



La inteligencia artificial en la interpretación del electrocardiograma: avances, desafíos y perspectivas en la práctica clínica cardiovascular

Artificial intelligence in the interpretation of the electrocardiogram: advances, challenges and perspectives in cardiovascular clinical practice

Jorge Andrés Hernández-Navas¹ , Juan Sebastián Therán-León² , Valentina Ochoa-Castellanos³ , Luis Andrés Dulcey-Sarmiento⁴ , Jaime Alberto Gómez-Ayala⁵ 

Fecha de recepción: 24/11/2024

Fecha de aceptación: 06/11/2024

Fecha de publicación: 30/12/2024

Correspondencia: Jorge Andrés Hernández-Navas. jorgeandreshernandez2017@gmail.com

Estimado editor

La inteligencia artificial (IA) está transformando profundamente el campo de la medicina, y la interpretación del electrocardiograma (ECG) no es una excepción. Históricamente, el ECG ha sido una herramienta crucial en el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares, pero su correcta interpretación depende en gran medida de la experiencia y capacitación del profesional de salud. En este contexto, la IA ha emergido como un aliado potencial, revolucionando la manera en que se analizan estos registros y ofreciendo soluciones a limitaciones clásicas del sistema sanitario.¹

Los avances en el aprendizaje profundo han permitido desarrollar algoritmos que no solo igualan, sino que en algunos casos superan, el desempeño de los cardiólogos humanos en la identificación de patologías cardíacas específicas. Condiciones como la fibrilación auricular, la hipertrofia ventricular izquierda y el síndrome de QT prolongado han sido el foco de diversas investigaciones que demuestran el potencial de la IA para mejorar la precisión diagnóstica. Sin embargo, lo más sorprendente es su capacidad para

identificar marcadores sutiles que a menudo pasan desapercibidos para el ojo humano. Por ejemplo, algoritmos recientes han logrado detectar disfunción ventricular izquierda en pacientes asintomáticos tras un infarto de miocardio, un hallazgo que puede cambiar radicalmente el enfoque de la prevención secundaria en cardiología.²

Un beneficio crítico de la IA radica en su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real, optimizando los flujos de trabajo en los servicios de salud. Esta característica resulta particularmente útil en contextos de acceso limitado a recursos o en zonas periféricas donde los especialistas en cardiología son escasos. En estos escenarios, la IA puede actuar como un filtro avanzado, diferenciando ECG normales de aquellos que requieren atención inmediata. Esto no solo reduce la carga de trabajo de los profesionales de la salud, sino que también permite una priorización adecuada en entornos saturados, donde cada segunda cuenta. Además, en regiones rurales o países en desarrollo, la implementación de esta tecnología podría cerrar brechas significativas en la atención médica, brin-

Citar este artículo como: Hernández-Navas JA, Therán-León JS, Ochoa-Castellanos V, Dulcey-Sarmiento LA, Gómez-Ayala JA. La inteligencia artificial en la interpretación del electrocardiograma: avances, desafíos y perspectivas en la práctica clínica cardiovascular. Rev Soc Peru Med Interna. 2024; 37(4): 275-277. Disponible en: <https://doi.org/10.36393/spmi.v37i4.902>

Rev Soc Peru Med Interna 2024; 37(4): 275-277

<https://doi.org/10.36393/spmi.v37i4.902>

www.revistaperuanademedicinainterna.com

dando diagnósticos de alta calidad en lugares donde anteriormente era inalcanzable.³

El potencial de la IA no se limita al diagnóstico. Los modelos actuales están comenzando a demostrar su capacidad predictiva, anticipando eventos cardiovasculares antes de que se manifiesten clínicamente. Por ejemplo, algunos algoritmos son capaces de identificar a pacientes en riesgo de desarrollar insuficiencia cardíaca o eventos arrítmicos basándose en patrones electrocardiográficos sutiles que no son evidentes para los especialistas. Este enfoque predictivo representa un cambio de paradigma en la medicina cardiovascular, permitiendo intervenciones tempranas y personalizadas que podrían mejorar los desenlaces clínicos y reducir la carga económica asociada a estas patologías.⁴

A pesar de estos avances, la integración de la IA en la práctica clínica enfrenta varios desafíos que no pueden ser ignorados. Uno de los principales problemas es la generalización de los algoritmos. Muchas de las herramientas actuales han sido entrenadas en bases de datos específicas, limitando su aplicabilidad a otras poblaciones con características demográficas, genéticas o epidemiológicas distintas.⁵ La validación de estas tecnologías en contextos diversos es esencial para garantizar su efectividad y seguridad. Otro aspecto crítico es la necesidad de formar a los profesionales de la salud en el uso de estas herramientas. Aunque la IA ofrece resultados impresionantes, su interpretación requiere un entendimiento profundo de sus limitaciones y del contexto clínico. Los médicos deben ser capacitados para analizar los datos proporcionados por estos sistemas de manera crítica, integrándolos en un proceso de toma de decisiones que siempre priorice el bienestar del paciente.⁶

Desde una perspectiva ética y legal, surgen preguntas importantes: ¿quién es responsable si un algoritmo comete un error? ¿Cómo se asegura la transparencia en el funcionamiento de estas herramientas? La implementación de la IA debe estar respaldada por regulaciones claras que establezcan la responsabilidad compartida entre los desarrolladores, las instituciones de salud y los profesionales médicos. Además, es crucial garantizar que estos sistemas sean justos y no perpetúen sesgos que puedan afectar negativamente a ciertos grupos poblacionales.⁷

Un aspecto esencial en el desarrollo e implementación de la IA es garantizar que esta no reemplace, sino que complemente el juicio clínico. Los algoritmos de IA pueden proporcionar una perspectiva adicional y valiosa, pero la decisión final debe recaer siempre en el médico. La relación médico-paciente sigue siendo fundamental, y cualquier herramienta tecnológica debe

estar diseñada para fortalecer esta interacción, no para sustituirla. En este sentido, la IA debería ser vista como un copiloto que ayuda al cardiólogo a identificar patrones, priorizar casos y optimizar el manejo de los pacientes. Esta colaboración entre humano y máquina tiene el potencial de mejorar no solo los resultados clínicos, sino también la experiencia del paciente y del médico en el proceso asistencial.⁸

El futuro de la IA en la interpretación del ECG y en la atención cardiovascular es prometedor. Sin embargo, su éxito dependerá de cómo se manejen los desafíos mencionados. La colaboración entre la comunidad médica, los desarrolladores de tecnología y las autoridades reguladoras será clave para establecer estándares que garanticen la seguridad, eficacia y equidad de estas herramientas. Además, es fundamental fomentar la investigación interdisciplinaria, combinando el conocimiento médico con la experiencia en ciencias de datos y aprendizaje automático. Este enfoque permitirá desarrollar algoritmos más robustos, adaptables y éticos, que puedan beneficiar a una población global diversa.⁹

En conclusión, la IA está revolucionando la forma en que se interpretan los ECG y se abordan las patologías cardíacas. Su capacidad para mejorar la precisión diagnóstica, optimizar recursos y anticipar eventos adversos representa un avance significativo en la medicina cardiovascular. No obstante, su implementación debe ser cuidadosa, priorizando siempre el bienestar del paciente y respetando los principios éticos y legales que rigen la práctica médica. La inteligencia artificial tiene el potencial de cambiar para siempre la manera en que ejercemos la medicina. Si se aplica correctamente, esta tecnología no solo permitirá brindar un diagnóstico cardiovascular de calidad en cualquier lugar del mundo, sino que también contribuirá a reducir las disparidades en la atención de salud, acercándonos a un modelo más equitativo y eficiente.¹⁰

Financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiamiento de los sectores públicos, comercial o sin fines de lucro.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de autoría

JAHN, JSTL, VOC, LAD y JAGA declaran que cumplen con los criterios de autoría recomendados por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE).

Referencias

1. Siontis KC, Noseworthy PA, Attia ZI, Friedman PA. Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management. *Nat Rev Cardiol* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2024 Nov 23];18(7):465–78. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33526938/>
2. Islam MS, Kalmady SV, Hindle A, Sandhu R, Sun W, Sepehrvand N, et al. Diagnostic and prognostic electrocardiogram-based models for rapid clinical applications. *Can J Cardiol* [Internet]. 2024 Oct 1 [cited 2024 Nov 23];40(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38992812/>
3. Attia ZI, Noseworthy PA, Lopez-Jimenez F, Asirvatham SJ, Deshmukh AJ, Gersh BJ, 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. *Lancet* [Internet]. 2019 Sep 7 [cited 2024 Nov 23];394(10201):861–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31378392/>
4. Nielsen JC, Lin YJ, de Oliveira Figueiredo MJ, Sepehri Shamloo A, Alfie A, Boveda S, et al. European Heart Rhythm Association (EHRA)/Heart Rhythm Society (HRS)/Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS)/Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS) expert consensus on risk assessment in cardiac arrhythmias: use the right tool for the right outcome, in the right population. *Heart Rhythm* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2024 Nov 23];17(9):e269–316. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32553607/>
5. Ordine L, Canciello G, Borrelli F, Lombardi R, Di Napoli S, Polizzi R, et al. Artificial intelligence-driven electrocardiography: innovations in hypertrophic cardiomyopathy management. *Trends Cardiovasc Med* [Internet]. 2024 [cited 2024 Nov 23]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39147002/>
6. Cohen-Shelly M, Attia ZI, Friedman PA, Ito S, Essayagh BA, Ko WY, et al. Electrocardiogram screening for aortic valve stenosis using artificial intelligence. *Eur Heart J* [Internet]. 2021 Aug 7 [cited 2024 Nov 23];42(30):2885–96. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33748852/>
7. Di Costanzo A, Spaccarotella CAM, Esposito G, Indolfi C. An artificial intelligence analysis of electrocardiograms for the clinical diagnosis of cardiovascular diseases: a narrative review. *J Clin Med* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2024 Nov 23];13(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38398346/>
8. Siontis KC, Noseworthy PA, Attia ZI, Friedman PA. Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management. *Nat Rev Cardiol* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2024 Nov 23];18(7):465–78. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33526938/>
9. Attia ZI, Harmon DM, Behr ER, Friedman PA. Application of artificial intelligence to the electrocardiogram. *Eur Heart J* [Internet]. 2021 Dec 7 [cited 2024 Nov 23];42(46):4717–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34534279/>
10. Shiraga T, Makimoto H, Kohlmann B, Magnisali CE, Imai Y, Itani Y, et al. Improving valvular pathologies and ventricular dysfunction diagnostic efficiency using combined auscultation and electrocardiography data: a multimodal AI approach. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 Nov 23];23(24). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38139680/>