SISTEMA SANITARIO REGIONALE

AZIENDA OSPEDALIERO-UNIVERSITARIA
POLICLINICO UMBERTO I

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



WORKSHOP "INNOVAZIONE"

Intelligenza Artificiale Alleata di Medici e Pazienti?

Doctor I.A.: Basta un click?

L'intelligenza artificiale I.A. nella diagnostica elettrocardiografica

Dott. Carlo Lavalle

Policlinico Umberto I - Roma

ELETTROCARDIOGRAMMA E INTELLIGENZA ARTIFICIALE



L’elettrocardiogramma (ECG) è la registrazione, attraverso degli elettrodi posti sul torace, dell'attività elettrica del cuore.

Fornisce informazioni:

- Sul ritmo
- Sulla presenza anomalie strutturali
- Alcune condizioni subcliniche

ELETTROCARDIOGRAMMA E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

L’elettrocardiogramma è il substrato ideale per le applicazioni dell’intelligenza artificiale (Ia):

- Facilmente ottenibile e replicabile
- largamente disponibile
- in grado di produrre dati facilmente archiviabili e trasferibili in formato digitale.



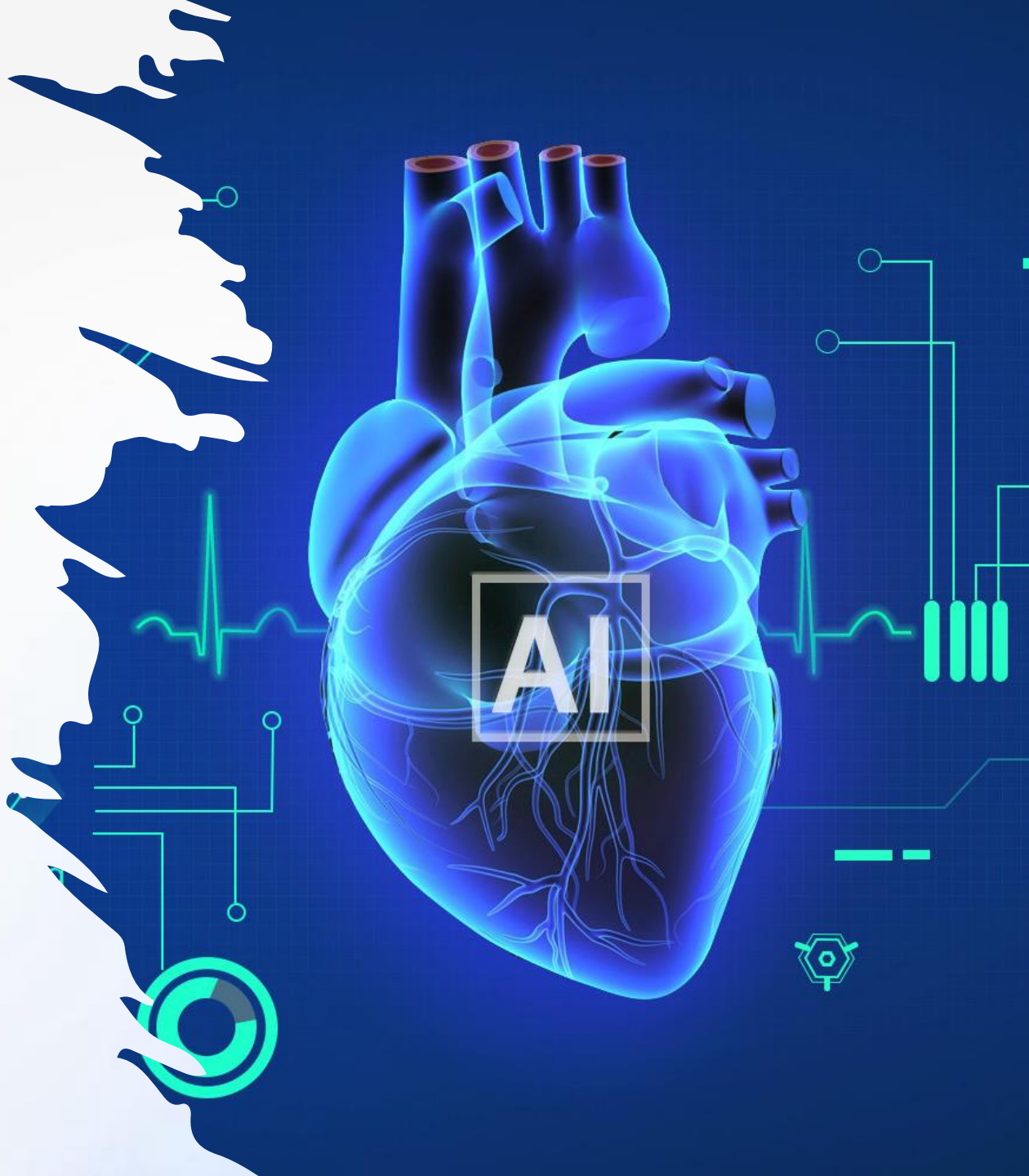
Mediante l’utilizzo di enormi dataset l’ccg standard potenziato dalla Intelligenza artificiale (Ia-Ecg) può individuare alterazioni subcliniche, non evidenziabili dall’occhio umano. Ciò permette di identificare le fasi iniziali e di monitorare il decorso di condizioni cardiache e anche non cardiache

ELETTROCARDIOGRAMMA E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

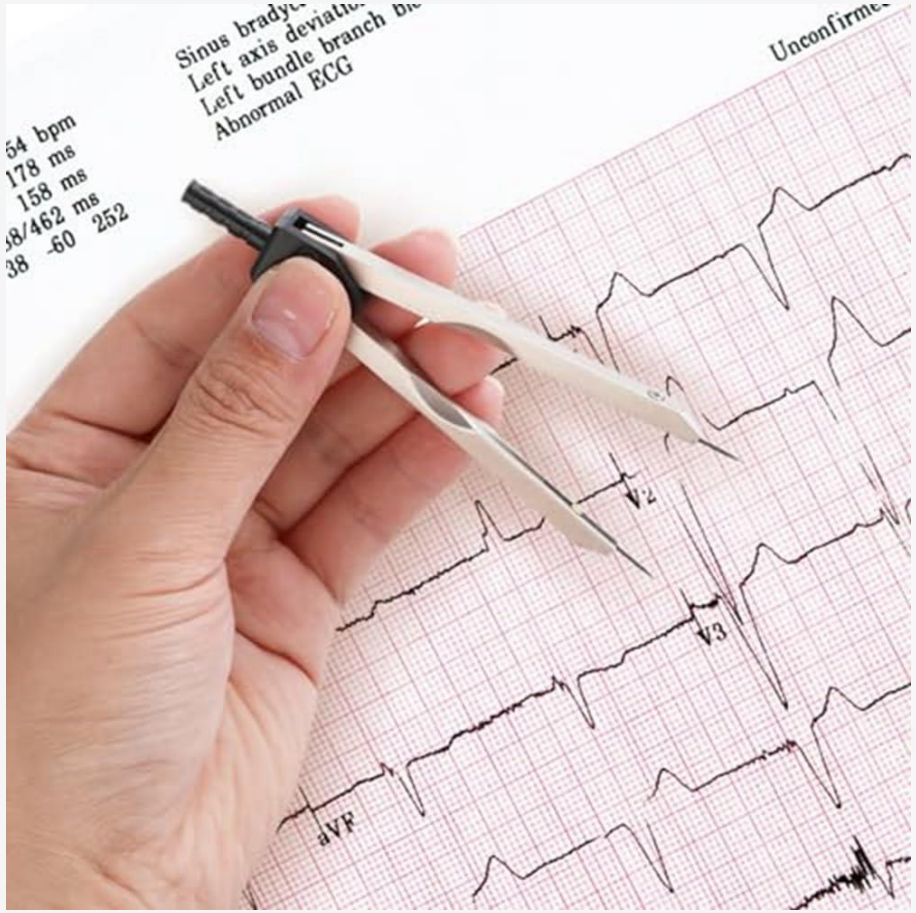
In termini generali, l'IA può essere applicata all'ECG in due modi.

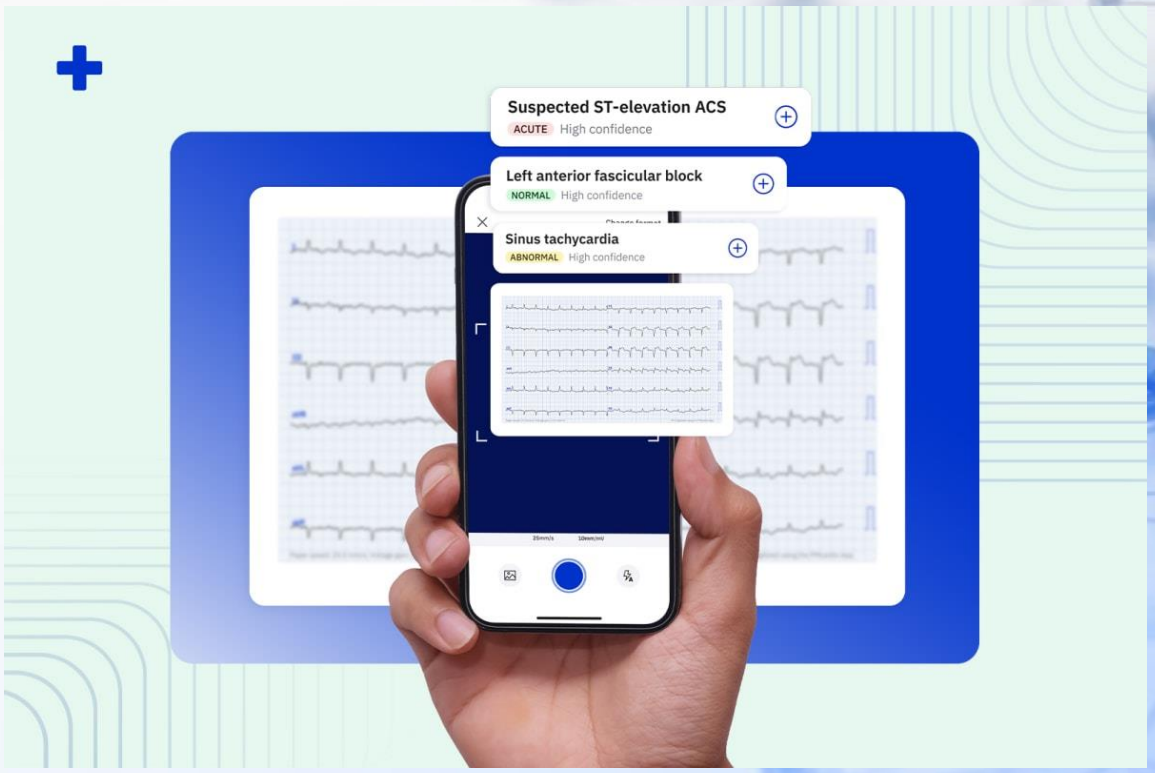
1. In uno, le competenze umane attualmente utilizzate, come la determinazione delle aritmie o dell'infarto acuto, vengono eseguite in modo automatizzato, rendendo tali competenze massivamente scalabili.

2. Il secondo utilizzo consiste nell'estrarre informazioni da un ECG oltre ciò che un essere umano può tipicamente fare.



ELETTROCARDIOGRAMMA E INTELLIGENZA ARTIFICIALE



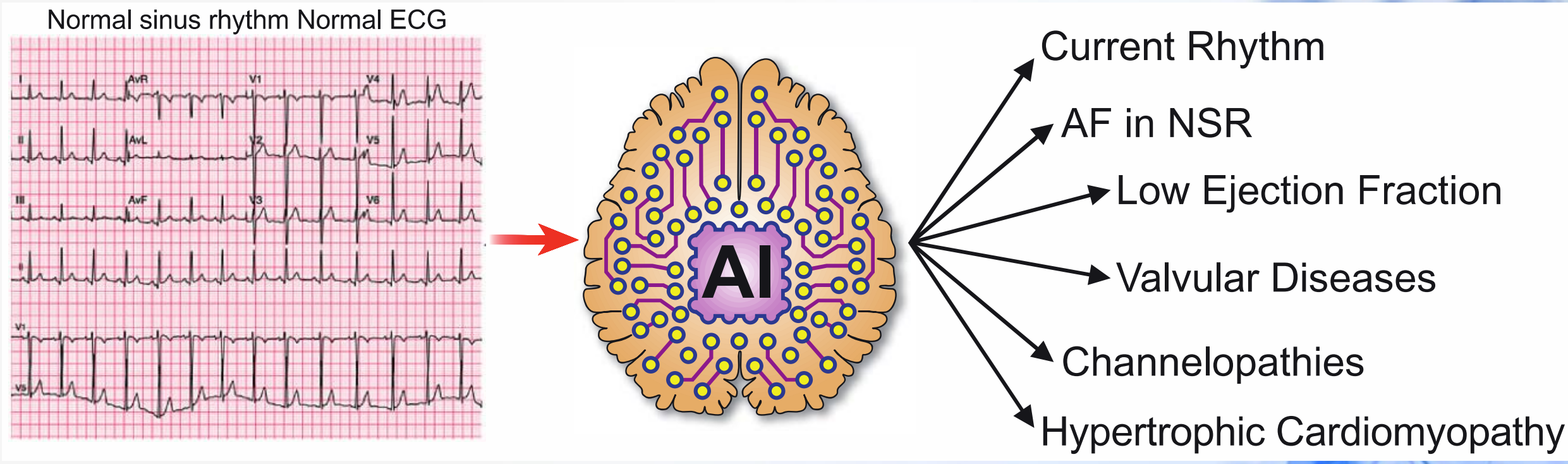


DAL COMPASSO …

… AGLI ALGORITMI.

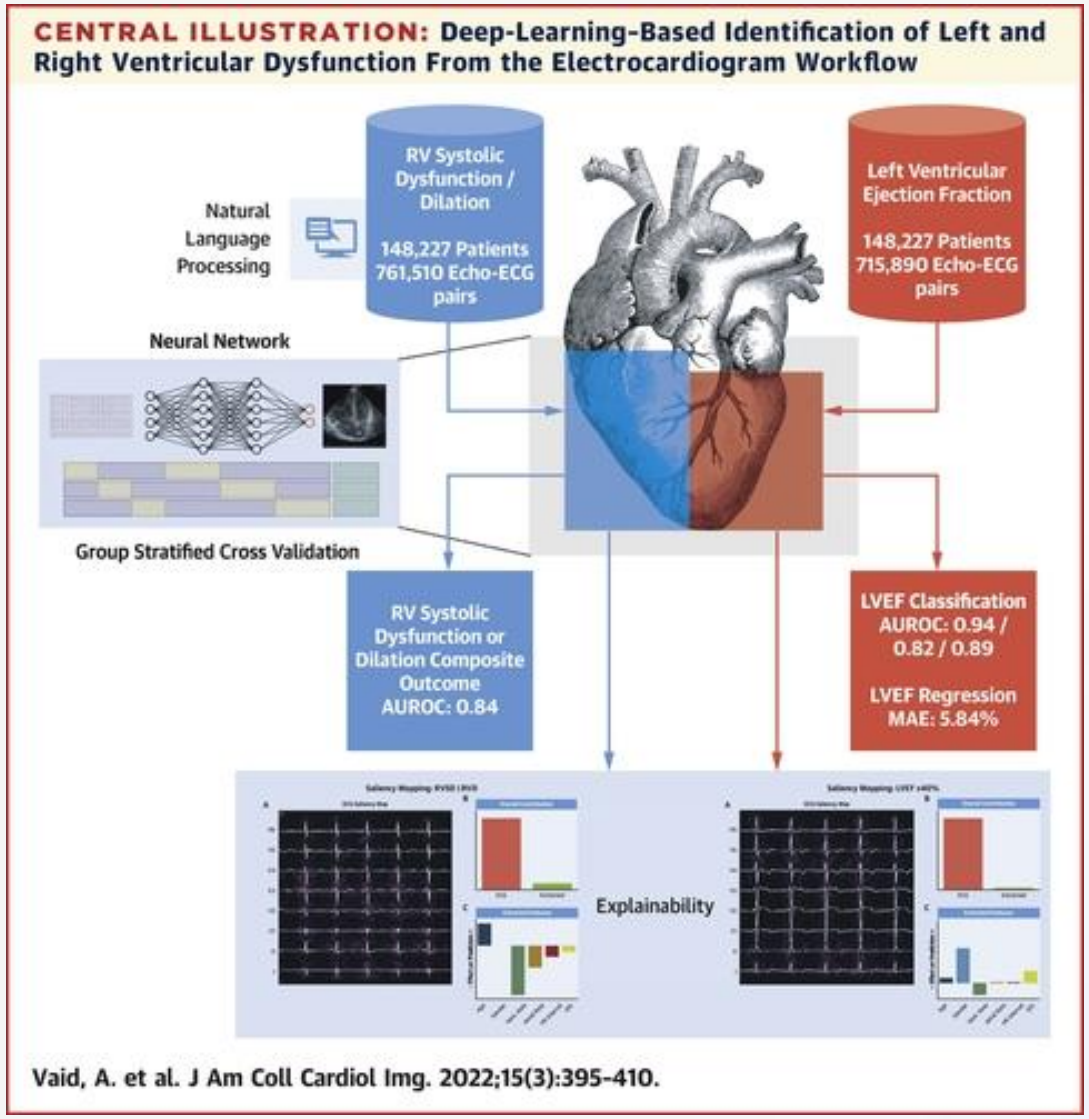
ELETTROCARDIOGRAMMA E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

L'applicazione dell'intelligenza artificiale all'elettrocardiogramma standard consente di diagnosticare condizioni non precedentemente identificabili da un elettrocardiogramma, o di farlo con una performance maggiore rispetto passato.

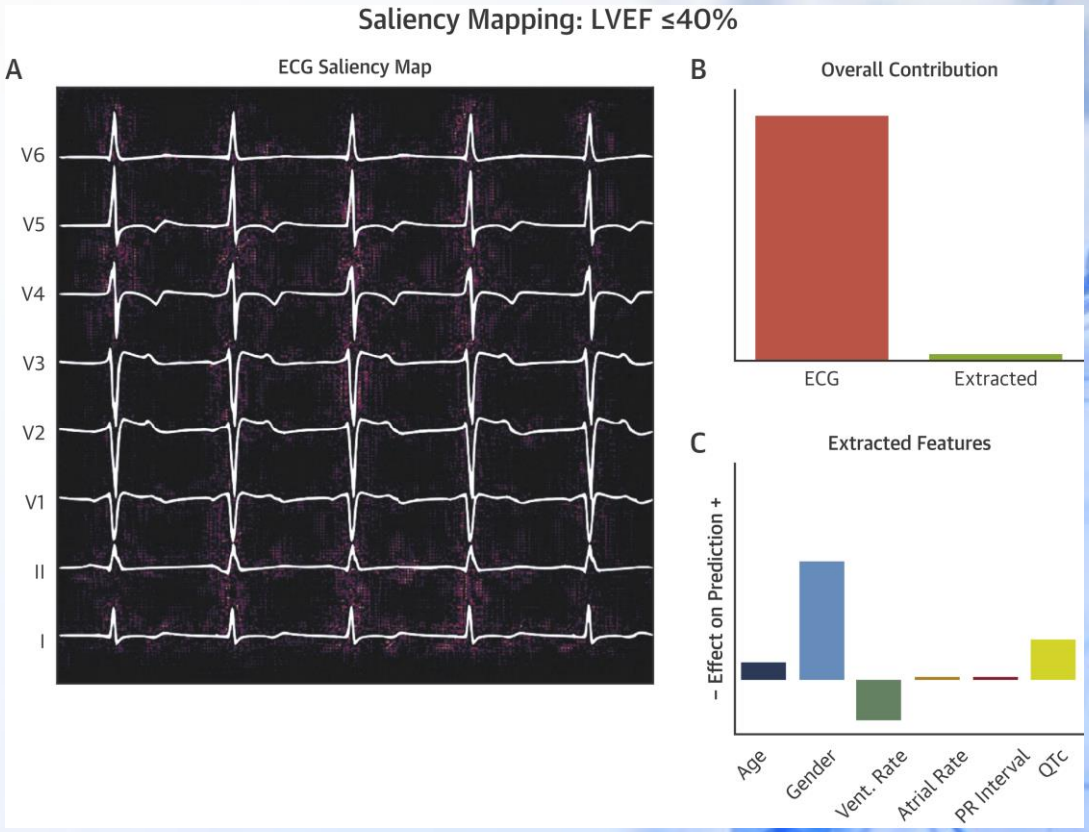


European Heart Journal (2021) 42, 4717–4730

IA-ECG E DISFUNZIONE VENTRICOLARE SINISTRA

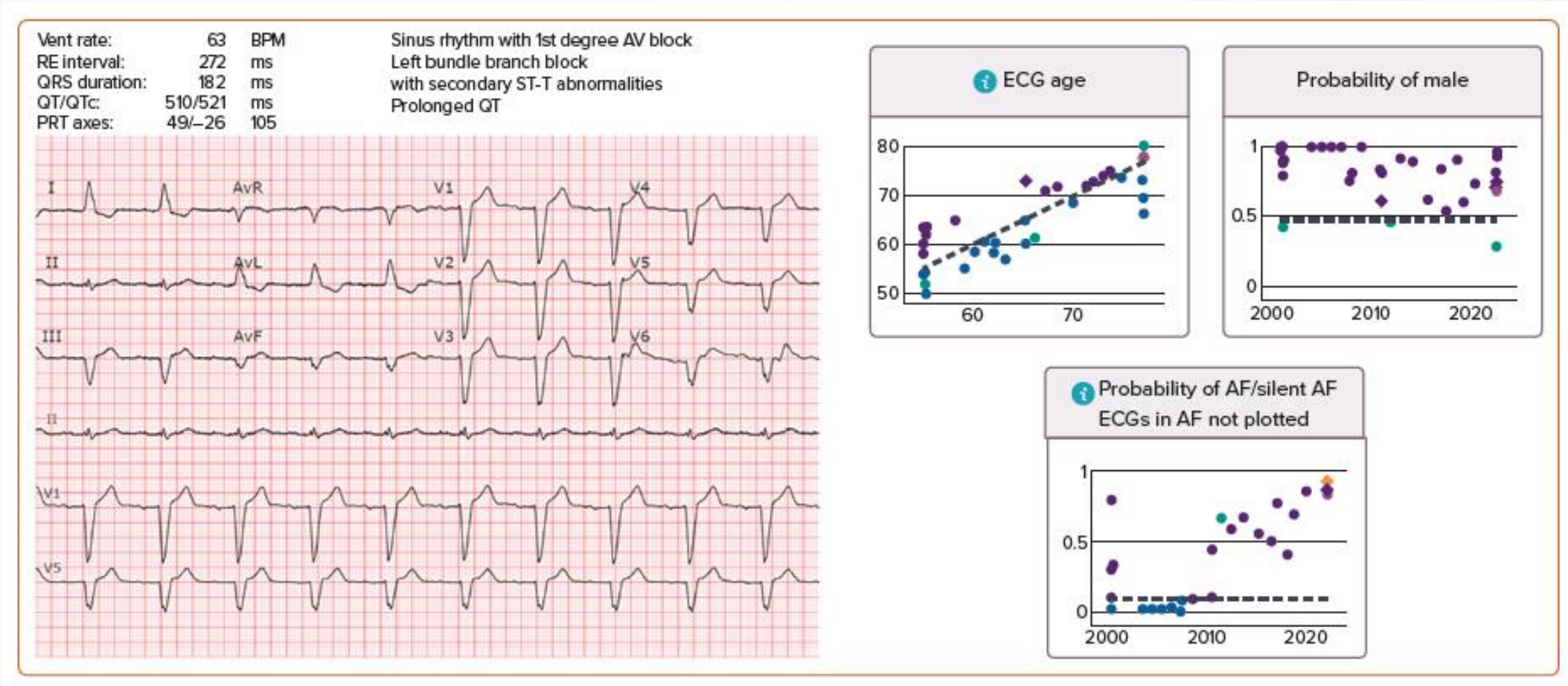


l'IA-ECG può consentire una diagnosi precoce di riduzione della FE.



Using Deep-Learning Algorithms to Simultaneously Identify Right and Left Ventricular Dysfunction From the Electrocardiogram. *J Am Coll Cardiol Img.* 2022 Mar, 15 (3) 395–410.https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2021.08.004

IA-ECG E FIBRILLAZIONE ATRIALE

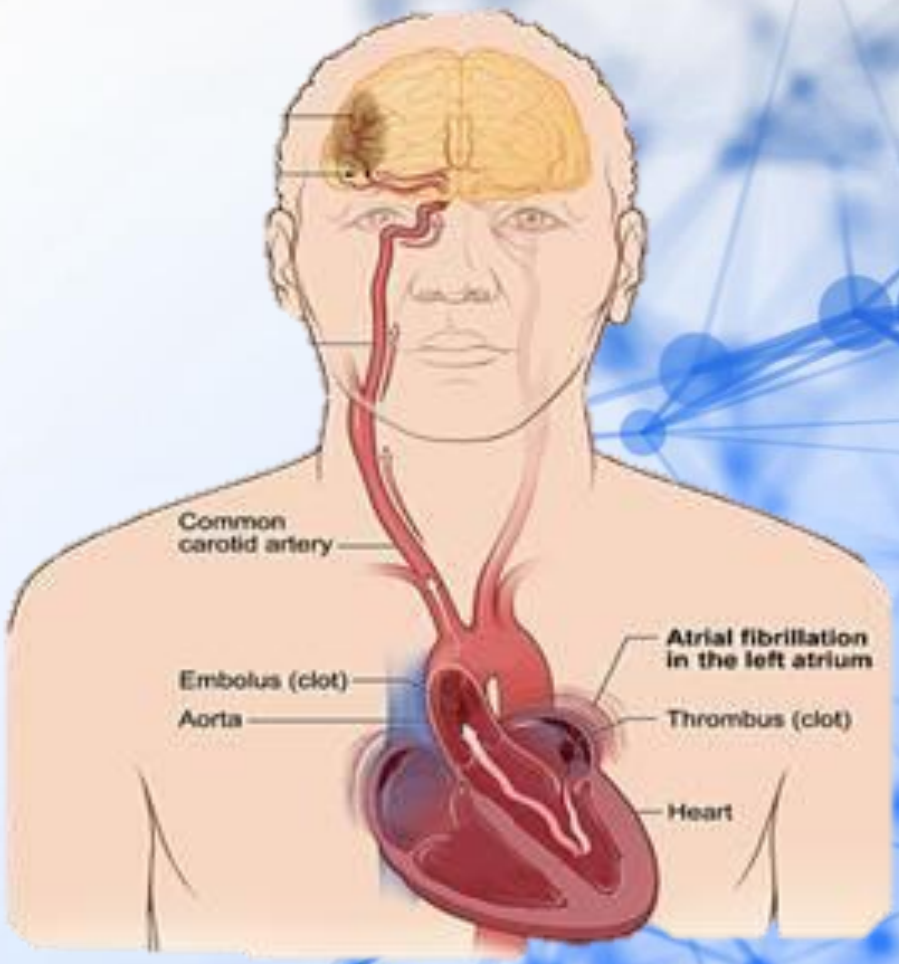


L'IA-Ecg è in grado di evidenziare alterazioni subcliniche associate a fibrosi atriale o a transitorie modifiche fisiologiche non evidenziabili nemmeno dal cardiologo più esperto.

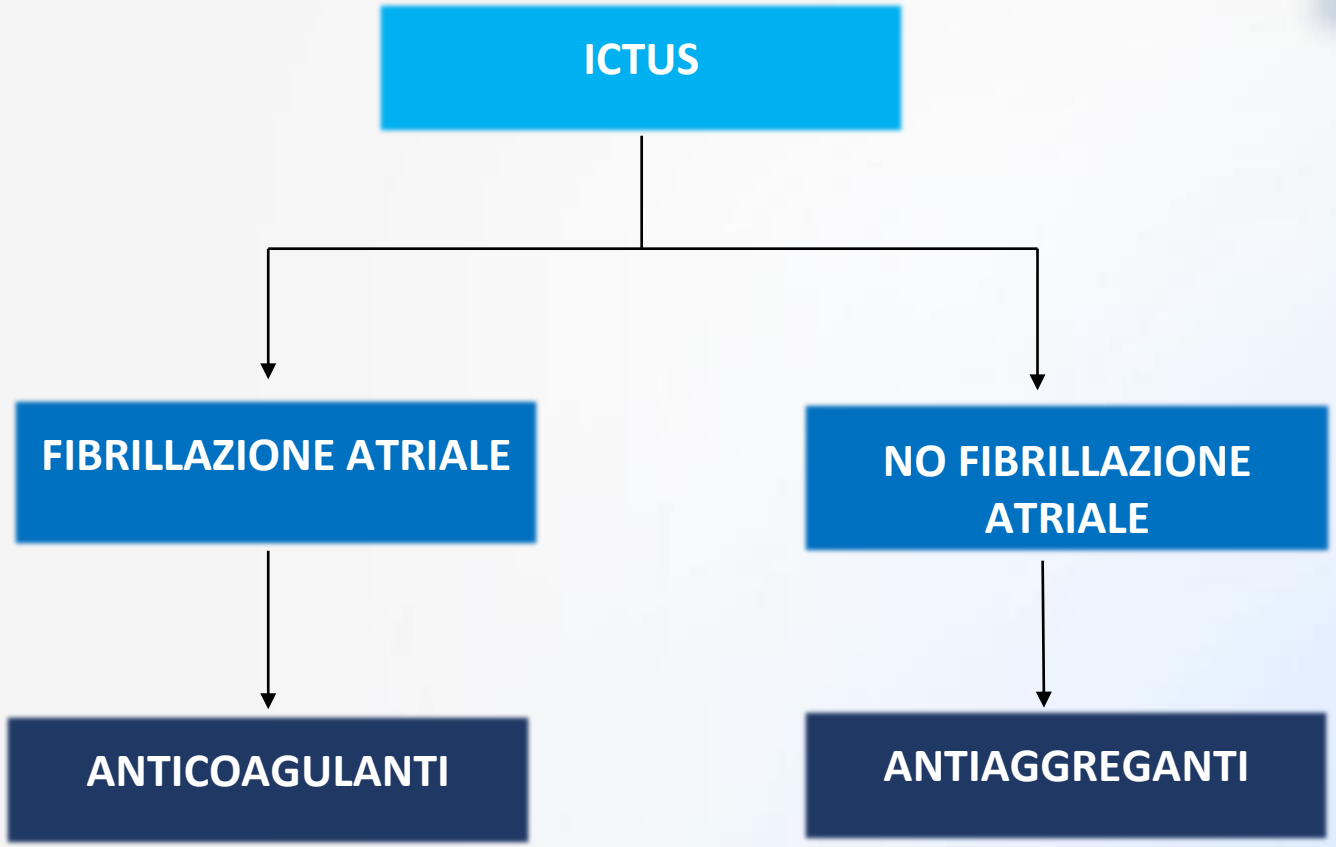
Fibrillazione atriale ed Ictus

La ricerca della fa dopo ESUS

- La fibrillazione atriale si riscontra in un terzo di tutti gli ictus ischemici.
- I dati dei registri sugli ictus mostrano che la fibrillazione atriale sia sconosciuta che non trattata è responsabile della maggior parte di questi ictus.
- **Il rischio di un evento recidivante nei primi mesi dopo un ictus ischemico o un TIA è relativamente alto, intorno al 5- 10%.**
- La maggior parte potrebbe essere prevenuta se si diagnosticasse la fibrillazione atriale prima che si verifichi l'ictus, attraverso lo screening o la ricerca di casi.
- La strategia ottimale è sottoporre a terapia anticoagulante tutti i pazienti con fibrillazione atriale diagnosticata con aumentato rischio per ictus (CHA2DS2-VASc).



La rilevazione della **Fibrillazione Atriale** cambia la gestione farmacologica nella prevenzione dell'ictus secondario



LOOP RECORDER

VANTAGGI

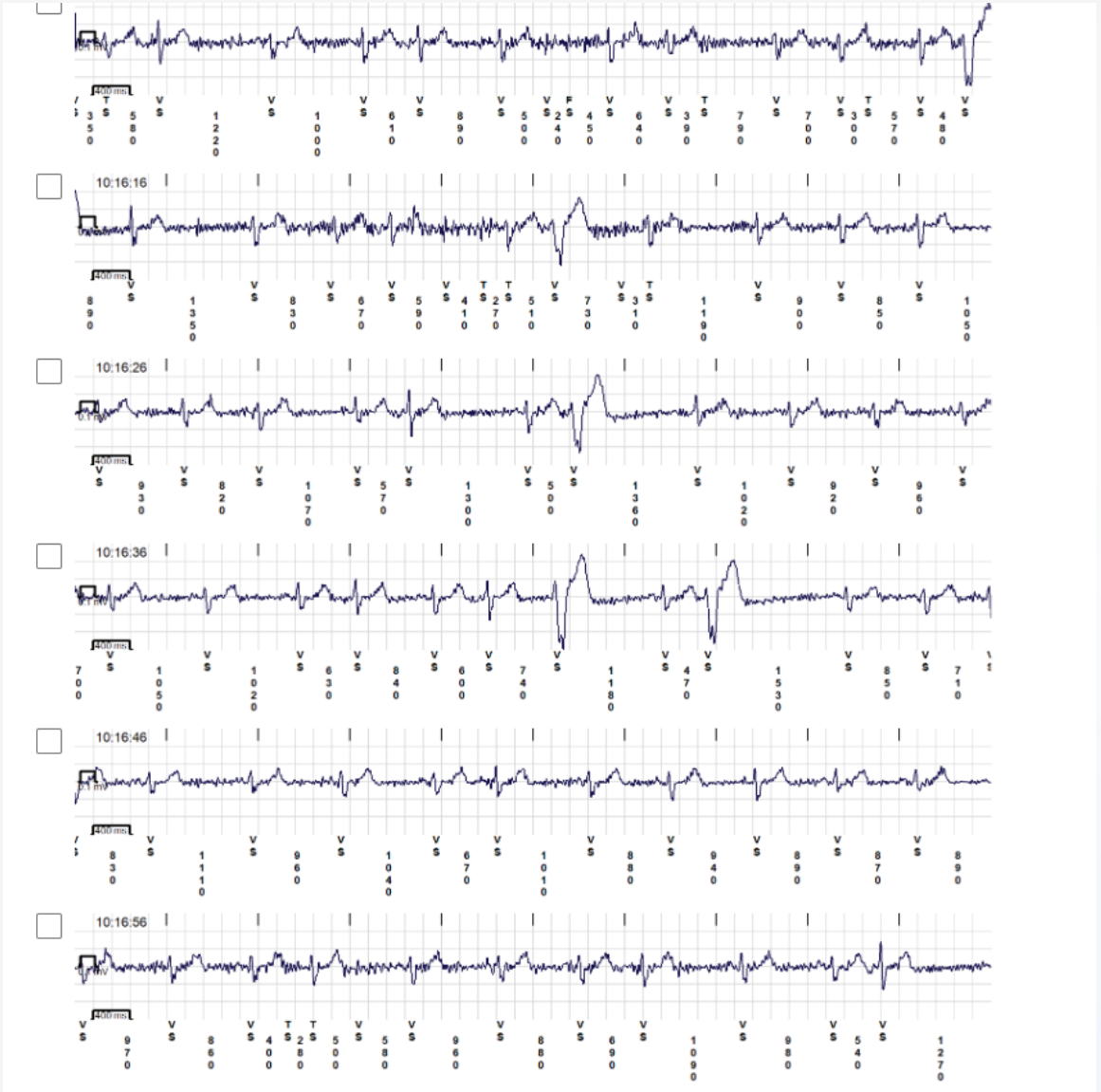
- ***MONITORAGGIO CONTINUO***
- ***MONITORAGGIO DA REMOTO***
- ***MINORE DISCONFORT***





SVANTAGGI

- ***IMPIANTO INVASIVO***
- ***POSSIBILI PROBLEMI TECNICI***
- ***COSTO***



FALSI EVENTI

- RUMORE
- EXTRASISTOLI SOPRAVENTRICOLARI
- EXTRASISTOLI VENTRICOLARI

In cosa può aiutarci l'intelligenza artificiale



- Migliorare l'accuratezza diagnostica (es artefatti)
- Attribuire un peso prognostico
- Indicazioni al trattamento (es TAO)
- Predire FA e/o ictus

Come impara l’algoritmo AccuRhythm AI™?

Formati su oltre 1.000.000 di ECG classificati da professionisti



Imparare gli ECG ICM



Mettere a punto l’apprendimento



Convalidare la conoscenza

Radtke, A., et al. Artificial Intelligence Enables Dramatic Reduction of False Atrial Fibrillation Alerts from Insertable Cardiac Monitors. Heart Rhythm Journal. July 2021

Sviluppo dell'algoritmo AccuRhythm AI

>1,500,000 ECGs

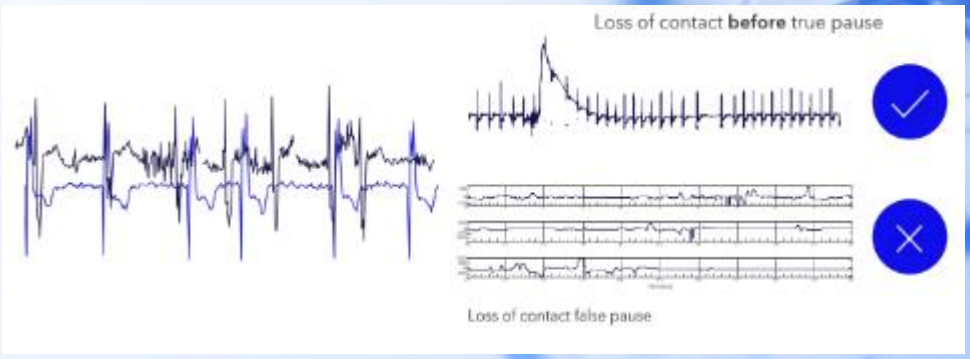
- Elevato volume di dati sottocutanei accurati provenienti dagli ILR
- Ampia varietà di dati che aggiungono volumi sostanziali di eventi rari e difficili da valutare agli eventi dei dati di addestramento
- Ogni episodio è stato modificato artificialmente per creare una varietà di modifiche realistiche della forma d'onda



Aggiudicati da un team di professionisti sanitari







AI addestrata per Pausa e AF

L'algoritmo è bloccato per mantenere un comportamento imparziale e preservare la sensibilità, che garantisce che un vero positivo non venga perso.



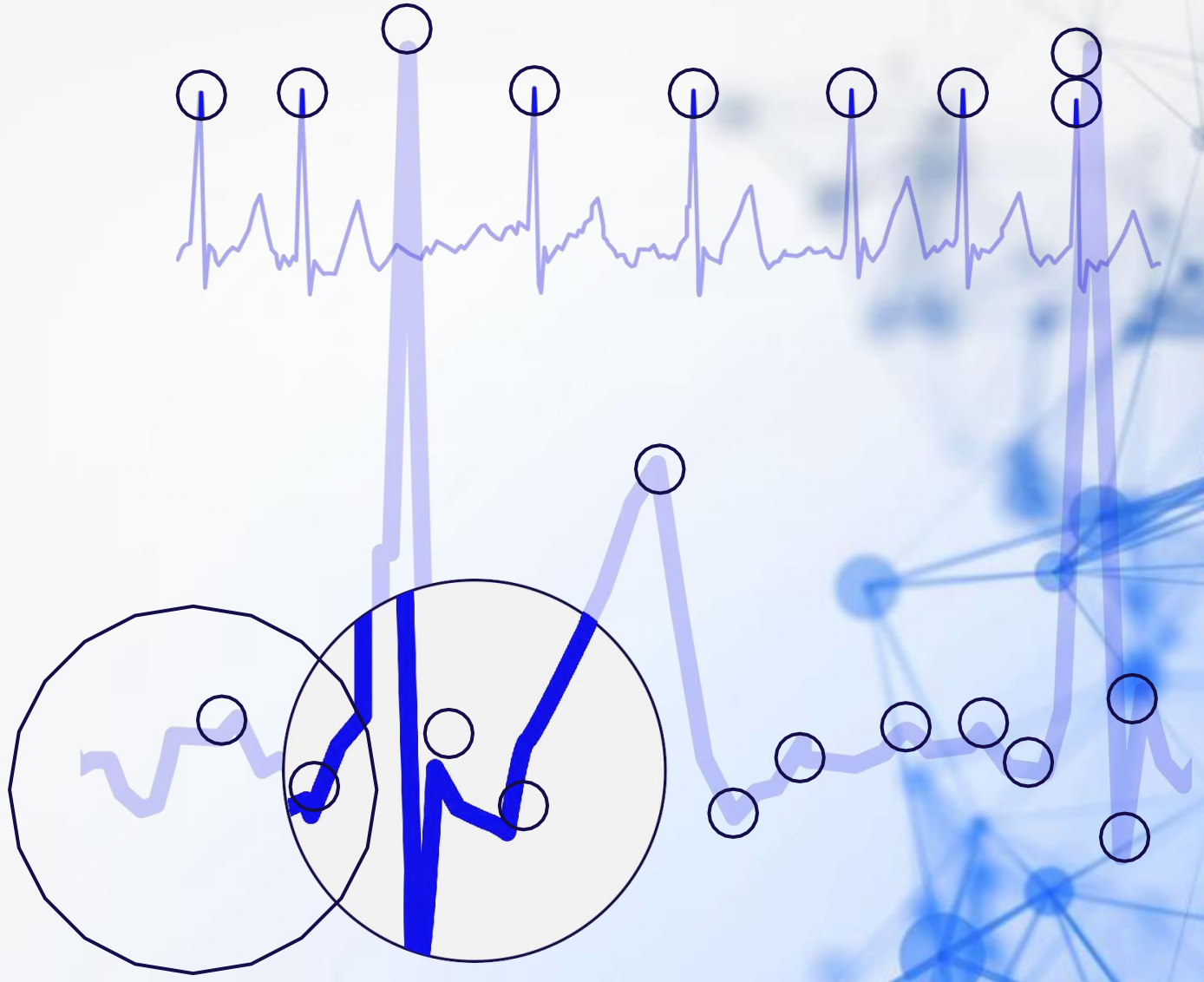
COME LAVORA L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE?

Analisi basata sulla frequenza

Si basa principalmente sulla durata dell'intervallo R-R

Analisi basata sul ritmo

Analizza l'intero tracciato e le relazioni tra i segmenti e le caratteristiche della forma d'onda in esame

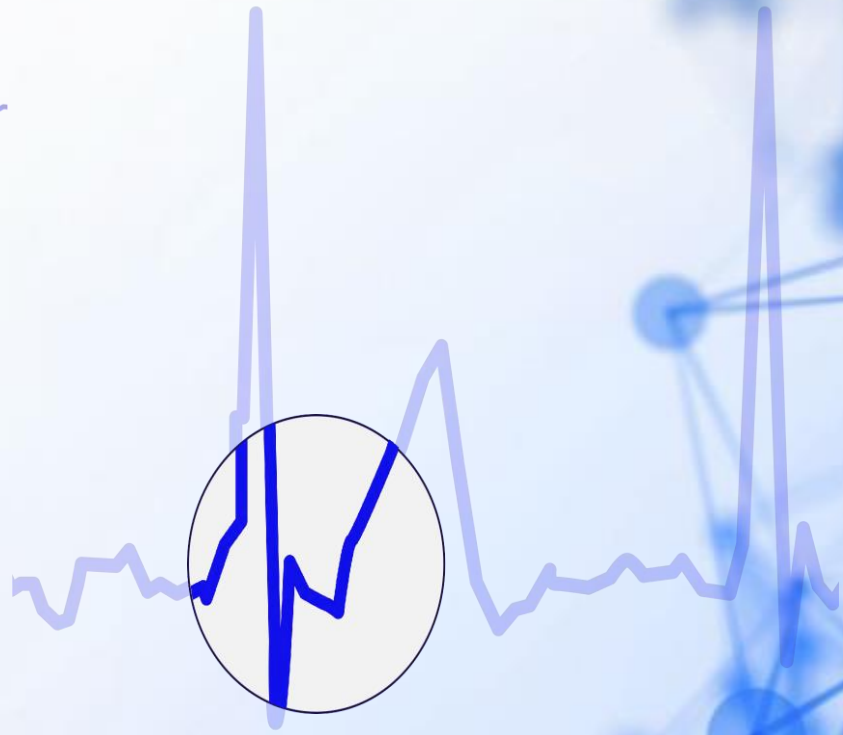


Come funzionano gli algoritmi **AccuRhythm AI™**

Se in assenza di intelligenza artificiale l'algoritmo lavora basandosi sulla **TEMPORIZZAZIONE** dell'intervallo R-R, cioè sull'analisi della **FREQUENZA**



L'intelligenza artificiale rivede e analizza l'intera strip e le relazioni tra i segmenti e le caratteristiche della forma d'onda effettuando quindi un'**ANALISI DEL RITMO**



Flusso dei dati di LINQ II™ ICM con gli algoritmi AccuRhythm™ AI



L'evento evita l'analisi dell'AI se:

- È correlato ai sintomi manifestati dal paziente
- Evento di FA ≥ 1 ora
- Evento di pausa non frequente (≤ un episodio al mese)
- Eventi di pausa se la durata della pausa programmata è molto breve (1,5 secondi)

Può includere la prima falsa pausa post-impianto

[1] Radtke A, Hall M. AccuRhythm AI AF & Pause Algorithms White Paper. Aprile 2023. Medtronic data on file.



Sensibilità conservata

Algoritmo FA

99.3 %

Alert reali conservati†[1]

Algoritmo Pausa

100 %

Alert reali conservati[2]

[1] Radtke A, et al. Artificial Intelligence Enables Dramatic Reduction of False Atrial Fibrillation Alerts from Insertable Cardiac Monitors. Presented at HRS 2021.
[2] Cheng YJ, et al. Innovative Artificial Intelligence Application Reduces False Pause Alerts while Maintaining Perfect True Pause Sensitivity for Insertable Cardiac Monitors. Presented at HRS 2021.

AI-ECG e fibrillazione atriale

Artificial Intelligence-Enabled ECG to Identify Silent Atrial Fibrillation in Embolic Stroke of Unknown Source

Alejandro A. Rabinstein, MD,[a] Micah D. Yost, MD,[a] Louis Faust, PhD,[b,c] Anthony H. Kashou, MD,[c] Omar S Latif, MD,[c] Jonathan Graff-Radford, MD,[a] Itzhak Zachi Attia, PhD,[d] Xiaoxi Yao, PhD, MPH,[b] Peter A. Noseworthy, MD,[d] and Paul A. Friedman, MD[d]

- La probabilità di fibrillazione atriale stimata mediante AI-ECG era associata a una maggiore probabilità di rilevamento di fibrillazione atriale mediante monitoraggio ambulatoriale.
- Una probabilità di fibrillazione atriale mediante AI-ECG maggiore di 0,20 era fortemente associata al rilevamento di fibrillazione atriale mediante monitoraggio ambulatoriale del ritmo cardiaco

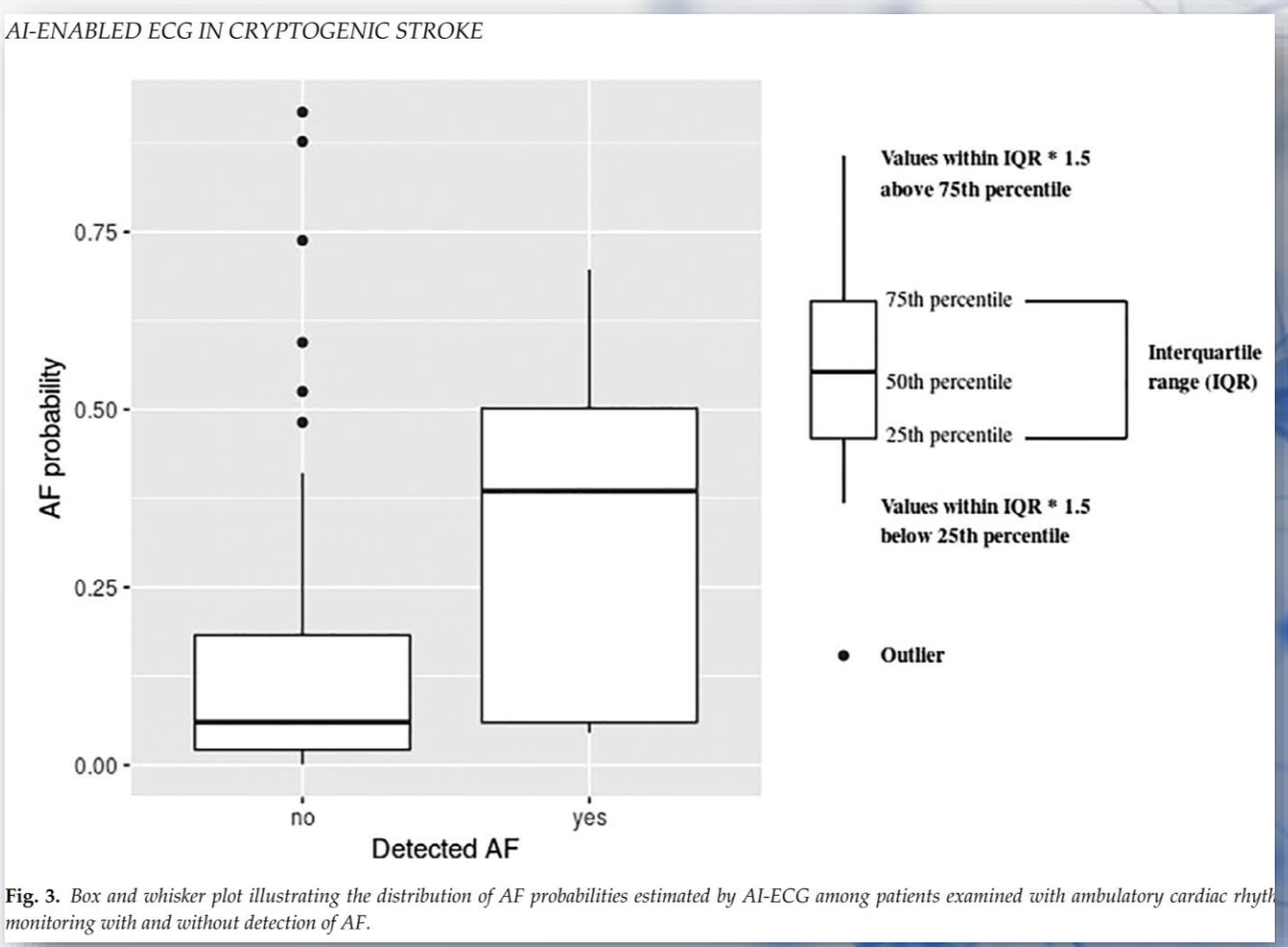


Fig. 3. *Box and whisker plot illustrating the distribution of AF probabilities estimated by AI-ECG among patients examined with ambulatory cardiac rhyth monitoring with and without detection of AF.*

Lancet. 2019 Sep 7;394(10201):861-867.

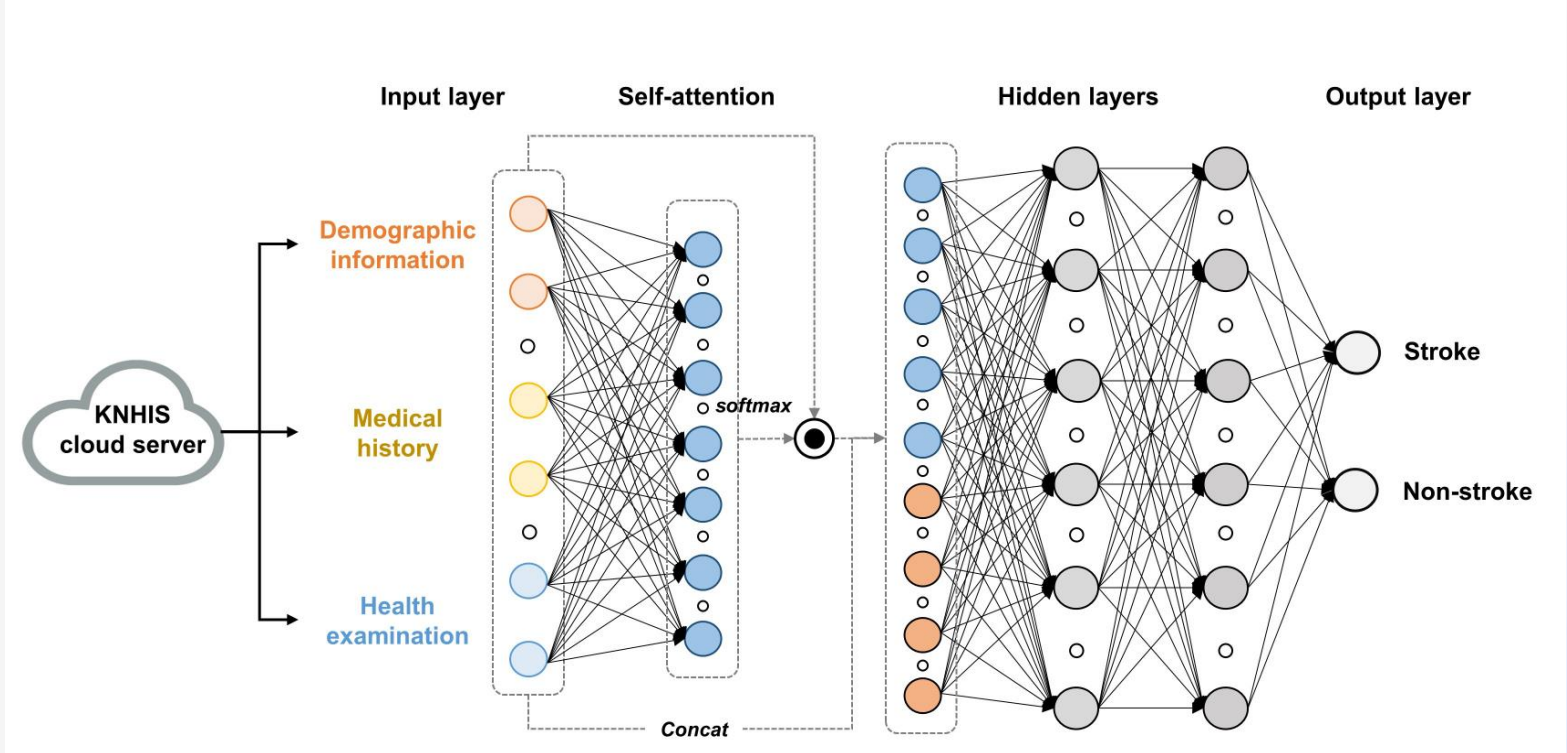
Frontiers in Bioscience Landmark

Front. Biosci. (Landmark Ed) **2022**; 27(3): 080
https://doi.org/10.31083/j.fbl2703080

Original Research

Predicting Ischemic Stroke in Patients with Atrial Fibrillation Using Machine Learning

Seonwoo Jung[1,†], Min-Keun Song[2,†], Eunjoo Lee[3], Sejin Bae[3], Yeon-Yong Kim[3], Doheon Lee[4,5], Myoung Jin Lee[1,*], Sunyong Yoo[1,*]



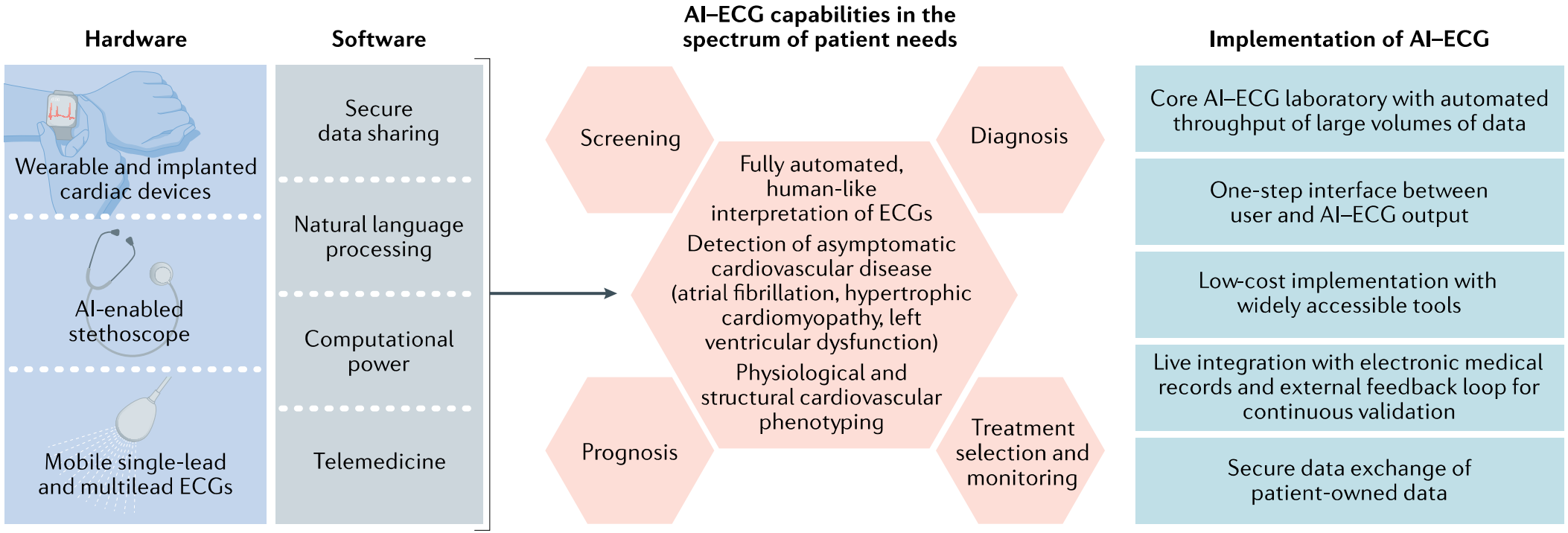
Le informazioni demografiche, anamnestiche e sanitarie sono state utilizzate come input e l'occorrenza di ictus ischemico è stata utilizzata come output. Il verificarsi di ictus ischemico è stato previsto da una rete neurale.

A systematic overview of the deep neural network-based model that predicts the occurrence of ischemic stroke in AF patients.

SCENARI FUTURI

Artificial intelligence-enhanced electrocardiography in cardiovascular disease management

Konstantinos C. Siontis, Peter A. Noseworthy, Zachi I. Attia and Paul A. Friedman ✉



POSSIBILI FUTURI UTILIZZI DELLA IA-ECG IN CARDIOLOGIA

- **Fibrillazione atriale:** stratificazione più accurata del rischio cardio-embolico; terapia pill-in-the-pocket guidata nelle forme parossistiche; monitoraggio dell'intervallo Qt in presenza di terapie che possono alterare la ripolarizzazione come sotalolo e dofetilide.

- **Morte improvvisa:** Valutazione indicazione al defibrillatore (ICD); stratificazione del rischio nella cardiomiopatia ipertrofica e nelle sindromi aritmiche (Qt lungo e Brugada).

- **Scompenso cardiaco:** predizione delle riacutizzazioni, stadiazione, gravità.

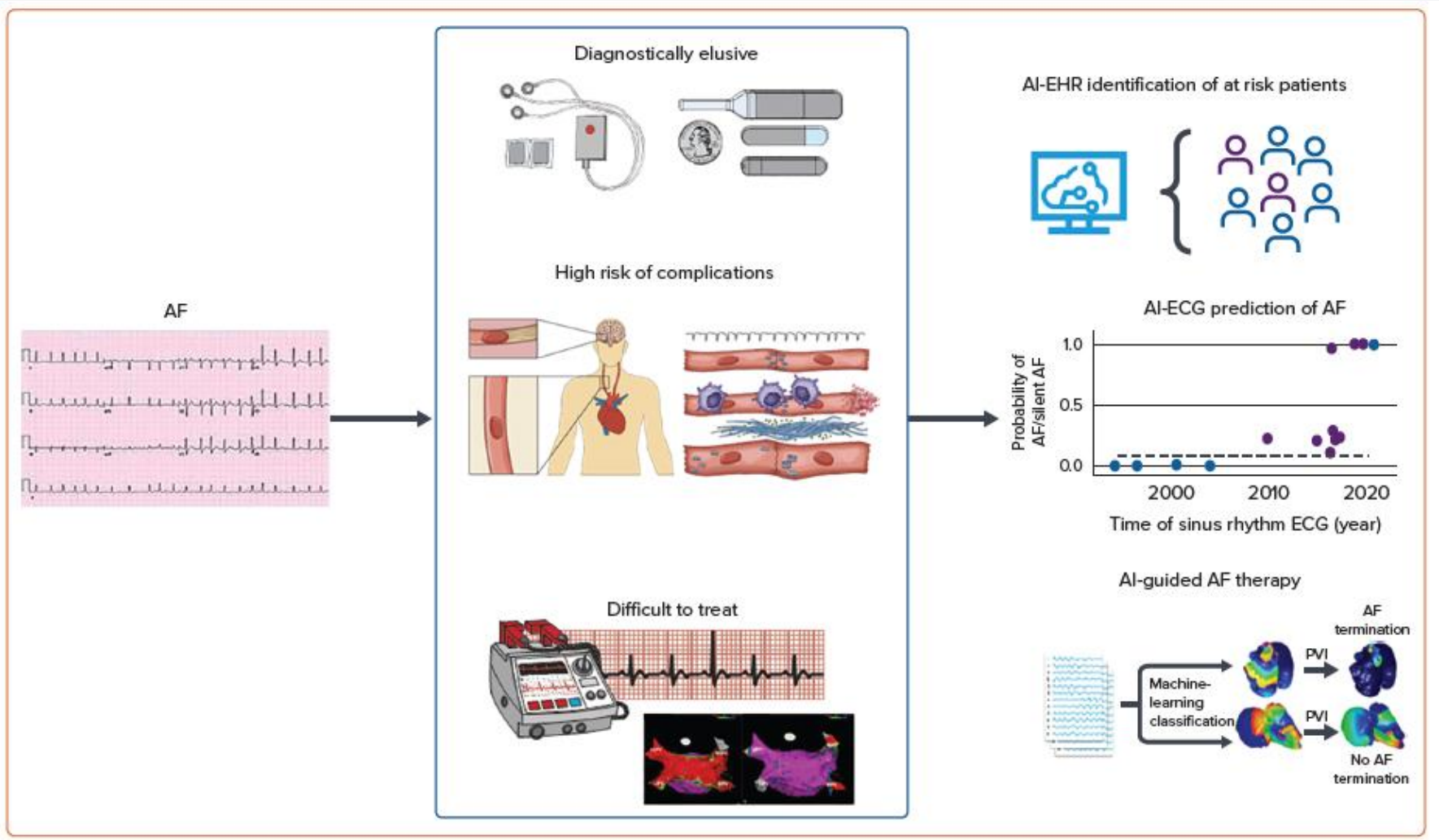
- **Valvulopatie (stenosi aortica e insufficienza mitralica) e ipertensione polmonare:** stadiazione e predizione severità.

- **Cardiopatia ischemica:** indicazioni alla rivascolarizzazione.




83
P2-4AC
15.0 cm MI 0.9
Gen TIs 1.1
[2d] G78/71 d
FA4/P90
HAR/FSI0
[C] G50/0.80 kHz
FA5/F1/8
TDI
S-T
segment
T
U
S-T
interval
2.5
3
Time (s)
3.5
Amplitude (V)

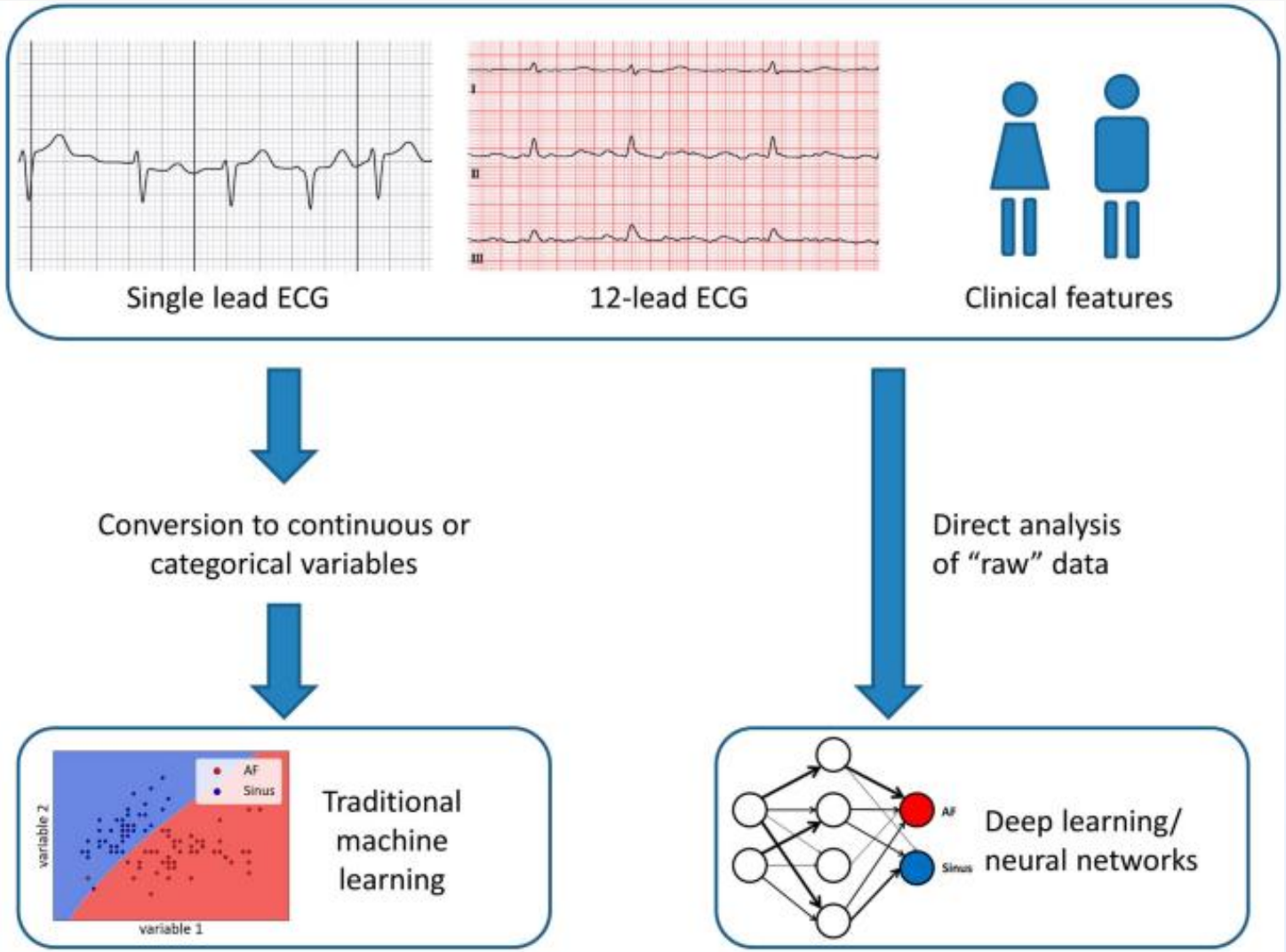
IA-ECG E FIBRILLAZIONE ATRIALE



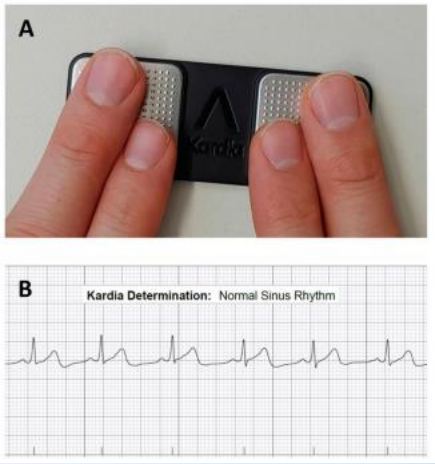
Frequently, multiple detection methods are employed to uncover 'silent' disease, as there is a high risk of complications (e.g. stroke) for patients with other cardiac comorbidities (centre). Even after AF is discovered, treatment, such as cardioversion, is not always successful (centre). Artificial intelligence application to electronic health records, electrocardiograms and intra-cardiac electrograms have demonstrated promising results for the detection, diagnosis and treatment of AF (right). AI = artificial intelligence; EHR = electronic health record; PVI = pulmonary vein isolation.

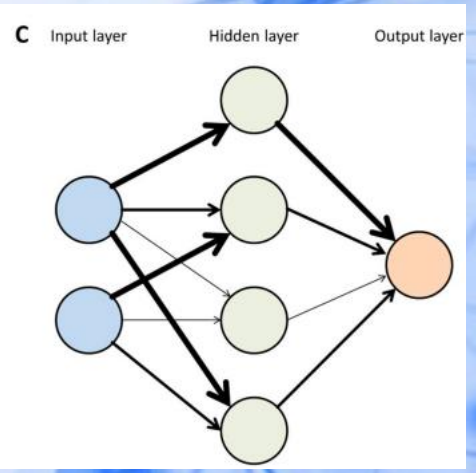
Artificial Intelligence for the Detection and Treatment of Atrial Fibrillation, *Arrhythmia & Electrophysiology Review 2023;12:e12.*https://doi.org/10.15420/aer.2022.31

IA-ECG E FIBRILLAZIONE ATRIALE









Machine learning in the detection and management of atrial fibrillation. *Clin Res Cardiol* **111**, 1010–1017 (2022). https://doi.org/10.1007/s00392-022-02012-3