G, Rao S, Pujadas ER, El Kaderi SJ, Stepin I, et al. Big Data and Trustworthy AI for Heart Failure: A Review. Circ Heart Fail. 2026;19(7):e013823. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.125.013823.
5. Abreu J, Seringa J, Magalhaes T. Machine Learning Methods, Applications and Economic Analysis to Predict Heart Failure Hospitalisation Risk: A Scoping Review. BMJ Open. 2025;15(6):e093495. doi: 10.1136/bmjopen-2024-093495.
6. Khan MS, Arshad MS, Greene SJ, van Spall HGC, Pandey A, Vemulapalli S, et al. Artificial Intelligence and Heart Failure: A State-of-the-Art Review. Eur J Heart Fail. 2023;25(9):1507-25. doi: 10.1002/ejhf.2994.
7. Quer G, Arnaout R, Henne M, Arnaout R. Machine Learning and the Future of Cardiovascular Care: JACC State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol. 2021;77(3):300-13. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.030.
8. Mauriello A, Correra A, Maratea AC, Russo V, Liccardo B, Gragnano F, et al. The Evolution of Cardiac Rehabilitation from Supervised Models to New Frontiers in Digital Health. J Clin Med. 2026;15(7):2515. doi: 10.3390/jcm15072515.
9. Rechcińska A, Bralewska B, Mordaka M, Rechciński T. Digital Technologies in Cardiac Rehabilitation for High-Risk Cardiovascular Patients: A Narrative Review of Mobile Health, Virtual Reality, Exergaming and Virtual Education. J Clin Med. 2026;15(3):1193. doi: 10.3390/jcm15031193.
10. Herdy AH, Mangia AS, Benetti M. Cardiovascular Telerehabilitation: An Alternative for Greater Availability of Cardiovascular and Metabolic Rehabilitation in Brazil. Arq Bras Cardiol. 2025;122(3):e20240570. doi: 10.36660/abc.20240570.
11. Gunnthorsdottir I, Almarsdottir AB, Andersen K, Gunnarsdottir AI, Svansdottir E, Einarsson H, et al. Factors Influencing Medication Adherence in Heart Failure Patients-A Survey among Cardiac Healthcare Providers. Clin Pharmacol Ther. 2025;117(4):1088-97. doi: 10.1002/cpt.3526.
12. Gunnthorsdottir I, Gunnarsdottir AI, Andersen K, Svansdottir E, Thrainsdottir IS, Forsyth P, et al. Exploring Medication Adherence in Heart Failure from a Patient Perspective: A Qualitative Study. Circ Heart Fail. 2026;19(5):e014133. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.125.014133.
13. Maddox TM, Januzzi JL Jr, Allen LA, Breathett K, Butler J, Davis LL, et al. 2021 Update to the 2017 ACC Expert Consensus Decision Pathway for Optimization of Heart Failure Treatment: Answers to 10 Pivotal Issues About Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. J Am Coll Cardiol. 2021;77(6):772-810. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.022.

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons