

Emodinamica atriale in fibrillazione atriale: simulazioni numeriche e 4D flow MRI per lo sviluppo di un digital twin a supporto delle scelte terapeutiche

Questa attività di ricerca è finalizzata allo studio dell'emodinamica atriale nei pazienti affetti da fibrillazione atriale attraverso un approccio integrato basato su simulazioni numeriche avanzate e tecniche di imaging 4D Flow MRI. L'obiettivo è caratterizzare in modo quantitativo i pattern di flusso all'interno degli atri, identificando le condizioni che favoriscono ristagno ematico e formazione di trombi, principali responsabili delle complicanze tromboemboliche associate alla patologia. Le immagini acquisite mediante risonanza magnetica 4D Flow consentono di ricostruire il campo di velocità tridimensionale del sangue durante il ciclo cardiaco, fornendo dati paziente-specifici. Tali informazioni verranno integrate con modelli computazionali fluidodinamici capaci di simulare il comportamento emodinamico in differenti condizioni fisiologiche e patologiche. Il progetto prevede la realizzazione di un digital twin cardiaco, ovvero una replica virtuale personalizzata dell'atrio del paziente, aggiornata mediante dati clinici e strumentali. Questo strumento permette di valutare l'impatto di diverse strategie terapeutiche, di studiare l'evoluzione della malattia e di stimare il rischio individuale di eventi avversi. L'integrazione tra imaging avanzato, modellazione computazionale e medicina personalizzata rappresenta un passo significativo verso una gestione più precisa della fibrillazione atriale. I risultati attesi contribuiranno a migliorare i processi decisionali clinici, ottimizzando la selezione dei trattamenti e riducendo il rischio di complicanze. In prospettiva, il digital twin potrà diventare uno strumento di supporto alla cardiologia di precisione, favorendo interventi sempre più personalizzati ed efficaci.