



CONGRESO EUROPEO DE CARDIOLOGÍA

Estudios EchoNet-RCT y AI-ENHANCED

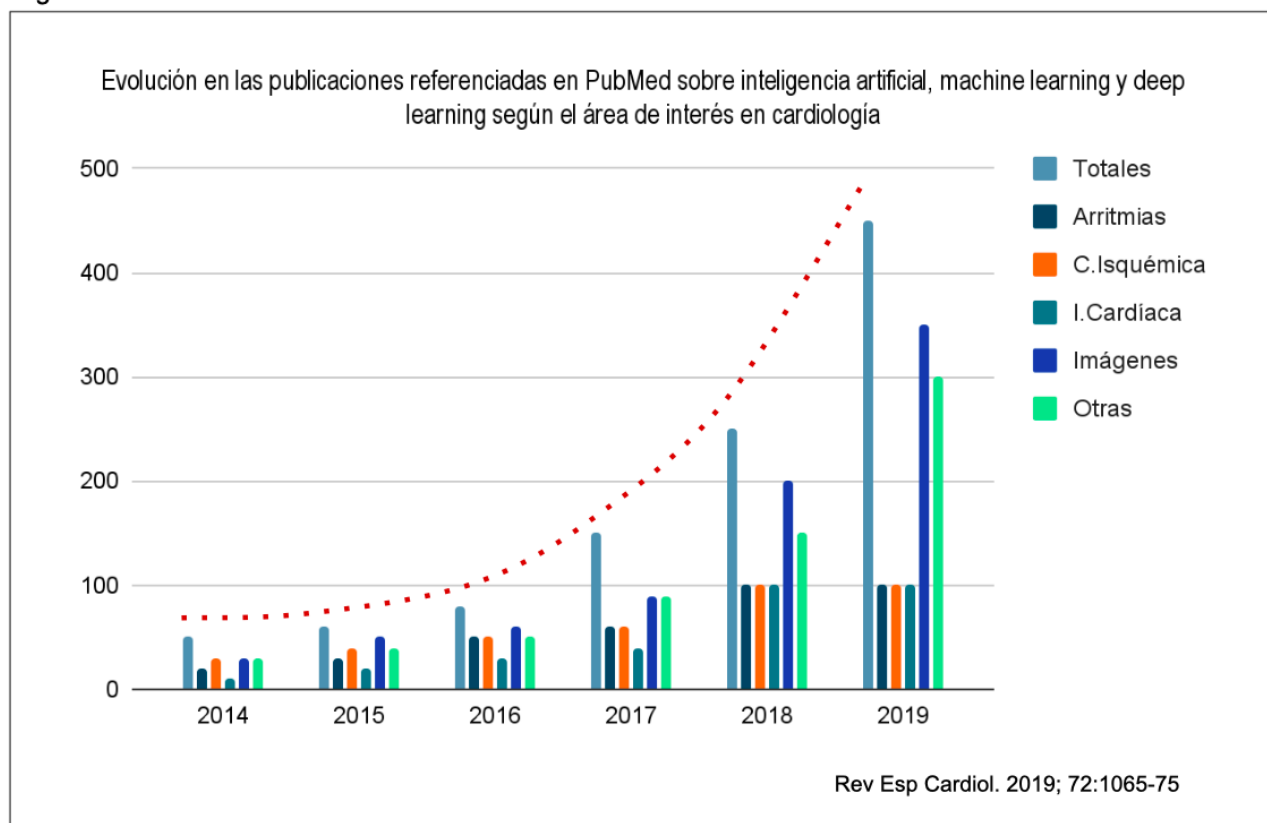
Inteligencia Artificial en ecocardiografía, el camino a La Meca

Introducción

Las técnicas de imagen cardíaca se han convertido en la brújula de la práctica médica actual. Sin embargo, las variabilidades inter e intraoperador continúan siendo el talón de Aquiles de la ecocardiografía (1). En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) ha desembarcado como una herramienta potencialmente útil a la hora de mejorar la eficiencia y disminuir el tiempo de adquisición de estudios (2,3,4). En los últimos años se han desarrollado diferentes algoritmos de IA pero aún faltan estudios aleatorizados y ciegos que permitan lograr una validación externa del método.

Con el correr de la última década, la IA se ha ido camuflando sigilosamente en nuestra práctica médica, siendo el campo de las imágenes cardíacas la meca para estos novedosos algoritmos (Figura 1). Desde el desarrollo de modelos que permiten diferenciar los patrones ecocardiográficos de hipertrofia ventricular fisiológica propia de los atletas de la miocardiopatía hipertrófica familiar, hasta el cálculo de la reserva fraccional de flujo por tomografía (5,6,7).

Figura 1.



La última sesión científica de la Sociedad Europea de Cardiología que tuvo lugar en la ciudad de Barcelona (agosto 2022) se ha encargado de demostrar que los algoritmos de IA lejos de ser una idea futurista, son una oportunidad real para la automatización de tareas de manera precisa y efectiva en la práctica clínica diaria en la actualidad.

Los 2 nuevos estudios de IA en ecocardiografía

De la mano de David Ouyang (Cedars-Sinai, Los Angeles, CA) pudimos conocer los resultados del **EchoNet-RCT** (Seguridad y Eficacia en la valoración de la función ventricular izquierda por IA), uno de los primeros estudios aleatorizados y simple ciego en IA, que buscó determinar la utilidad de un algoritmo de IA para estimar la fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) a lo largo de varios ciclos cardíacos; mientras que Geoffrey A. Strange (University of Sydney, Australia) presentó los resultados del **AI-ENHANCED** (Diagnóstico de Estenosis Aórtica Severa con IA), estudio multicéntrico que validó un algoritmo de IA capaz de identificar a aquellos pacientes con fenotipo de Estenosis Aórtica (EAO) severa y su valor predictivo de mortalidad a partir de parámetros ecocardiográficos.

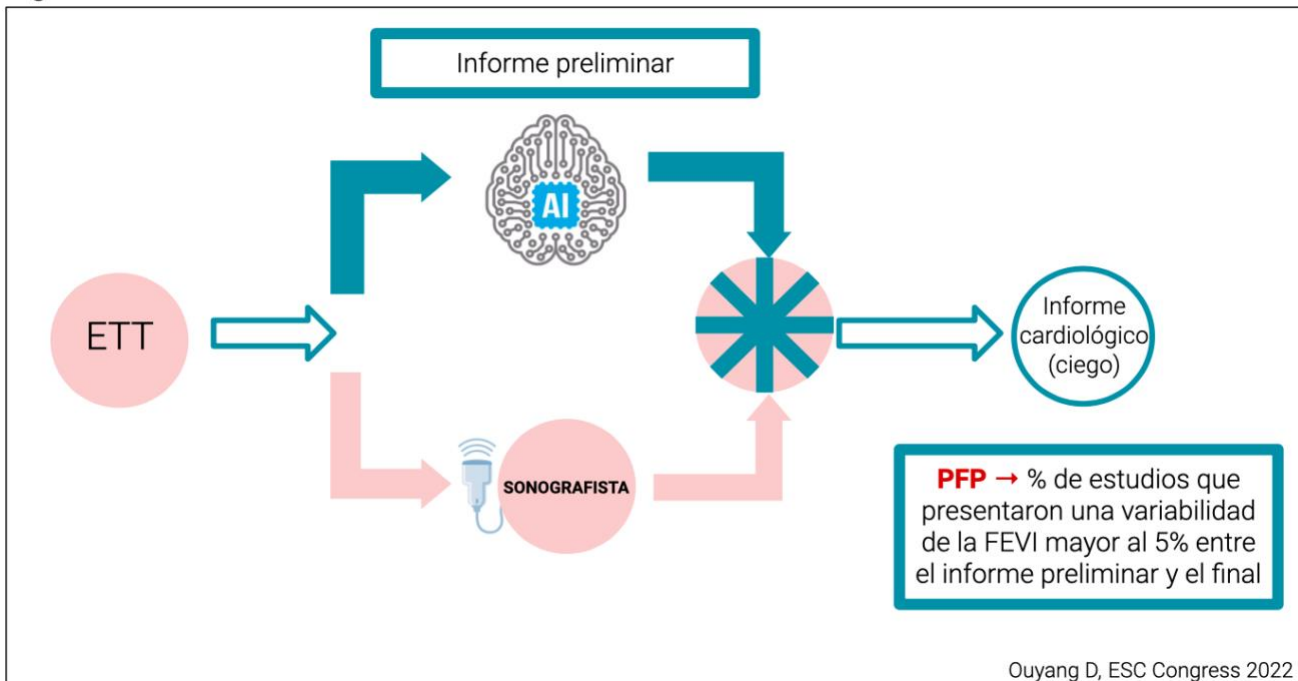
Sabemos que una adecuada estimación de la función ventricular izquierda es mandatoria a la hora de elegir una estrategia terapéutica. Sin embargo, lograr una medición acertada de la FEVI por ecocardiografía 2D continúa siendo un desafío. Como un intento para salir de este laberinto de inexactitudes, el EchoNet-RCT fue un estudio diseñado con un objetivo primario de no inferioridad y uno secundario de superioridad en la valoración de la FEVI con un algoritmo de IA en contraposición con el ojo del sonografista.

EchoNet es un algoritmo de deep learning, entrenado sobre videos de ecocardiograma, que permite evaluar la función ventricular a lo largo de varios ciclos cardíacos, a diferencia de su estimación por Ecocardiografía 2D que valora la misma sobre un único ciclo teniendo como consecuencia mayores imprecisiones. Este algoritmo fue puesto a prueba previamente de forma exitosa con un margen de error absoluto de 4.1% a 6% (8).

Fue llevado a cabo en un único centro de la ciudad de Los Ángeles (Estados Unidos). Se seleccionaron 3769 pacientes en quienes se había realizado previamente un ecocardiograma doppler transtorácico (ETT) para ser prospectivamente reevaluados (por IA o sonografista), permitiendo comparar posteriormente las nuevas mediciones con las previas. Un total de 274 ecocardiogramas fueron excluidos por no haber podido contactar al sonografista.

Se incluyeron 3495 ecocardiogramas que fueron aleatorizados en dos grupos; G1 N:1740 (FEVI estimada por IA) y G2 N:1755 (FEVI estimada por sonografista con método de Simpson biplano). Ambos grupos presentaban similares características, siendo la edad promedio 66 años, 57% hombres, índice de masa corporal alrededor de 26.5 y enfermedad coronaria e hipertensión arterial como las comorbilidades más frecuentes. La obtención de los resultados preliminares fue seguida por la valoración final a cargo del cardiólogo (Figura 2). Veinticinco sonografistas participaron del estudio con un promedio de 14.1 años de experiencia, y diez cardiólogos con una media de 12.7 años de expertiz.

Figura 2.



Se estableció como criterio de valoración principal el porcentaje de estudios que presentaron una variabilidad de la FEVI mayor al 5% en comparación con la estimación preliminar, llevada a cabo por el sonografista o IA, y la valoración final, a cargo del cardiólogo. Como criterios de valoración secundarios, fueron evaluados el tiempo del sonografista, la variación de la FEVI entre

el informe inicial (previo a la aleatorización) y el final, el tiempo del cardiólogo y su capacidad para diferenciar qué agente (IA/sonografista) realizó la valoración preliminar.

El 27.2% (478) de los informes sonográficos y el 16.8% (292) de los obtenidos por IA fueron corregidos en la valoración cardiológica final (diferencia -10.4%, 95% intervalo de confianza [IC] -13.2% a -7.7%, $p < 0.001$ para no inferioridad, $p < 0.001$ para superioridad). Respecto a los tiempos de adquisición para el G1 la mediana fue de 0 segundos y 119 segundos para G2 ($p < 0.001$). Los tiempos para la corrección final por el cardiólogo también fueron significativamente menores en el G1 (54 vs. 64 segundos).

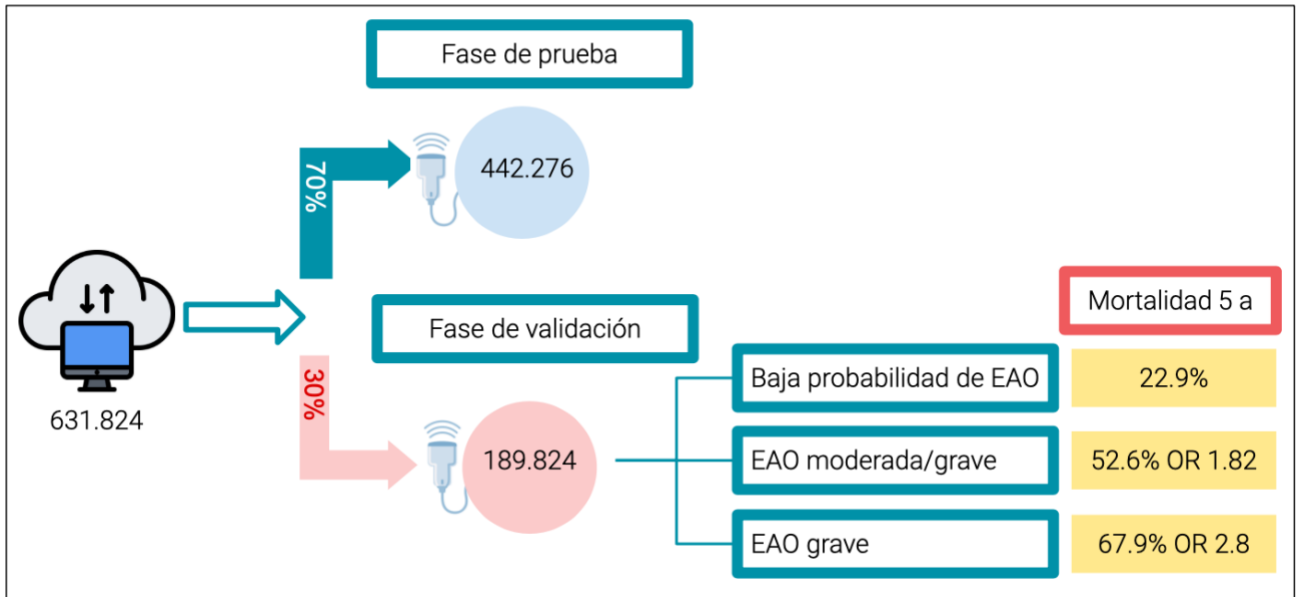
A la hora de comparar los resultados con el informe ecocardiográfico previo a la aleatorización, se observó menor variabilidad respecto a la FEVI en G1 con una media de 6.29 versus 7.23 en G2 (diferencia -0.96%, 95% IC -1.34% to -0.54%, $p < 0.001$ para superioridad). Solamente en el 32.3% de los casos el cardiólogo fue capaz de diferenciar si la FEVI había sido estimada por el sonografista o mediante IA.

La estrategia de valoración de la FEVI por IA mostró no inferioridad y superioridad, presentando tiempos menores de adquisición y mejor correlación de los resultados con el informe previo del paciente. Sería útil obtener resultados en comparación con la estimación de la FEVI por otros métodos que han demostrado ser más exactos en las mediciones como la Ecocardiografía 3D y la Resonancia Magnética Cardíaca.

Si trazamos una línea imaginaria desde el estado de California, pasando por el centro de la Tierra, llegaríamos a Australia, su antípoda, lugar de origen del **AI-ENHANCED**, estudio multicéntrico que incluyó una base de datos de 631.824 pacientes, correspondientes al período comprendido entre el año 1985 y 2019, sobre los cuales se aplicó un nuevo algoritmo de IA que permitió valorar la gravedad y pronóstico a 5 años de la estenosis aórtica en base al área valvular y parámetros agregados como la función ventricular, presencia de hipertensión pulmonar, entre otros.

A partir del análisis de datos se categorizó a los pacientes en tres grupos: aquellos con baja probabilidad de EAO, EAO moderada/grave y EAO grave. Al valorar la sobrevida se observó que aquellos pertenecientes al grupo de EAO moderada/grave presentaron una mortalidad a cinco años de 52.6% (OR 1.82; $p < 0.001$) mientras que en aquellos con EAO grave fue mayor 67.9% (OR 2.8; $p < 0.001$). Sin embargo, el grupo de pacientes con baja probabilidad presentó una mortalidad no esperada del 22.9% (Figura 3).

Figura 3.



El 77.2% de los pacientes categorizados al grupo de EAO grave cumplían criterios de gravedad por las Guías de Práctica Clínica. Este grupo mostró aún mayor mortalidad 69.1% (OR 1.26; $p < 0.021$). Los resultados sugieren que el algoritmo de IA podría ser útil en la práctica clínica diaria para alertarnos sobre aquellos pacientes que podrían llegar a beneficiarse con una intervención quirúrgica precoz.

Es mandatorio destacar la magnitud de la base de datos utilizada, que sin dudas aporta credibilidad al método, pero la inclusión de variables clínicas y comorbilidades es mandatoria para lograr un análisis acertado. Otro posible factor confundidor podría deberse a la amplia brecha histórica de los ETT dado que la mejoría en la calidad de las imágenes y equipos puede haber sido una limitante al momento de interpretar estos datos de forma conjunta.

Comentarios finales

Al analizar los resultados de ambos estudios, la IA demostró ser una herramienta útil que podría incorporarse rápidamente en la práctica clínica, ya que permite obtener mediciones fieles y en tiempos más cortos en comparación con el Ecocardiograma 2D. La posibilidad de aplicar estos algoritmos en contextos clínicos realistas es un horizonte cada vez más cercano, pero aún faltan más ensayos clínicos aleatorizados con un abordaje multicéntrico que permitan lograr una adecuada validación externa del método. Ya estamos cerca de llegar a La Meca.

Autora:



Dra. Pilar López Santi

Residente de cardiología, Hospital Italiano de La Plata
Líder Emergente SIAC
Directora Web CONAREC

Revisor: Dr. Ezequiel J Zaidel.

Bibliografía

1. Otterstad JE, Froeland G, St John Sutton M, Holme I. Accuracy and reproducibility of biplane two-dimensional echocardiographic measurements of left ventricular dimensions and function. *Eur Heart J*. 1997 Mar;18(3):507–13.
2. Asch FM, Poilvert N, Abraham T, Jankowski M, Cleve J, Adams M, et al. Automated Echocardiographic Quantification of Left Ventricular Ejection Fraction Without Volume Measurements Using a Machine Learning Algorithm Mimicking a Human Expert. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2019 Sep;12(9):e009303.
3. Asch FM, Mor-Avi V, Rubenson D, Goldstein S, Saric M, Mikati I, et al. Deep Learning-Based Automated Echocardiographic Quantification of Left Ventricular Ejection Fraction: A Point-of-Care Solution. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2021 Jun;14(6):e012293.
4. Duffy G, Cheng PP, Yuan N, He B, Kwan AC, Shun-Shin MJ, et al. High-Throughput Precision Phenotyping of Left Ventricular Hypertrophy With Cardiovascular Deep Learning. *JAMA Cardiol*. 2022 Apr 1;7(4):386–95.
5. Ranschaert ER, Morozov S, Algra PR. *Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks*. Springer; 2019. 373 p.
6. Tesche C, De Cecco CN, Baumann S, Renker M, McLaurin TW, Duguay TM, et al. Coronary CT Angiography-derived Fractional Flow Reserve: Machine Learning Algorithm versus Computational Fluid Dynamics Modeling. *Radiology*. 2018 Jul;288(1):64–72.
7. De Cecco CN, van Assen M, Leiner T. *Artificial Intelligence in Cardiothoracic Imaging*. Springer Nature; 2022. 595 p.
8. Ouyang D, He B, Ghorbani A, Yuan N, Ebinger J, Langlotz CP, et al. Video-based AI for beat-to-beat assessment of cardiac function [Internet]. Vol. 580, *Nature*. 2020. p. 252–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-020-2145-8>