

L' INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN CARDIOLOGIA

MAURIZIO BARONI

Bologna, cardiologo libero professionista, segretario regionale ANCE Emilia-Romagna, vicepresidente regionale SIT Emilia-Romagna

L'intelligenza artificiale (IA) sta entrando sempre di più nell'ambito medico tanto da modificare e secondo alcuni rivoluzionare la professione medica. Per ora non ha ancora cambiato la pratica clinica negli ambulatori medici, ma conoscerne le potenzialità e anche i problemi connessi all'utilizzo di questa rivoluzionaria tecnologia risulta sicuramente importante (1-2).

I dati digitali aumentano di giorno in giorno in maniera vertiginosa e contengono un numero elevatissimo di informazioni (big data), anche in ambito sanitario, che l'IA tramite differenti modalità (quali per esempio machine learning e deep learning) è in grado di analizzare, cosa non possibile all'uomo. E' quindi verosimile che nel prossimo futuro l'IA impatterà sulla diagnosi delle malattie e conseguentemente sulla cura dei pazienti, sulla ricerca medica e sullo sviluppo di nuovi farmaci o terapie.

In ambito cardiologico i principali campi di applicazione dell'IA risultano:

- 1) elettrocardiografia
- 2) diagnostica per immagini: radiologia tradizionale, ecocardiografia, tomografia computerizzata, risonanza magnetica.

Elettrocardiografia

L'IA consente di effettuare in maniera automatica e accurata (paragonabile o forse anche superiore a cardiologi esperti) la diagnosi di differenti aritmie e la valutazione dei principali parametri elettrocardiografici quali l'onda P, il complesso QRS, il tratto ST e l'intervallo QT; permette inoltre di determinare età e sesso ed etnia del paziente e anche di rilevare eventuali discordanze tra età reale anagrafica del soggetto e età indicata dal tracciato elettrocardiografico.

Sicuramente più interessante appare la possibilità di predire l'insorgenza di fibrillazione atriale nel breve periodo mediante l'analisi dell'elettrocardiogramma in ritmo sinusale, di valutare la presenza di ipertrofia e disfunzione del ventricolo sinistro, di diagnosticare specifiche malattie cardiache quali la cardiomiopatia ipertrofica, l'amiloidosi cardiaca, le malattie dei canali ionici, le cardiopatie congenite e anche le valvulopatie quali la stenosi aortica, l'insufficienza mitralica. Inoltre l'IA sempre mediante l'analisi dell'elettrocardiogramma può consentire il monitoraggio di farmaci antitumorali potenzialmente cardiotossici.

Importante risulta il ruolo dell'IA nella valutazione del dolore toracico acuto nei dipartimenti di emergenza e nella diagnosi di infarto miocardico sempre tramite la valutazione della ripolarizzazione ventricolare (3-24).

Diagnostica per immagini

In ambito cardiologico l'IA mediante un'analisi accurata dei reperti rilevati può consentire diagnosi più precise e di conseguenza un migliore inquadramento clinico del paziente.

Per quanto riguarda la Radiografia del Torace è possibile identificare la presenza di aterosclerosi coronarica, stenosi valvolare aortica, disfunzione ventricolare sinistra (25-26).

Per quanto riguarda la Tomografia Computerizzata è possibile effettuare un'analisi precisa dell'anatomia coronarica (presenza ed entità e composizione delle placche coronariche, valutazione del calcium-score), ma anche della tipologia, posizione ed entità del grasso epicardico, nuovo fattore di rischio cardiovascolare. Da ricordare inoltre l'impiego presso i dipartimenti di emergenza nelle situazioni acute (27-28).

Per quanto riguarda l'Ecocardiografia le applicazioni dell'IA sono molteplici: la maggiore obiettività e accuratezza dei parametri rilevati mediante l'analisi automatica (l'ecocardiografia è una metodica operatore dipendente), permette una migliore valutazione della presenza e entità delle valvulopatie e della disfunzione del ventricolo sinistro, elemento fondamentale in numerose patologie cardiache e molto utile anche in cardio-oncologia per il monitoraggio dei farmaci antitumorali chemioterapici potenzialmente cardiotossici (29-31).

Per quanto riguarda la Risonanza Magnetica, esame gold standard per la diagnosi di numerose cardiopatie, l'IA consente un'analisi precisa e anche più rapida della morfologia e della funzione cardiaca e della presenza di fibrosi/infiammazione, parametri fondamentali per valutare gli esiti di miocarditi o di infarto miocardico.

Inoltre l'IA può supportare il medico in situazioni cliniche quali lo scompenso cardiaco o le sindromi coronariche in cui la diagnosi talora risulta difficile e permettere previsioni accurate sull'outcome.

D'altro canto vi sono anche elementi critici legati all'uso dell'IA che devono essere conosciuti: la qualità e la validità dei dati, la loro completezza e il corretto utilizzo influenzano in maniera significativa i risultati finali, inoltre deve essere sempre rispettata la normativa sulla privacy nella gestione e condivisione dei dati. Vi possono essere anche problemi etici legati al tipo di algoritmo usato o agli scopi per cui gli algoritmi vengono utilizzati. Non da ultimo l'eccessiva fiducia in queste tecnologie, che non sono infallibili, potrebbe condizionare il giudizio clinico da parte del medico (32-34).

In conclusione l'IA in ambito cardiologico sta aprendo nuove opportunità in campo diagnostico, terapeutico, di valutazione del rischio e per tale motivo il medico deve imparare a confrontarsi con queste nuove tecnologie e saperle gestire per una medicina sempre più efficiente e personalizzata.

Bibliografia

1. Char DS, Shah NH, Magnus D. Implementing Machine Learning in Health Care – Addressing Ethical Challenges. *N Engl J Med*. 2018; 378: 981-983
2. Beam AL, Kohane IS. Big Data and Machine Learning in Health Care. *JAMA* 2018; 319:1317-1318
3. Hannun AY, Rajpurkar P, Haghpanahi M, Tison GH, Bourn C, Turakhia MP, et al. Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. *Nat Med* 2019;25:65–9.
4. Attia ZI, Harmon DM, Behr ER, Friedman PA. Application of artificial intelligence to the electrocardiogram. *Eur Heart J* 2022; 42:4717–30.
5. Siontis, K.C.; Noseworthy, P.A.; Attia, Z.I.; Friedman, P.A. Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management. *Nat. Rev. Cardiol.* 2021, 18, 465–478.
6. Attia, Z. I. 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* 2019; 394, 861–867
7. Noseworthy PA, Attia ZI, Behnken EM, Giblon RE, Bews KA, Liu S, et al. Artificial intelligence-guided screening for atrial fibrillation using electrocardiogram during sinus rhythm: a prospective non-randomised interventional trial. *Lancet* 2022;400:1206–12.
8. Liu CW, Wu FH, Hu YL, Pan RH, Lin CH, Chen YF, et al. Left ventricular hypertrophy detection using electrocardiographic signal. *Sci Rep* 2023;13:2556.
9. Park S, Lee H, Kim Y, Jung J. AI-augmented electrocardiography for early detection of hypertensive heart disease in individuals with hypertension. Randomized control trial. *J Hypertens Cardiovasc Health* 2020;38(3):120–35.
10. Cho J, Lee B, Kwon JM, Lee Y, Park H, Oh BH, et al. Artificial intelligence algorithm for screening heart failure with reduced ejection fraction using electrocardiography. *ASAIO J* 2021;67:314–21.
11. Attia, Z.I.; Kapa, S.; Lopez-Jimenez, F.; McKie, P.M.; Ladewig, D.J.; Satam, G.; Pellikka, P.A.; Enriquez-Sarano, M.; Noseworthy, P.A.; Munger, T.M.; et al. Screening for cardiac

- contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram. *Nat. Med.* 2019, 25, 70–74.
12. Adedinsewo, D.; Carter, R.E.; Attia, Z.; Johnson, P.; Kashou, A.H.; Dugan, J.L.; Albus, M.; Sheele, J.M.; Bellolio, F.; Friedman, P.A.; et al. Artificial Intelligence-Enabled ECG Algorithm to Identify Patients With Left Ventricular Systolic Dysfunction Presenting to the Emergency Department With Dyspnea. *Circ. Arrhythmia Electrophysiol.* 2020, 13, e008437
 13. Ko, W.-Y.; Siontis, K.C.; Attia, Z.I.; Carter, R.E.; Kapa, S.; Ommen, S.R.; Demuth, S.J.; Ackerman, M.J.; Gersh, B.J.; Arruda-Olson, A.M.; et al. Detection of Hypertrophic Cardiomyopathy Using a Convolutional Neural Network-Enabled Electrocardiogram. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2020, 75, 722–733.
 14. Sammani A, van de Leur RR, Henkens MT, Meine M, Loh P, Hassink RJ, et al. Life-threatening ventricular arrhythmia prediction in patients with dilated cardiomyopathy using explainable electrocardiogram-based deep neural networks. *Europace* 2022;24:1645–54.
 15. Bos JM, Attia ZI, Albert DE, Noseworthy PA, Friedman PA, Ackerman MJ. Use of artificial intelligence and deep neural networks in evaluation of patients with electrocardiographically concealed long QT syndrome from the surface 12-lead electrocardiogram. *JAMA Cardiol* 2021;6:532–8.
 16. Grogan M, Lopez-Jimenez F, Cohen-Shelly M, Dispenzieri A, Attia ZI, Abou Ezzedine OF, et al. Artificial intelligence-enhanced electrocardiogram for the early detection of cardiac amyloidosis. *Mayo Clin Proc* 2021 Nov;96(11):2768–78.
 17. Arnaout R, Curran L, Zhao Y, Levine JC, Chinn E, Moon-Grady AJ. An ensemble of neural networks provides expert-level prenatal detection of complex congenital heart disease. *Nat Med.* 2021;27(5):882–891.
 18. Harmon, D.M.; Malik, A.; Nishimura, R. Progression of Calcific Aortic Stenosis Detected by Artificial Intelligence Electrocardiogram. *Mayo Clin. Proc.* 2022, 97, 1211–1212.
 19. Pandey A, Adedinsewo D. The future of AI-enhanced ECG interpretation for valvular heart disease screening. *J Am Coll Cardiol* 2022 Aug 9;80(6):627–30.
 20. Cohen-Shelly, M.; I Attia, Z.; A Friedman, P.; Ito, S.; A Essayagh, B.; Ko, W.-Y.; Murphree, D.H.; Michelena, H.I.; Enriquez-Sarano, M.; E Carter, R.; et al. Electrocardiogram screening for aortic valve stenosis using artificial intelligence. *Eur. Heart J.* 2021, 42, 2885–2896.
 21. Kwon, J.-M.; Kim, K.-H.; Akkus, Z.; Jeon, K.-H.; Park, J.; Oh, B.-H. Artificial intelligence for detecting mitral regurgitation using electrocardiography. *J. Electrocardiol.* 2020, 59, 151–157.

22. Oikonomou EK, Sangha V, Dhingra LS, et al. Artificial intelligence-enhanced risk stratification of cancer therapeutics-related cardiac dysfunction using electrocardiographic images. medRxiv. Published online March 19, 2024.
23. Gumpfer, N.; Grun, D.; Hannig, J.; Keller, T.; Guckert, M. Detecting myocardial scar using electrocardiogram data and deep neural networks. *Biol. Chem.* 2021, 402, 911–923.
24. Chang KC, Hsieh PH, Wu MY, Wang YC, Wei JT, Shih ES, et al. Usefulness of multi-labelling artificial intelligence in detecting rhythm disorders and acute ST-elevation myocardial infarction on 12-lead electrocardiogram. *Eur Heart J Digit Health* 2021;2:299–310.
25. Weiss J, Raghu VK, Paruchuri K, et al. Deep learning to estimate cardiovascular risk from chest radiographs : a risk prediction study. *Ann Intern Med.* 2024;177(4):409–417.
26. Ueda D, Matsumoto T, Ehara S, et al. Artificial intelligence-based model to classify cardiac functions from chest radiographs: a multi-institutional, retrospective model development and validation study. *Lancet Digit Health.* 2023;5(8):e525–e533.
27. Avram R, Barrios JP, Abreau S, et al. Automated assessment of cardiac systolic function from coronary angiograms with video-based artificial intelligence algorithms. *JAMA Cardiol.* 2023;8(6):586–594.
28. Kamel PI, Yi PH, Sair HI, Lin CT. Prediction of coronary artery calcium and cardiovascular risk on chest radiographs using deep learning. *Radiol Cardiothorac Imaging.* 2021;3(3):e200486.
29. Seetharam K, Kagiya N, Sengupta PP. Application of mobile health, telemedicine and artificial intelligence to echocardiography. *Echo Res Pract.* 2019 Jun 1;6(2):R41-R52.
30. Al'Aref SJ, Anchouche K, Singh G, et al. Clinical applications of machine learning in cardiovascular disease and its relevance to cardiac imaging. 2019 Jun 21;40(24):1975-86.
31. Seetharam K, Shrestha S, Sengupta PP. Artificial Intelligence in Cardiac Imaging. *US Cardiology Review.* 2019 Nov;13(2):110-6.
32. Kwon, J.-M.; Jo, Y.-Y.; Lee, S.Y.; Kim, K.-H. Artificial intelligence using electrocardiography: Strengths and pitfalls. *Eur. Heart J.* 2021, 42, 2896–2898.
33. Han, X.; Hu, Y.; Foschini, L.; Chinitz, L.; Jankelson, L.; Ranganath, R. Deep learning models for electrocardiograms are susceptible to adversarial attack. *Nat. Med.* 2020, 26, 360–363.
34. Cohen IG, Amarasingham R, Shah A, Xie B, Lo B. The legal and ethical concerns that arise from using complex predictive analytics in health care. *Health Aff.* 2014;33(7):1139–1147.