L’Intelligenza artificiale applicata all’elettrocardiogramma (IA-ECG)Prima Parte

Data 15 gennaio 2023
Categoria Medicinadigitale

L'intelligenza artificiale applicata all'ECG standard è in grado di potenziare enormemente le performance di un esame diagnostico in uso da oltre 100 anni.

L’ECG è il substrato ideale per le applicazioni dell’intelligenza artificiale (IA), è infatti largamente disponibile e in grado di produrre dati facilmente archiviabili e trasferibili in formato digitale. Mediante l’utilizzo di enormi dataset, integrati con le attuali smisurate capacità computazionali, in particolare le reti neurali convoluzionali (CNN), l’ECG standard potenziato dalla IA (IA-ECG), può individuare alterazioni subcliniche, non evidenziabili dall’occhio umano. Ciò permette di identificare le fasi iniziali e di monitorare il decorso di condizioni cardiache e anche non cardiache, come abbiamo descritto in una precedente pillola (1).
Vengono presentate di seguito alcune delle principali applicazioni in ambito cardiologico.

AI-ECG e fibrillazione atriale
La fibrillazione atriale (FA) è spesso parossistica, silente e quindi non diagnosticata. I comuni metodi di screening sono impegnativi in termini di tempo e risorse.
Numerosi studi, in gran parte retrospettivi ed effettuati in contesti sperimentali (2), hanno evidenziato che mediante la IA-ECG è possibile riconoscere la “firma elettrocardiografica” di una FA parossistica in una registrazione ECG standard, ricavata **durante il normale ritmo sinusale** . L’IA-ECG è infatti in grado di evidenziare alterazioni subcliniche, associate a fibrosi atriale o transitorie modifiche fisiologiche, non evidenziabili nemmeno dal cardiologo più esperto. In questo modo anziché “cercare l’ago nel pagliaio” l’algoritmo permette di stabilire “se l’ago è veramente presente” (3).
Utilizzando una rete neurale allenata con circa 650.000 ECG ottenuti da una coorte di circa 180.000 pazienti afferenti alla Mayo Clinic con almeno un ECG normale, ZI Attia et al (4) hanno dimostrato una performance della IA-ECG di grande efficacia nella rilevazione della FA con una accuratezza diagnostica di quasi l‘80%. Lo strumento può essere molto utile ad esempio per identificare la FA silente e decidere di effettuare la terapia anticoagulante nella prevenzione secondaria degli stroke embolici di origine indeterminata (ESUS) oppure nella predizione del rischio di FA (5), combinando i dati ECG con gli altri parametri abitualmente utilizzati: età, sesso, caratteristiche cliniche e biomarcatori.
L’utilizzo della IA-ECG nei dispositivi indossabili potrebbe quantificare con maggiore precisione il burden della FA nel singolo paziente per una più efficace e sicura prevenzione delle complicanze dell’aritmia.

AI-ECG e disfunzione ventricolare sinistra
La disfunzione sistolica del ventricolo sinistro (LVSD) è una condizione spesso asintomatica che aumenta il rischio di embolia sistemica, ictus e morte. Una diagnosi precoce e un’adeguata gestione terapeutica possono migliorare la qualità di vita dei pazienti e ridurre la mortalità (6).
Numerosi studi hanno valutato l’efficacia di strumenti di supporto decisionale basati sulla IA-ECG per la diagnosi precoce di LVSD5. Uno studio condotto da Yao X et al (7) ha randomizzato 120 team di cure primarie, comprendenti 358 medici, a gruppo intervento (accesso ai risultati della IA-ECG, 181 clinici partecipanti) o controllo (cura abituale, 177 medici). Sono stati valutati gli ECG ottenuti in 22.641 soggetti adulti senza diagnosi precedente di scompenso cardiaco. L’end point primario era una nuova diagnosi di FE ridotta (≤ 50%) entro 3 mesi. La IA-ECG ha aumentato l’efficacia diagnostica nei confronti della LVSD che è risultata 2,1% vs 1,6% rispettivamente nel braccio di intervento vs controllo (OR 1,32, P= 0,007). Lo studio evidenzia dunque che l’AI-ECG può consentire una diagnosi precoce di riduzione della FE nel setting delle cure primarie, dove la LVSD è in genere sotto-diagnosticata.

La diagnosi di disfunzione ventricolare sinistra mediante smartwatch
La IA-ECG può essere applicata anche agli strumenti indossabili, in ambiente non clinico. Uno studio prospettico (8) condotto da ricercatori della Mayo Clinic, ha utilizzato una app dell’iPhone sviluppata appositamente, per registrare gli ECG a derivazione singola prodotti mediante l’Apple Watch e identificare la presenza della LVSD. Lo studio ha reclutato 2.454 pazienti (età media 53±15 anni, 56% donne) che hanno inviato per e-mail, in un periodo di 5 mesi, 125.610 ECG su una piattaforma digitale dove i tracciati venivano rivisti dai clinici e analizzati dalla IA. L'algoritmo ha rilevato pazienti con ridotta FE (≤ 40%) con un'AUC di 0,88 (IC 95% 0,823-0,946) e 0,881 (IC 95% 0,815-0,947), rispettivamente utilizzando la previsione media all'interno di una finestra di 30 giorni o l'ECG più vicino rispetto all’ecocardiogramma che ha determinato la EF.

Conclusioni
L’IA-ECG può essere utilizzata come strumento diagnostico, predittivo, nella personalizzazione del trattamento e per evidenziare nuovi fenotipi di malattia. La sfida è come implementarne l’utilizzo per renderla fruibile e ed effettivamente utile per la pratica quotidiana.
La necessità di enormi dataset di training, validazione e testing, spesso provenienti da molte diverse istituzioni, sollevano per esempio problemi di sicurezza e protezione dei dati, per il rischio di cyber-attacchi per furto o adversarial machine learning, tecnica usata per indurre gli algoritmi di apprendimento automatico a produrre modelli falsi e imprecisi. Anche una minima perturbazione dei dati di input, per esempio un singolo pixel nell’immagine di un ECG, impercettibile per l’occhio umano, può infatti produrre dati falsi di output.
Uno dei problemi della IA-ECG è quello di creare soggetti definibili come “previvors”, cioè persone sane ma con una

predisposizione elevata a manifestare una malattia potenzialmente grave. Nel caso della LVSD i soggetti con IA-ECG positiva hanno infatti un rischio a 5 anni di sviluppare la malattia aumentato di 5 volte (9). Ciò determina la necessità di una valutazione accurata delle conseguenze in termini di ansia dei pazienti, copertura assicurativa e in generale di gestione terapeutica in assenza di dati sulla storia naturale di condizioni accertate con queste modalità.
Soprattutto è necessaria una dimostrazione di superiorità nella realtà clinica rispetto ai metodi standard. Numerosi studi sono in corso per dare risposta a queste e ad altre domande.

Giampaolo Collecchia e Riccardo De Gobbi

Bibliografia

1) Pillole.org - Pillole: Diagnosi di anemia all'elettrocardiogramma
(2) Attia ZI et al. Application of artificial intelligence to the electrocardiogram. European Heart Journal 2021; 42. 4717-4730
(3) Hendriks JM, Fabriz L. AI can now identify atrial fibrillation through sinus rhythm. Lancet 2019:; 812-813
(4) Attia ZI 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
(5) Christopoulos G et al. Artificial intelligence-electrocardiography to prevent incident atrial fibrillation: a population-based study. Circ Arrhythm Electrophysiology 2020; 13:e009355
(6) Vasan RS et al. Epidemiology of left ventricular systolic dysfunction and heart failure in the framingham study: an echocardiographic study over 3 decades. JACC: Cardiovasc Imaging 2018;11:1–11
(7) Yao X et al. Artificial intelligence-enabled electrocardiograms for identification of patients with low ejection fraction: a pragmatic, randomized clinical trial. Nat Med 2021 May;27(5):815-819.
(8) Attia ZI et al. Prospective evaluation of smartwatch-enabled detection of left ventricular dysfunction. Nat Med (2022). https://doi.org/10.1038/s41591-022-02053-1
(9) Attia ZI et al. Screening for cardiac contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram Nat Med 2019; 35: 70-74

Perapprofondimenti:
Collecchia G. De Gobbi R.: Intelligenza Artificiale e Medicina Digitale. Una guida critica. Il Pensiero Scientifico Ed. Roma 2020
pensiero.it/catalogo/libri/pubblico/intelligenza-artificiale-e-medicina-digitale