

CHIARA LEONI

Consortium  
**GARR**

THE ITALIAN  
EDUCATION  
& RESEARCH  
NETWORK



# L'intelligenza artificiale per la diagnosi tempestiva delle comorbidity cardiache associate al COVID-19

GIORNATA DI INCONTRO  
BORSE DI STUDIO GARR  
"ORIO CARLINI"  
ROMA



UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE

DII  
DIPARTIMENTO DI  
INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE



Tutor: Laura Burattini

23/02/2022

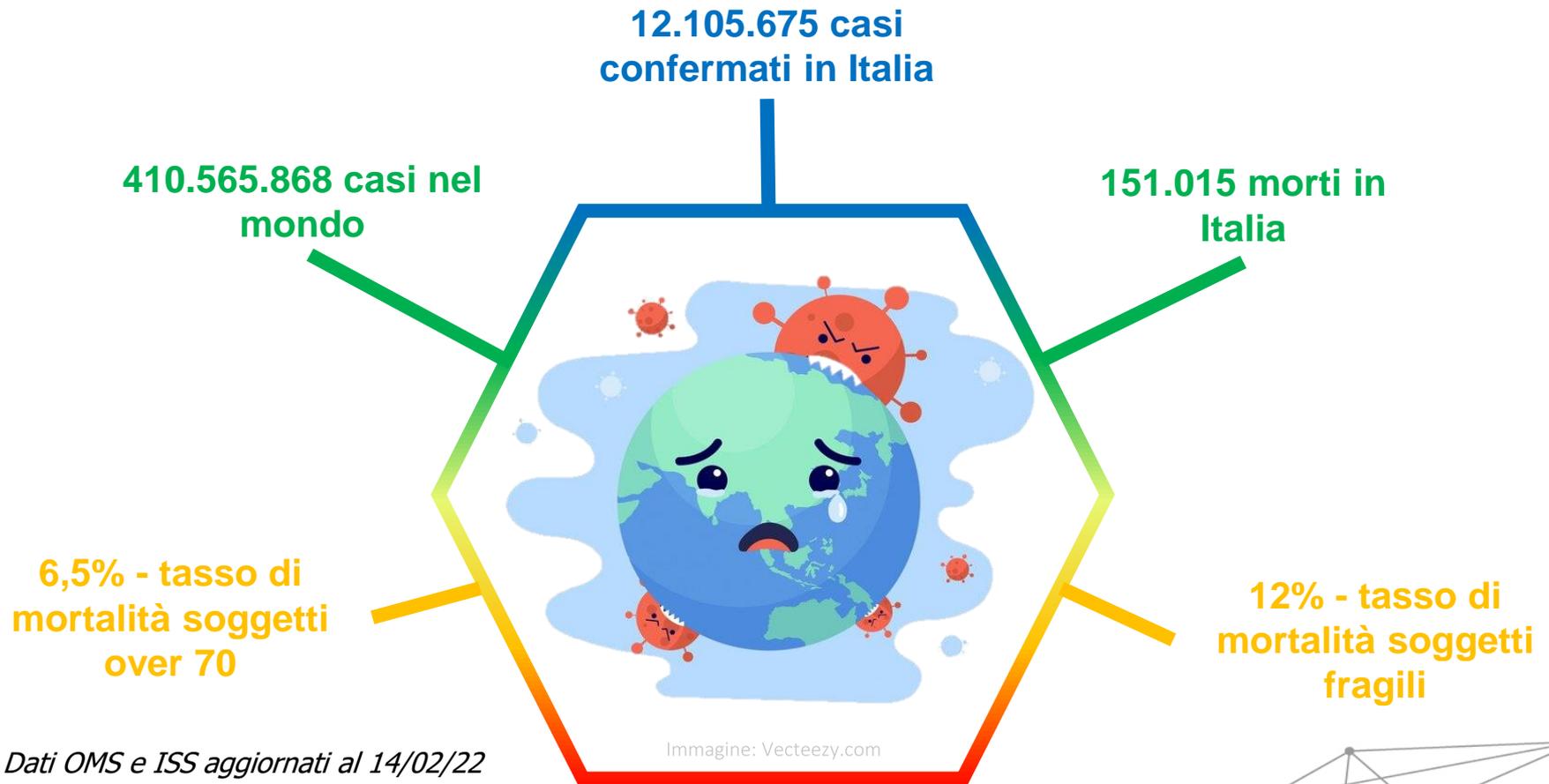
**BR3IN**

<http://br3in.dii.univpm.it/>



# Introduzione

**COVID-19:** infezione che colpisce principalmente le vie respiratorie



*Dati OMS e ISS aggiornati al 14/02/22*



# Introduzione

Il COVID-19 non colpisce solo le vie aeree **ma anche il cuore!**

Insorgono **comorbidità cardiache** prima non osservate devono essere monitorate



## Elettrocardiogramma (ECG)

rappresentazione dell'attività elettrica del cuore

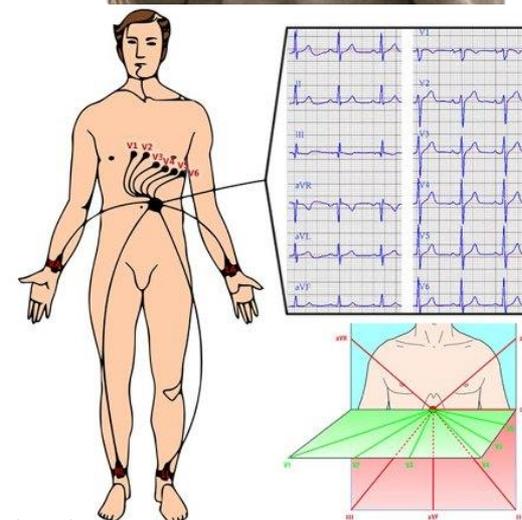
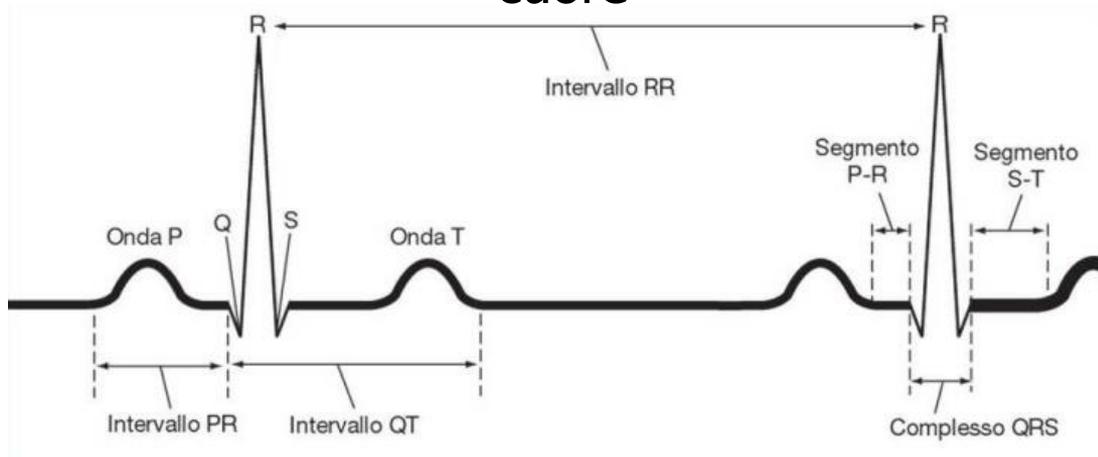


Immagine: Wireless ECG (2012)



# Introduzione



ECG analizzato con **sistemi in-Cloud**

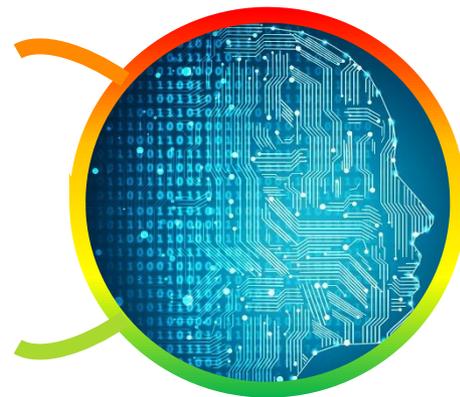
risultati trasmessi tempestivamente

diagnosi a distanza,

fondamentale per pazienti in isolamento

intervento del personale sanitario

Negli ultimi anni, analisi ECG tramite **intelligenza artificiale** (AI)



Ottime performance, integrabile in-Cloud,  
gestisce ampie quantità di dati



## Scopo del progetto

Contribuire a risolvere il problema della **diagnosi tempestiva delle comorbidity cardiache associate al COVID-19** attraverso uno **strumento di AI** integrabile in sistemi in-Cloud.

Lo strumento dovrà identificare le differenti comorbidity associate al COVID-19 e supportare il personale medico nella diagnosi.

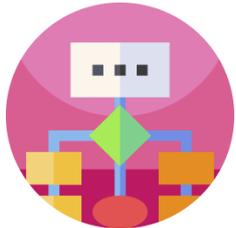
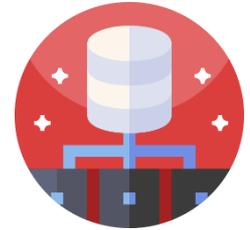


# Attività svolta



Analisi della letteratura

Individuazione del database



Estrazione delle feature

Sviluppo dello strumento di AI



Validazione dello strumento di AI

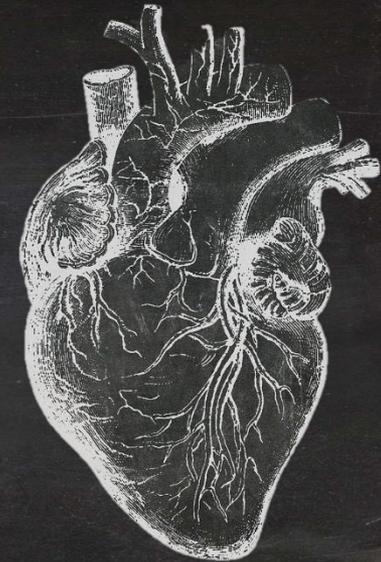
Immagini: Flaticon.com



# Analisi della letteratura

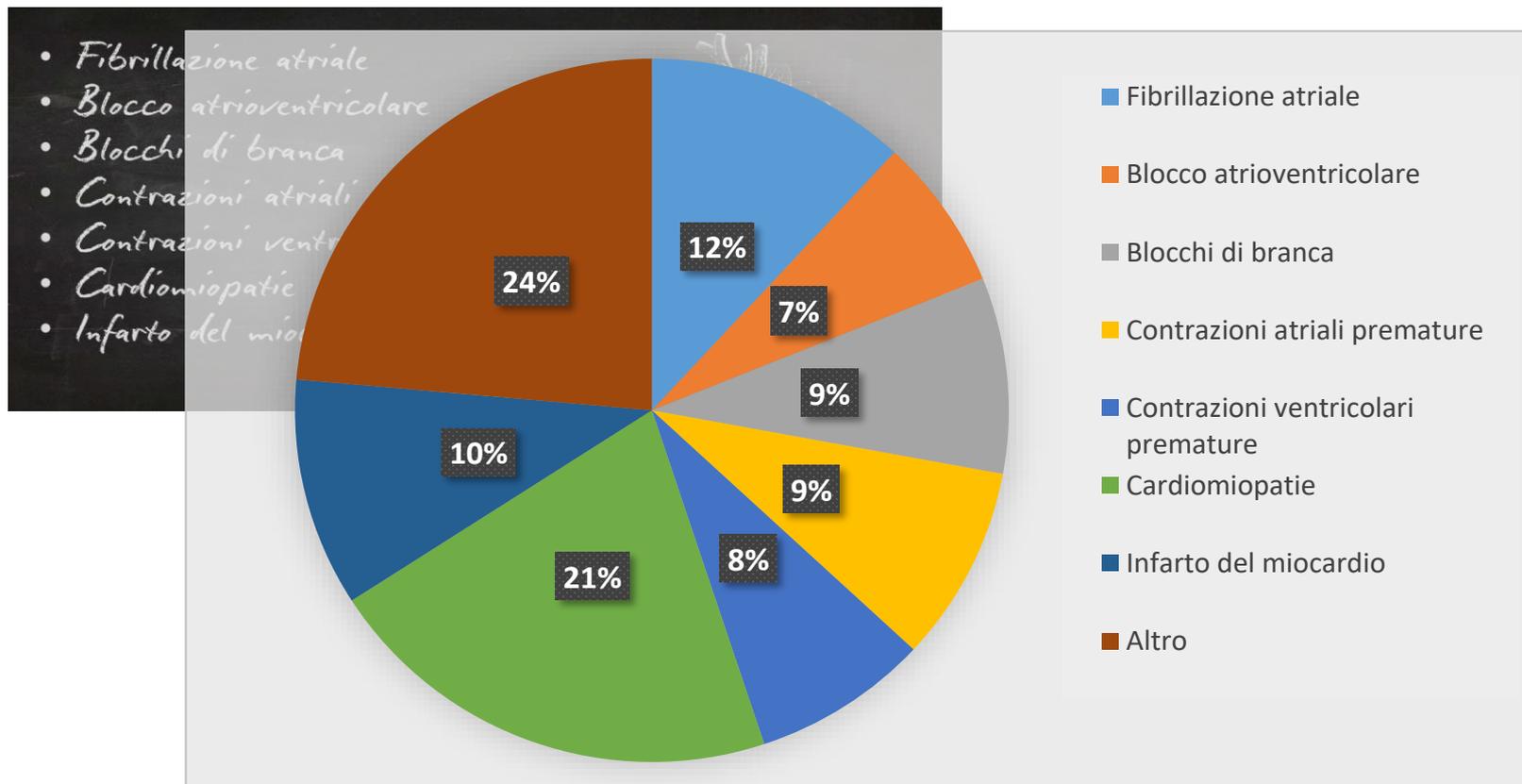
Per **individuare le comorbidity cardiache più comuni** nei casi COVID-19...

- *Fibrillazione atriale*
- *Blocco atrioventricolare*
- *Blocchi di branca*
- *Contrazioni atriali premature*
- *Contrazioni ventricolari premature*
- *Cardiomiopatie*
- *Infarto del miocardio*





# Analisi della letteratura



Yang D, et al. The prognostic significance of electrocardiography findings in patients with coronavirus disease 2019: A retrospective study. *Clin Cardiol* (2021)

Habibzadeh F, et al. On determining the most appropriate test cut-off value: the case of tests with continuous results. *Biochem Med* (2016)

Thakore A, et al. Electrocardiographic manifestations of COVID-19: Effect on cardiac activation and repolarization. *EClinicalMedicine* (2021)



# Individuazione del database



Ricerca su piattaforme web che permettono di avere accesso a segnali fisiologici, e.g. [PhysioNet](#)

Non esistono database ECG di soggetti con COVID-19 e contemporaneo sviluppo di patologie cardiovascolari



- China Physiological Signal Challenge (CPSC) Database e CPSC-Extra Database
- St Petersburg INCART 12-lead Arrhythmia Database
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) e PTB-XL Database
- Georgia 12-lead ECG Challenge (G12EC) Database
- Augmented Undisclosed Database
- Chapman-Shaoxing e Ningbo Database

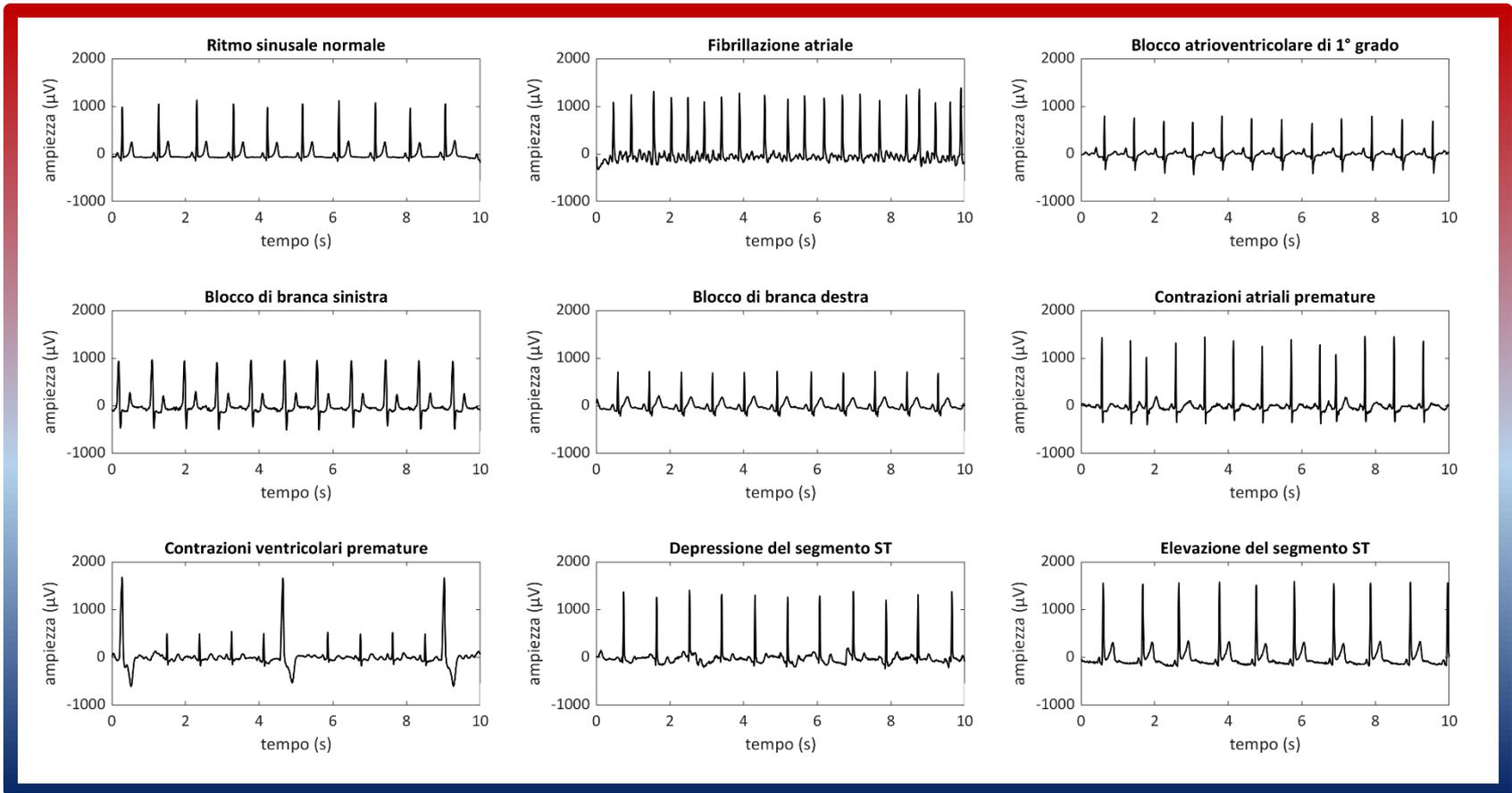
**PIÙ DI  
10.000 ECG**



# Individuazione del database



ECG registrati su soggetti con:

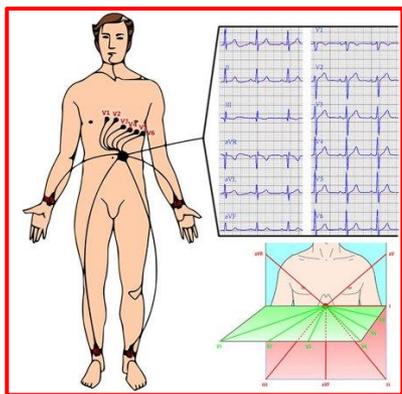




# Estrazione delle feature



Sono state individuate:



**Feature ECG  
dipendenti dalle 12  
derivazioni** → **216**

• **Feature ECG  
indipendenti dalle 12  
derivazioni** → **14**

+

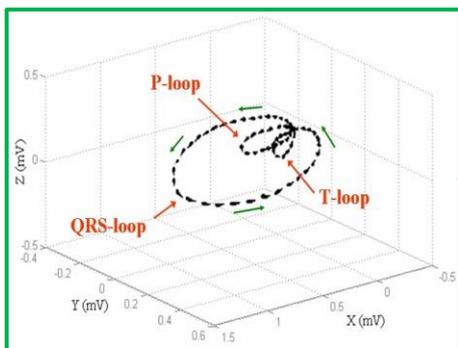
**14**

=

**252  
FEATURE**

+

**Feature  
vettorcardiogramma  
(VCG)** → **22**



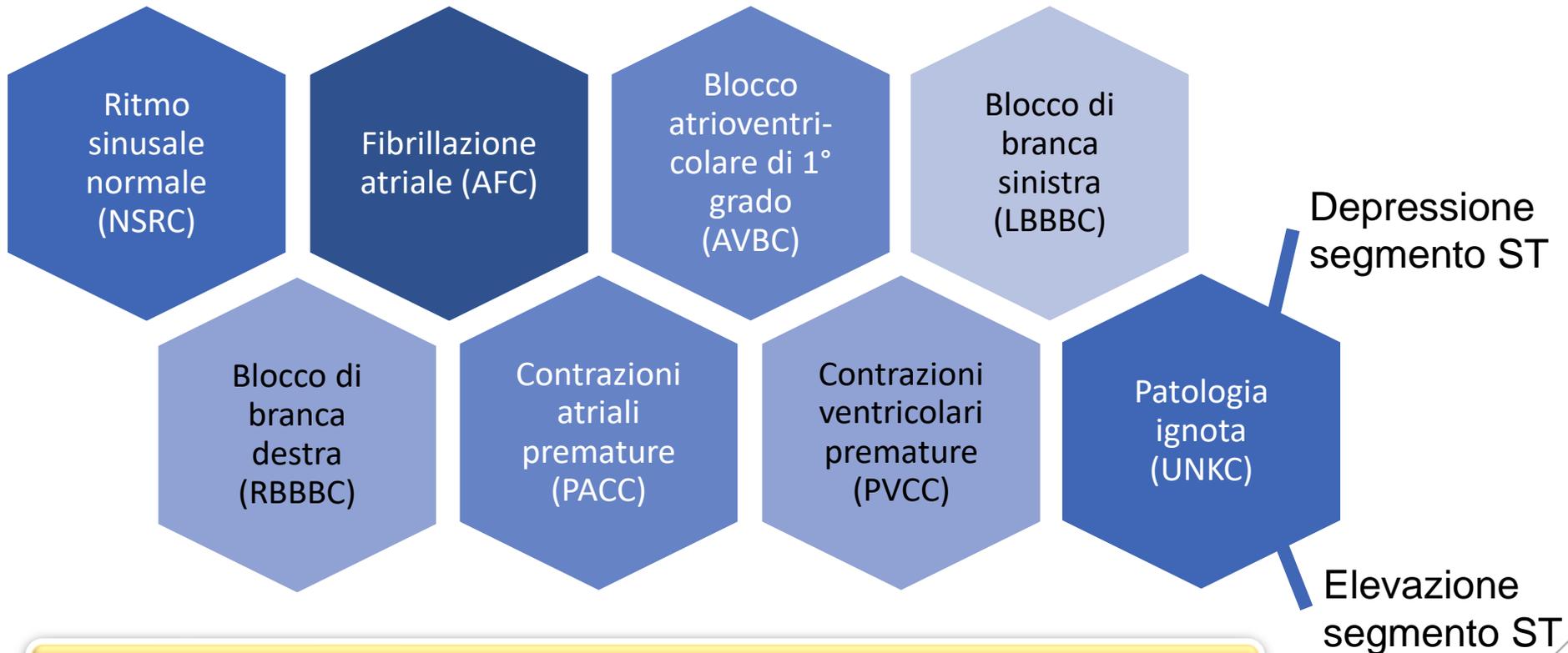
registrazione delle forze elettriche  
generate dal cuore, tramite vettori che  
ruotano intorno ad un punto centrale



# Sviluppo e validazione dello strumento di AI



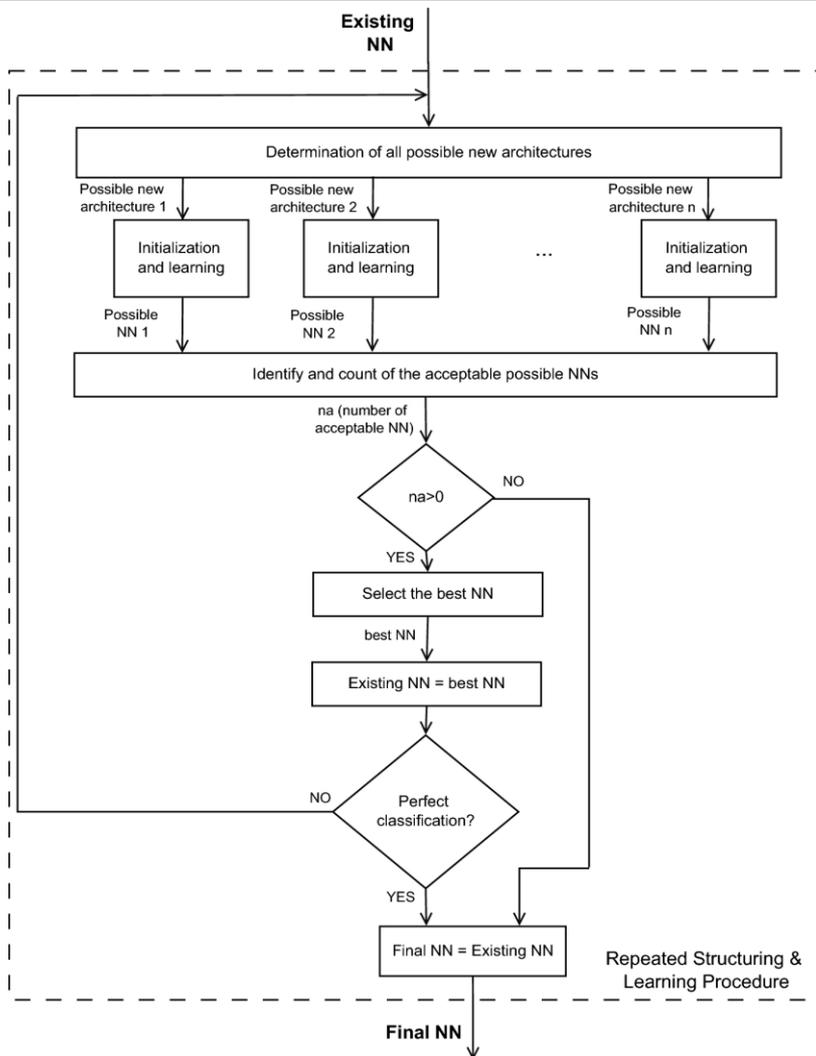
Sulla base delle manifestazioni ECG e patologie cardiache individuate da esperti nel database, i segnali sono stati divisi in **8 classi**:



Database diviso in learning (training + validazione) e test



# Sviluppo e validazione dello strumento di AI



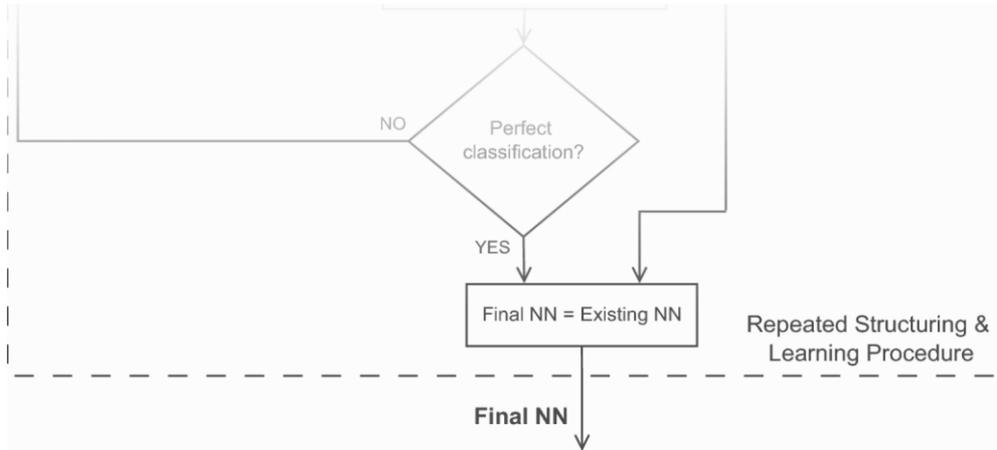
Lo strumento per la classificazione multi-classe degli ECG è stato creato a partire dal **Repeated Structuring and Learning Procedure**

- Algoritmo innovativo per la creazione di reti neurali (NN) supervisionate
- I neuroni vengono aggiunti e tolti per migliorare le NN

Sbrollini A, et al. Serial electrocardiography to detect newly emerging or aggravating cardiac pathology: a deep-learning approach. *Biomed Eng Online* (2019)



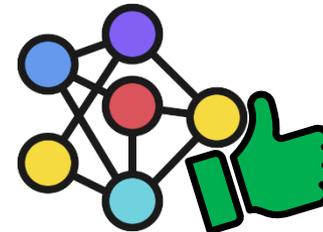
# Sviluppo e validazione dello strumento di AI



NN che riduce gli errore di training e validazione

## Segue l'analisi statistica

- **Area sotto la curva (AUC)** cumulativa della receiver operating characteristic (ROC)





# Sviluppo e validazione dello strumento di AI



## Risultati ottenuti

Architettura ottimale della NN  
[12,8,7]

	Learning AUC	Testing AUC
<b>AFC</b>	<b>95.0 %</b>	<b>91.7 %</b>
<b>AVBC</b>	89.2 %	87.1 %
<b>LBBBC</b>	82.3 %	82.6 %
<b>NSRC</b>	90.0 %	87.1 %
<b>PACC</b>	72.6 %	66.2 %
<b>PVCC</b>	74.1 %	70.7 %
<b>RBBBC</b>	<b>92.8 %</b>	<b>90.4 %</b>
<b>UNKC</b>	83.9 %	73.4 %



# Sviluppo e validazione dello strumento di AI



## Risultati ottenuti

### FEATURE SIGNIFICATIVE

- Analisi statistica per prevedere quali sono le **feature determinanti** nella diagnosi delle comorbidity associate al COVID-19
- Utile per NN multi-classe



Immagine: Flaticon.com



# Attività prevista durante il secondo anno

## Sviluppo di una interfaccia software

- compatibile con Android e iOS
- user-friendly



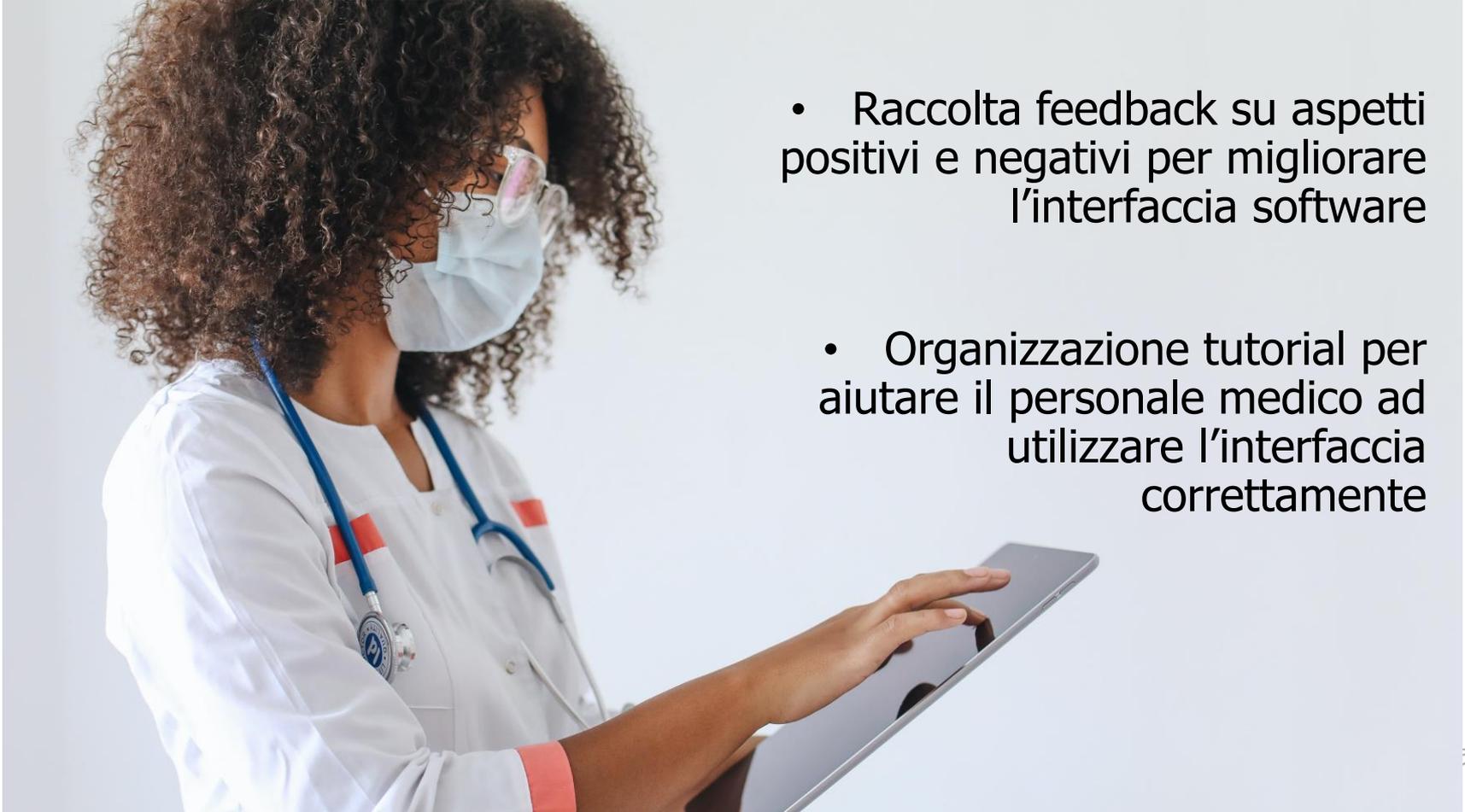
**CARICAMENTO ECG IN-CLOUD  
E ANALISI TRASMESSA AL  
MEDICO**

**CONDIVISIONE DIAGNOSI CON  
PAZIENTE E MEDICI DI ALTRE  
STRUTTURE**



# Attività prevista durante il secondo anno

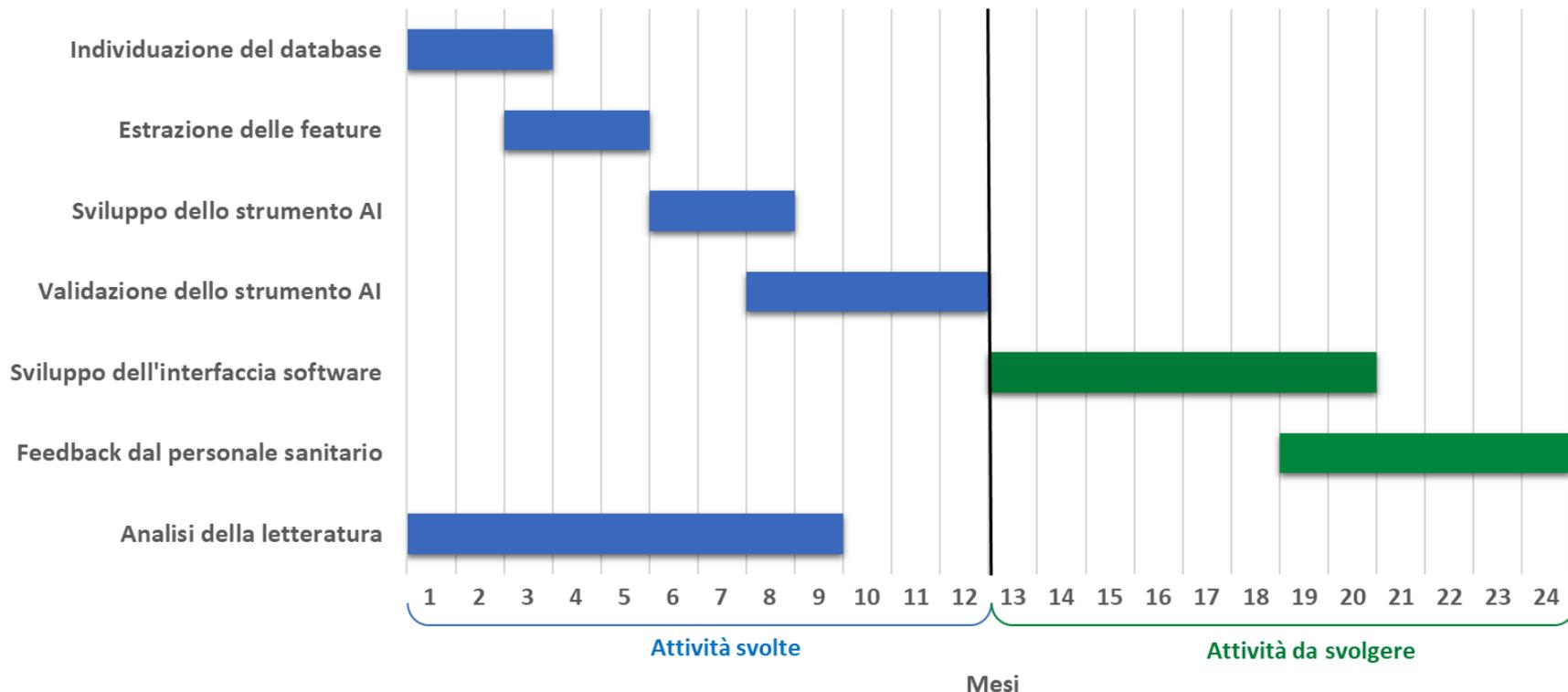
## Feedback dal personale sanitario



- Raccolta feedback su aspetti positivi e negativi per migliorare l'interfaccia software
- Organizzazione tutorial per aiutare il personale medico ad utilizzare l'interfaccia correttamente

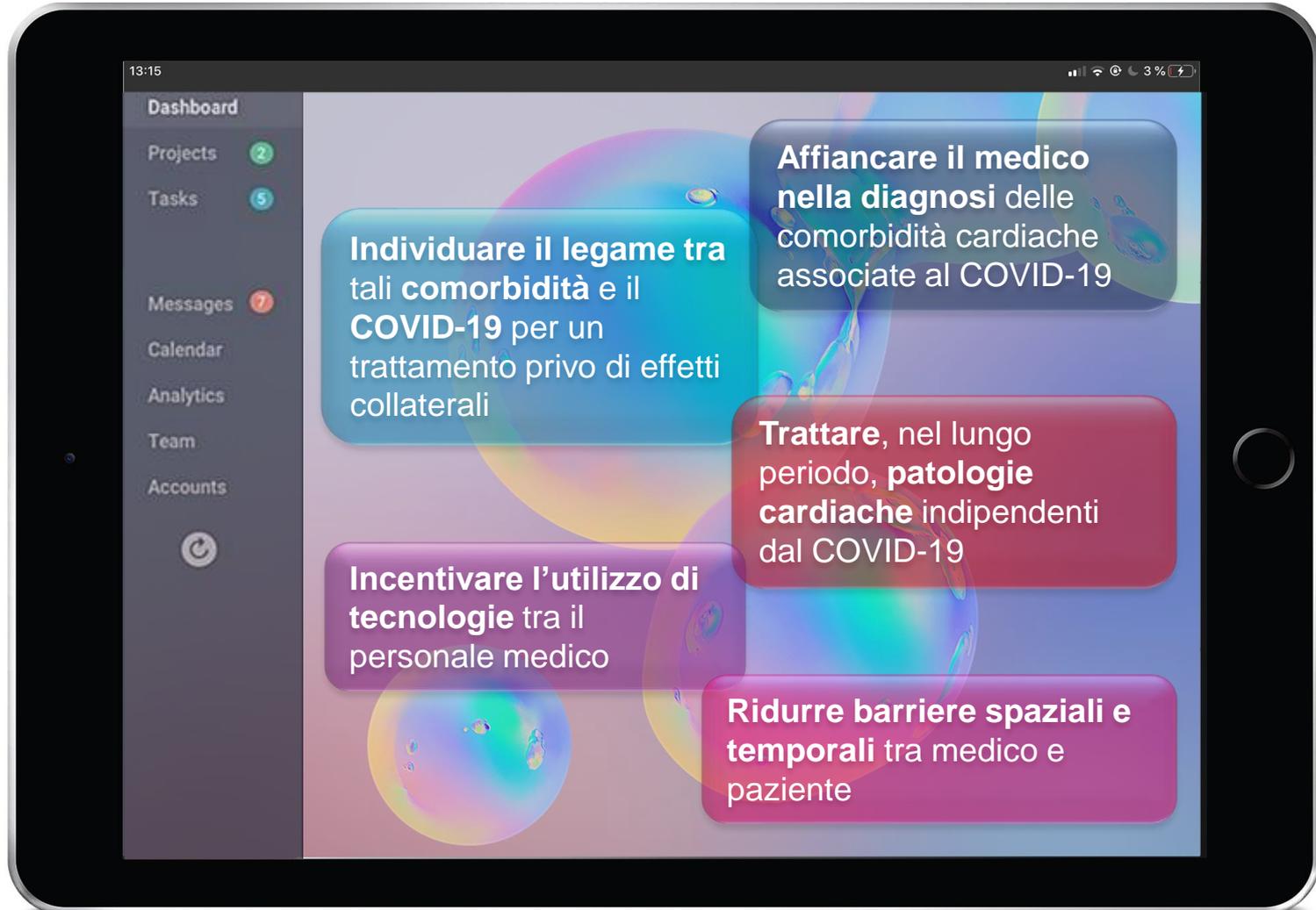


# Attività nel corso del tempo





# Risultati attesi



Grazie per  
l'attenzione

