Le nuove frontiere della **stimolazione cardiaca**

Dai pacemaker senza fili (“leadless”) ai pacemaker con stimolazione fisiologica del sistema di conduzione.

PROF. DR.MED. GIULIO CONTE
Medico Caposervizio
Responsabile del Servizio
di Elettrofisiologia ed
Elettrostimolazione cardiaca
Istituto Cardiocentro Ticino,
EOC, Lugano

DR.MED. TARDU ÖZKARTAL
Medico Specialista
Servizio di Elettrofisiologia
ed Elettrostimolazione cardiaca
Istituto Cardiocentro Ticino,
EOC, Lugano

Dopo i primi impianti di **pacemaker** negli anni ‘50 e la loro successiva introduzione nella pratica clinica, la **stimolazione cardiaca ha compiuto enormi progressi**, permettendo a milioni di persone affette da bradicardia di condurre una vita normale e salvando milioni di vite.
Tradizionalmente, i pacemaker consistono in una batteria collegata a fili elettrici (elettrocateteri) che vengono impiantati, attraverso le vene toraciche, all’interno delle camere cardiache per **stimolare il cuore** in caso di rallentamento significativo del battito.
Recentemente, l’introduzione dei **pacemaker senza fili** e dei **pacemaker con stimolazione** del **sistema di conduzione naturale** - offrendo una stimolazione più **fisiologica** del cuore - ha segnato un nuovo capitolo nell’elettrostimolazione cardiaca.
Tali dispositivi **arricchiscono l’armamentario** di cui disponiamo per il trattamento delle patologie cardiache e hanno contribuito a **ridurre le complicanze** in specifiche categorie di pazienti, migliorandone ulteriormente la qualità della vita.
Pertanto, è fondamentale che la scelta del dispositivo più adatto venga effettuata da un cardiologo esperto in elettrostimolazione e sia basata sulle caratteristiche del disturbo del ritmo cardiaco e sul profilo clinico del paziente.

I PACEMAKER SENZA FILI: UNA RIVOLUZIONE NELLA CARDIOLOGIA?

I pacemaker senza fili sono dispositivi di **dimensioni** estremamente **ridotte**, impiantati direttamente all’interno del cuore. A differenza dei pacemaker tradizionali, non richiedono la creazione di una tasca sottocutanea nel torace né l’inserimento di elettrocateteri, **riducendo così il rischio operatorio** e le complicanze a lungo termine associate alla presenza di cateteri nella vascolatura toracica e nel cuore.
L’impianto avviene tramite un catetere introdotto attraverso una vena della gamba, rendendo la procedura meno invasiva rispetto all’intervento di impianto tradizionale. Grazie ai pacemaker senza fili, il rischio di infezioni sistemiche e di complicanze legate agli elettrocateteri si riduce significativamente. Gli elettrocateteri, considerati il “tallone

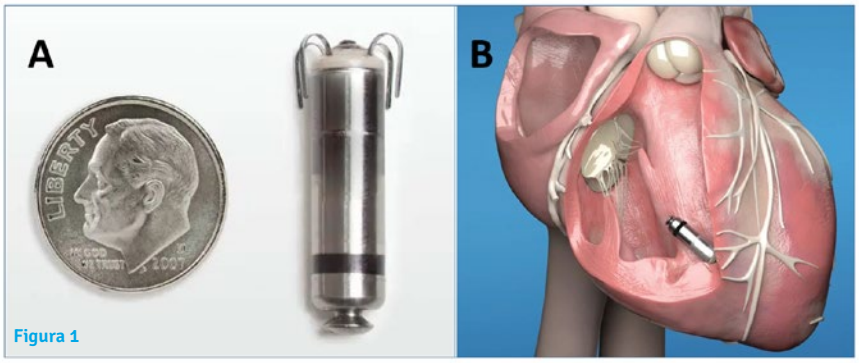

Figura 1

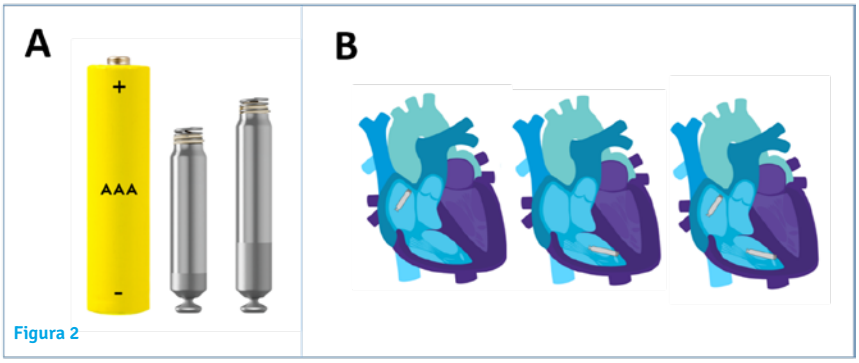

Figura 2

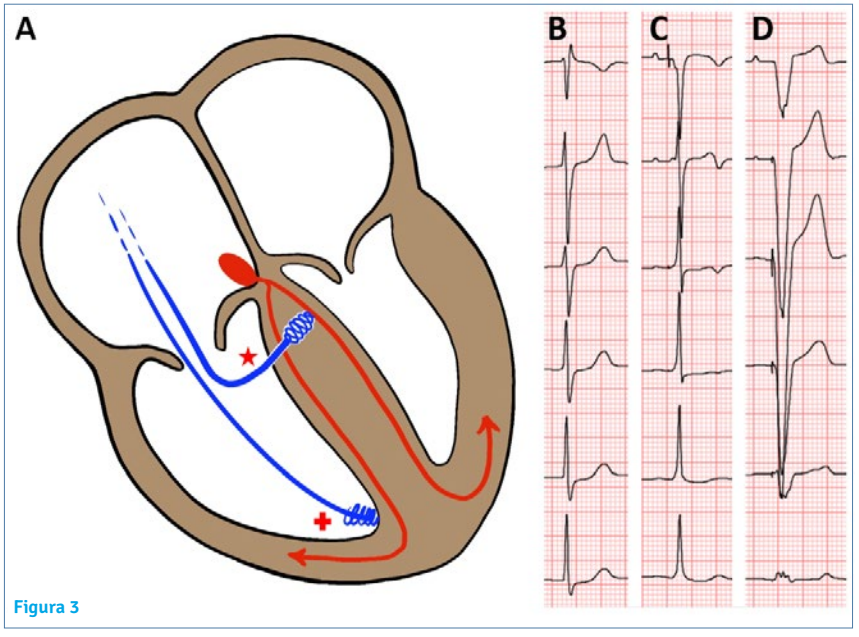

Figura 3

Figura 1, panello A: Pacemaker in confronto ad una moneta. Panello B: Pacemaker senza fili impiantato all'interno del ventricolo destro.
Figura 2, panello A da sinistra a destra: batteria ministilo, pacemaker senza fili atriale e ventricolare. Panello B: Varie combinazioni dei pacemaker senza fili: a sinistra, impianto solo in atrio destro, in mezzo impianto solo in ventricolo destro, a destra impianto sia in atrio, che in ventricolo destro con comunicazione wireless tra i due dispositivi.
Figura 3, pannello A: Illustrazione del cuore con le principali sedi di stimolazione del ventricolo destro. Il simbolo "+" rosso indica l'impianto di un elettrocatetere nella sede tradizionale, ovvero all'apice del ventricolo destro. La stella rossa rappresenta invece la stimolazione del sistema di conduzione, ottenuta mediante un elettrocatetere posizionato nel setto interventricolare, tra il ventricolo destro e quello sinistro. Pannello B: Elettrocardiogramma che mostra l'attivazione ventricolare spontanea, caratterizzata da un complesso QRS stretto. Pannello C: Elettrocardiogramma durante la stimolazione del sistema di conduzione, con un'attivazione ventricolare simile a quella spontanea e QRS stretto. Pannello D: Stimolazione apicale del ventricolo destro (pacemaker tradizionale), con attivazione elettrica alterata e complesso QRS largo.

d'Achille" dei pacemaker tradizionali, seppur raramente, possono infatti andare incontro a problematiche come la rottura o difetti dell'isolante, che possono rendere necessaria la loro sostituzione. Con i **pacemaker senza fili**, questi problemi vengono completamente **eliminati**.
Una delle limitazioni iniziali dei pacemaker senza fili era la capacità di stimolare unicamente il ventricolo, impedendone l'utilizzo nei pazienti con blocco atrioventricolare completo, in cui è essenziale coordinare il battito tra le camere alte (gli atri) e quelle basse (i ventricoli) del cuore.
Oggi esistono **due soluzioni** per ovviare a questa limitazione. **La prima** prevede un pacemaker senza fili, che **rileva i movimenti delle pareti atriali**, registrando le vibrazioni meccaniche prodotte dalla contrazione dell'atrio (Figura 1). Il dispositivo utilizza queste informazioni per **sincronizzare la stimolazione ventricolare**, mantenendo una coordinazione più fisiologica tra atrio e ventricolo, migliorando l'efficienza del battito cardiaco e riducendo i sintomi associati alla mancata sincronia. Una seconda possibilità prevede l'utilizzo di due pacemaker senza fili, uno posizionato nell'atrio e l'altro nel ventricolo destro (Figura 2), in **grado**

di **comunicare tra loro in modalità wireless** per garantire la sincronia tra le due camere cardiache. Questo approccio **permette** una **stimolazione personalizzata**, adattata alle esigenze specifiche del paziente. Ad esempio, nei casi in cui inizialmente sia necessaria soltanto la stimolazione atriale, è possibile aggiungere successivamente un dispositivo ventricolare, qualora la condizione clinica lo richieda.

I PACEMAKER CON STIMOLAZIONE FISIOLOGICA DEL SISTEMA DI CONDUZIONE: UN BATTITO PIÙ NATURALE

Nei pacemaker tradizionali, la **stimolazione** avviene **generalmente a livello dell'apice del ventricolo destro** (Figura 3A), determinando una contrazione asincrona dei ventricoli, che si traduce in un'attivazione elettrica indotta dal pacemaker ben visibile all'elettrocardiogramma (Figura 3D). Questo tipo di stimolazione, seppur altamente efficace, può comportare, in **circa il 10% dei casi**, un peggioramento della funzione cardiaca, con conseguente sviluppo di sintomi di **affaticamento cardiaco**. Per evitare tale evenienza, è stata sviluppata una nuova tecnica di impianto che prevede la **stimolazione** del **sistema di conduzione elettrico naturale** del cuore, in particolare del fascio di His o della branca sinistra. Questo approccio consente di attivare il cuore seguendo il suo fisiologico sistema di conduzione, garantendo una contrazione simultanea dei ventricoli destro e sinistro. Il risultato è un'attivazione elettrica all'elettrocardiogramma sovrapponibile a quella spontanea e fisiologica (Figura 3B e 3C). Questa modalità di stimolazione **riduce il rischio di asincronia** ventricolare, protegge quindi la funzione del cuore a lungo termine e **migliora l'efficienza della contrazione cardiaca**. È particolarmente indicata per pazienti più giovani o per coloro che necessitano di una stimolazione ventricolare continua o in alcuni pazienti con scompenso cardiaco associata a disturbi della conduzione elettrica. In questa categoria di pazienti la stimolazione del sistema di conduzione può migliorare, e in alcuni casi persino normalizzare, la funzione cardiaca.

QUALE DISPOSITIVO E PER QUALE PAZIENTE?

I **progressi** nei pacemaker, stanno rivoluzionando il **panorama** della **cardiologia moderna**, offrendo opzioni sempre più avanzate e meno invasive per i pazienti con **problemi di conduzione elettrica del cuore.** I pacemaker senza fili **riducono** il tasso di **complicanze peri-operatorie** e di infezioni sistemiche, mentre la stimolazione del sistema di conduzione naturale rappresenta una strategia promettente per preservare la funzione contrattile del cuore e migliorare la qualità della vita dei pazienti. I **pacemaker tradizionali, quelli senza fili e quelli con stimolazione del sistema di conduzione** restano tutti allo stesso modo delle **valide strategie terapeutiche**, garantendo sicurezza ed efficacia nel trattamento.
È importante sottolineare, che **non esiste un dispositivo adatto a tutti**: la scelta della strategia più appropriata dipende dal **contesto clinico** di ciascun paziente e dalle caratteristiche specifiche del **disturbo del ritmo** e va **valutata accuratamente** da un **centro ad alta specializzazione** nell'elettrostimolazione cardiaca.