



POLITECNICO
MILANO 1863

La Matematica al servizio del cuore Il progetto ERC iHEART del Politecnico di Milano entra nel vivo dell'azione medica e nascono i primi importanti risultati

Milano, 18 maggio 2020 – Giunto al suo terzo anno il Progetto “iHEART” del Politecnico di Milano, vincitore di un **ERC Advanced Grant di 2.350.000 Euro**, si pone l’ambizioso obiettivo di realizzare **un modello matematico completo per lo studio del comportamento del cuore umano e delle sue patologie**, una sorta di “microscopio virtuale”, in cui siano integrati tutti i processi della funzione cardiaca: la propagazione dell’impulso elettrico, l’attivazione cellulare, la contrazione e il rilassamento del miocardio durante le fasi sistolica e diastolica, la fluidodinamica nel sangue nei ventricoli e negli atri, la dinamica di apertura e chiusura delle quattro valvole cardiache.

Le ricerche sviluppate finora hanno già permesso di rendere operativi alcuni moduli che stanno suscitando un grande interesse nella comunità medica; dagli studi di fattibilità si è quindi passati alle prime prove sul campo, in cui matematici e medici lavorano fianco a fianco nella ottimizzazione di questi nuovi strumenti all’interno di delicate procedure di intervento per far fronte ad alcune patologie cardiache di grande rilevanza.

Ecco alcuni esempi.

Grazie ai **modelli matematici** sviluppati in iHEART, è stato possibile produrre indicazioni quantitative sui fattori che favoriscono l’insorgere e il mantenimento di aritmie, come la **tachicardia ventricolare**. Le tradizionali modalità di intervento consistono nell’effettuare ablazioni trans-catetere, che permettono, tramite l’erogazione di radiofrequenza, di rendere inattive le aree anomale che causano l’aritmia¹. In collaborazione con l’unità di aritmologia ed elettrofisiologia cardiaca dell’IRCCS Ospedale San Raffaele di Milano, si è verificato come la matematica cardiaca riesca a supportare e a consolidare lo studio elettrofisiologico nella localizzazione delle zone di intervento sulla parete del cuore. Sono inoltre in avanzata

¹ Le anomalie del ritmo cardiaco sono presenti in più del 2% della popolazione (quasi il 5% se si considerano persone con età superiore a 65 anni). Fonte: *Arrhythmia and Electrophysiology*. 2018, **11** - 7

fase di sviluppo algoritmi sempre più rapidi, che consentiranno di effettuare questo tipo di analisi in tempo reale, velocizzando in maniera significativa il processo decisionale dell'intervento.

In collaborazione con l'Ospedale Sacco di Milano viene attualmente sviluppato un modello che fornisce indicazioni precise al cardiocirurgo su come effettuare la **miectomia (rimozione) di una porzione del setto interventricolare**, mediante un'analisi non invasiva e a bassissimo costo. Questo trattamento è il più usato per curare la cardiomiopatia ipertrofica ostruttiva², che consiste nell'ispessimento del setto a tal punto da rendere difficoltosa l'espulsione del sangue dal ventricolo sinistro nell'aorta ascendente. La **simulazione matematica** si inserisce nella fase pre-operatoria, ed è stata considerata dai medici come efficace strumento di guida per il delicato intervento.

Un ulteriore strumento computazionale è stato sviluppato in collaborazione con la cardiologia e radiologia dell'Ospedale S. Maria del Carmine di Rovereto (TN), riguardo all'ottimizzazione della terapia di risincronizzazione cardiaca (CRT) che consiste nell'impianto di un *device* in grado di ripristinare la corretta **sincronia del battito cardiaco** compromessa da disturbi di conduzione o dalla presenza di cicatrici. A tal fine i cardiologi devono effettuare un mappaggio del ventricolo sinistro per rilevarne l'attività elettrica, che consiste nell'inserimento di un catetere-elettrodo attraverso i vasi della circolazione. Lo strumento matematico, attualmente validato, permetterà di **ridurre considerevolmente il tempo di mappaggio** e quindi i tempi di esposizione del paziente ad un trattamento invasivo, e di guidare il posizionamento del catetere nel posto più curativo per il paziente scompensato.

Come questi esempi dimostrano, iHEART ha aperto nuovi orizzonti fra matematica e medicina traslazionale e ha istituito un'azione coordinata e sistematica fra Università e ospedali creando una **nuova figura professionale all'interfaccia fra matematica, bioingegneria, medicina e data science**.

“Grazie a tutte le nuove collaborazioni cliniche e all'attività integrata dei nostri giovani ricercatori (dottorandi e post doc) con quella dei ricercatori

² La prevalenza della cardiomiopatia ipertrofica nella popolazione adulta, valutata in diverse aree geografiche e differenti popolazioni (dagli Stati Uniti al Giappone alla Tanzania), è di circa il 2 per mille: quindi, la cardiomiopatia ipertrofica **non è considerata una malattia rara**. Fonte: Istituto Auxologico italiano

operanti presso strutture ospedaliere, riteniamo di riuscire a tracciare una pista importante in Italia in una disciplina nuova, la **Medicina Computazionale**”, riassume il Prof. Alfio Quarteroni, responsabile del progetto.

Alfio Quarteroni, Professore Ordinario di Analisi Matematica, Politecnico di Milano e Professore Emerito, EPFL Lausanne (CH), è riconosciuto come uno dei più poliedrici matematici del mondo, famoso per aver applicato la matematica ai campi più svariati: l'industria aerospaziale, l'inquinamento ambientale, l'impatto di terremoti su strutture civili, la progettazione urbana, la medicina, perfino lo sport da competizione.

In particolare, ha partecipato alla realizzazione dell'aereo ad energia solare Solar Impulse e ha diretto il team di ricercatori che hanno realizzato il modello matematico di Alinghi, l'imbarcazione svizzera che ha vinto per due volte consecutive la prestigiosa America's Cup, la Coppa America di Vela, nel 2003 e 2007.