

ALGORITMI DEI PM DI PIÙ FREQUENTE UTILIZZO NELLA PRATICA CLINICA

2

A cura di:

Chiara Belvito
Ospedale Sant'Anna
San Fermo della Battaglia (CO)

Con la collaborazione di:

Erica Caputo
Tecnico di Cardiologia, Ospedale Sant'Anna
San Fermo della Battaglia (CO)

ALGORITMI DI GESTIONE DELLA CATTURA: PERCHE?

Nel corso del follow-up si possono verificare modifiche della soglia di stimolazione dovute a:

- maturazione dell'interfaccia tessuto/elettrocatetere;
- malfunzionamento dell'elettrocatetere;
- modifiche del quadro clinico del paziente (terapia farmacologica, anomalie elettrolitiche/metaboliche, variazioni del tono autonomico).

Algoritmi in modo da evidenziare variazioni nella soglia di stimolazione ed ottimizzare le uscite di stimolazioni pertanto:

- **aumentano la sicurezza del paziente;**
- **riducono il consumo di energia, aumentando la longevità del dispositivo.**



ALGORITMI DI GESTIONE DELLA CATTURA

Si riconducono a due algoritmi che utilizzano gli stessi principi di base:

- controllo automatico della soglia di stimolazione ed eventuale adattamento dell'uscita di stimolazione;
- verifica della cattura ventricolare battito-battito.

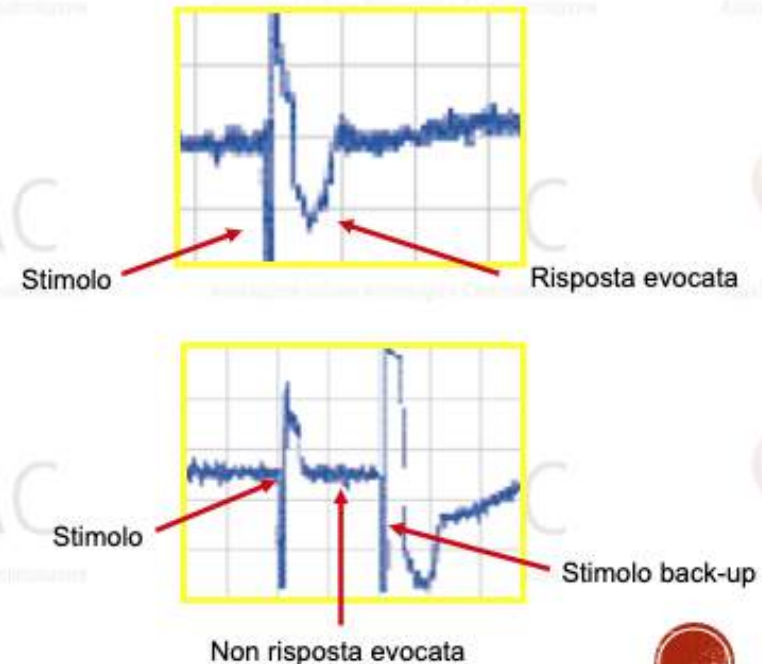


GESTIONE DELLA CATTURA

Controllo automatico della soglia di stimolazione

Il concetto base è identico in tutti i dispositivi e si basa su:

- stimolazione della camera di interesse (a frequenza $>$ di quella spontanea) ad uscita decrescente;
- verifica della risposta evocata: segnale dell'attività elettrica prodotta dalla stimolazione;
- erogazione di stimolo di back-up ad alta uscita in caso di mancata risposta evocata (soglia).



GESTIONE DELLA CATTURA

Controllo automatico della soglia di stimolazione

Perché l'algoritmo funzioni sono necessari:

- **una frequenza intrinseca inferiore alla frequenza di stimolazione durante il test;**
- **una corretta interpretazione dei segnali evocati che vengono verificati dal dispositivo con software dedicati prima dell'esecuzione del test.**



ECG recording showing A, VD, and ER leads. The ER lead shows a series of QRS complexes, with the first seven circled in red and labeled '1', and the last two circled in blue and green and labeled '2' and '3' respectively. The leads are labeled A, VD, and ER on the left. The bottom of the ECG shows a series of numerical values and lead indicators.

AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	(EAC)	AP	(AS)
550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	175	300	523
LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP	LVP
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RVP	RVP	RVP	RVP	RVP	RVP	RVP	RVP	RVP	RVP	RVP	RVP	RVP
550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	575	523
0.7V	0.7V	0.5V	0.5V	0.5V	0.5V	0.5V	0.5V	0.5V	0.4V	LOC	0.4V	LOC

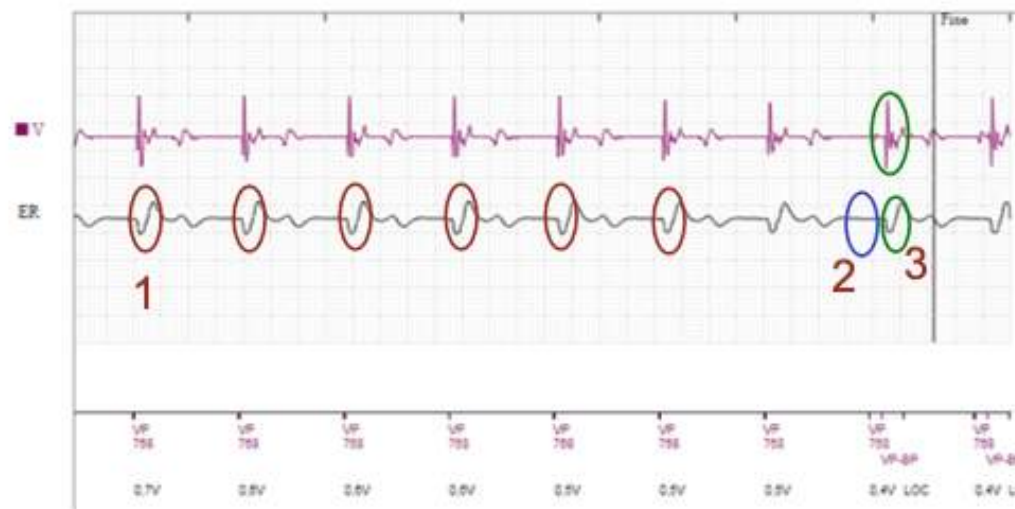
1. **Stimolazione atriale ad ampiezza decrescente:** ad ogni stimolo atriale (A) corrisponde un segnale di risposta evocata (ER).
2. **Ad ampiezza di uscita di 0.4 V allo stimolo atriale non corrisponde una risposta evocata:** il dispositivo riconosce una perdita di cattura (LOC).
3. **PAC:** il dispositivo riconosce un'attività atriale (in periodo refrattario): si tratta dall'attività atriale intrinseca del paziente emersa dopo la perdita di cattura (il ciclo atriale intrinseco non è più resettato dalla stimolazione, inefficace).



GESTIONE DELLA CATTURA

Auto-cattura ventricolare

EGM visualizzato a 25 mm al secondo



1. Stimolazione ventricolare ad ampiezza decrescente: ad ogni stimolo ventricolare (V) corrisponde un segnale di risposta evocata (ER).
2. Ad ampiezza di uscita di 0.4 V allo stimolo ventricolare non corrisponde una risposta evocata: il dispositivo riconosce una perdita di cattura (LOC).
3. Riconosciuta la perdita di cattura, viene erogato uno stimolo di backup ad alta uscita cui corrisponde nuovamente una risposta evocata.



GESTIONE DELLA CATTURA

Controllo cattura ventricolare battito-battito

In corso di stimolazione il dispositivo verifica ad ogni battito la presenza di una risposta evocata.

In caso di assenza di risposta evocata viene erogato uno stimolo di back-up ad alta uscita.

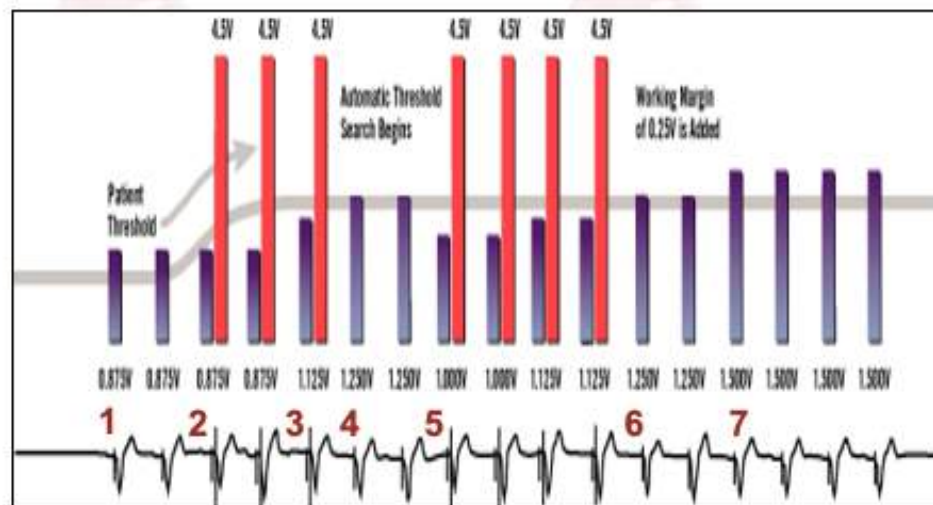
Immediatamente viene aumentata l'ampiezza dell'impulso fino alla verifica di almeno due catture consecutive confermate.

Viene avviato uno nuovo test di controllo automatico della soglia.



GESTIONE DELLA CATTURA

Controllo cattura ventricolare battito-battito



1. Soglia iniziale del paziente: 0.875 V.
2. Mediante il controllo battito-battito, riconoscimento di perdita di cattura ed erogazione di uno stimolo di back-up ad alta soglia.
3. Aumento progressivo dell'uscita di stimolazione.
4. Rilevamento di cattura efficace all'uscita di 1.25 V.
5. Ricerca della nuova soglia ventricolare.
6. Definizione della nuova soglia di cattura a 1.25 V.
7. Riprogrammazione automatica dell'uscita a 1.5 V.



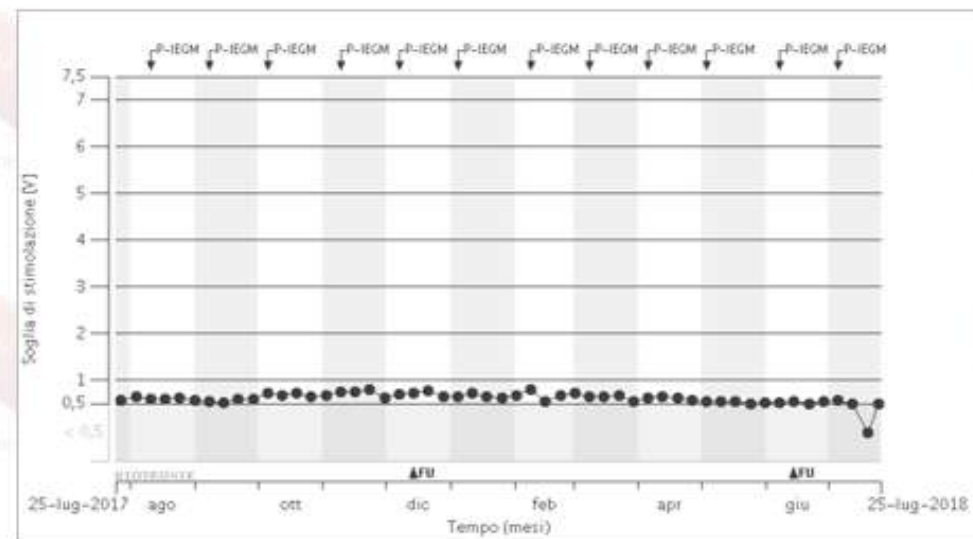
GESTIONE DELLA CATTURA

Modalità di programmazione

La funzione di gestione cattura può essere programmata in modalità:

- **Off**
- **Monitor:** l'algoritmo verrà eseguito ma non verrà apportata alcuna modifica alla programmazione.
- **On (o adattata):** l'uscita di stimolazione verrà adattata in base all'effettiva soglia di stimolazione (secondo parametri di sicurezza programmabili).

In modalità ON e Monitor verrà creato dal dispositivo un report dettagliato dei risultati visualizzabile al follow-up.



Esempio di trend di soglia visualizzabile al follow-up (in questo caso in remoto): è immediatamente evidente la stabilità del parametro elettrico



ALGORITMI DI GESTIONE DELLE TACHIARITMIE ATRIALI

La fibrillazione atriale

È **l'aritmia più frequente** nella popolazione generale.

Decorre spesso in **forma asintomatica**.

È gravata da un **alto tasso di morbidità e mortalità** per:

- eventi tromboembolici;
- scompenso cardiaco (secondario ad elevata frequenza ventricolare, perdita del contributo atriale...).

I **dispositivi impiantabili**, attraverso l'utilizzo di **algoritmi dedicati**, permettono:

- **diagnosi precoce** dell'aritmia anche se asintomatica;
- **controllo della frequenza** in corso di aritmia;
- **controllo del ritmo** in caso di aritmia;
- **prevenzione** dell'insorgenza dell'aritmia.



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI *IN ATTO*

Controllo della **frequenza** ventricolare in caso di aritmia atriale

- Automatic mode switch (AMS)

Controllo del **ritmo** in caso di aritmia atriale

- Anti-tachicardial pacing (ATP)
- Cardioversione elettrica interna



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI *IN ATTO*

Controllo della frequenza: Mode Switch (MS)

Il dispositivo interrompe la stimolazione atrio-guidato del ventricolo in presenza di una attività atriale intrinseca con frequenza superiore ad un cut-off programmabile.

A seconda delle aziende, la frequenza programmabile viene definita da criteri differenti: “media delle frequenza”, “variabilità della frequenza” o “frequenza puntuale massima”.



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI *IN ATTO*

Controllo della frequenza: **Mode Switch (MS)**

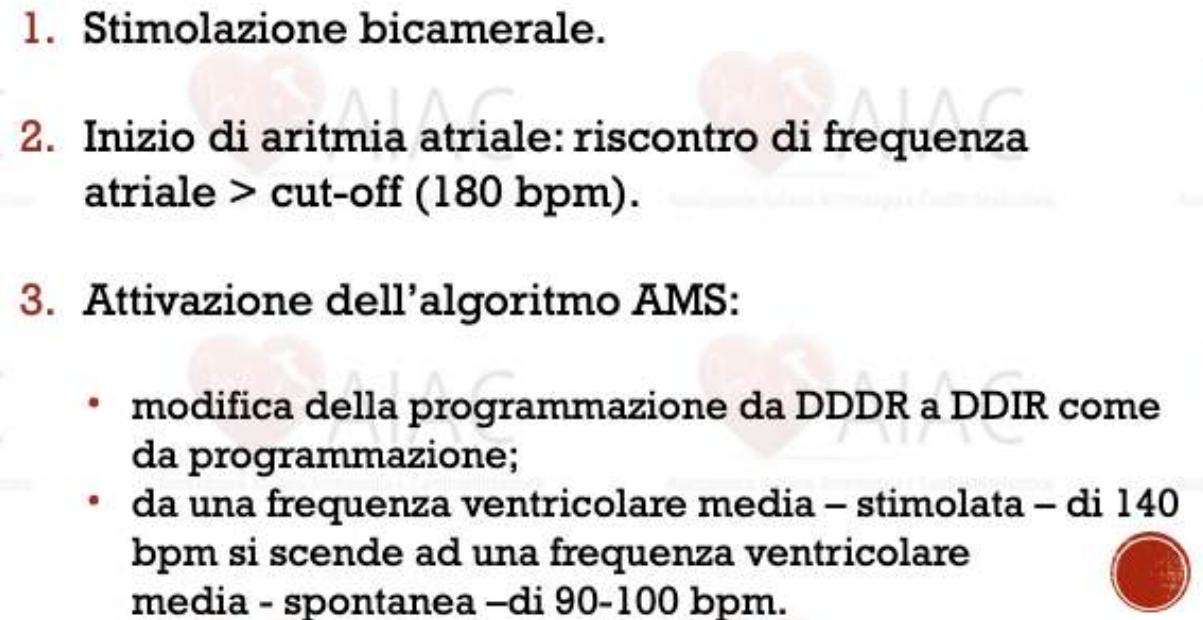
Al raggiungimento del cut-off il dispositivo...

- ... passerà da una modalità trascinata (DDD –VDD -R) ad una non trascinata (DDI-VDI-VVI - R) riducendo le conseguenze emodinamiche e i sintomi secondari ad una rapida risposta ventricolare;
- ... modulerà la risposta della funzione in termini di velocità di attivazione dell'algoritmo per evitare brusche variazioni di FC;
- ... al ripristino del ritmo sinusale passerà nuovamente ad una modalità di stimolazione trascinata.



Controllo della frequenza: **Mode Switch (MS)**

Prima della visualizzazione dell'episodio vengono riepilogati i dati dell'episodio e la programmazione del dispositivo.



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI *IN ATTO*

Controllo della frequenza: **Mode Switch (MS)**

Ogni evento viene memorizzato dal dispositivo,
che crea un report dettagliato visualizzabile al follow-up.

Nr.	Data/Ora Rilevamento	Tipo	Dettagli	rilevamento PP/RR [ms]
☐ 9	25-lug-2018 0.35.14	TA	 Solo monitoraggio; in corso il 25-lug-2018 1.31.00	--- / 795
☐ 8	23-lug-2018 13.42.12	TA	 Solo monitoraggio; Durata: 28s	--- / 537
☐ 7	20-lug-2018 12.24.38	TA	 Solo monitoraggio; Durata: 1min 50s	--- / 574
☐ 6	20-lug-2018 0.05.40	TA	 Solo monitoraggio; Durata: 26s	--- / 834
16-lug-2018 16.09.56		Follow-up		
☐ 5	16-giu-2018 17.01.12	TA	 Solo monitoraggio; Durata: 2h 34min 18s	--- / 584
☐ 4	9-giu-2018 2.54.06	TA	 Solo monitoraggio; Durata: 3h 15min 2s	--- / 682
☐ 3	3-giu-2018 2.56.28	TA	 Solo monitoraggio; Durata: 28s	--- / 708
☐ 2	2-giu-2018 5.46.36	TA	 Solo monitoraggio; Durata: 4min 22s	--- / 865
☐ 1	1-giu-2018 4.11.56	TA	 Solo monitoraggio; Durata: 30s	--- / 767



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI *IN ATTO*

Controllo del ritmo: **Antitachicardial Pacing (ATP)**

- Interruzione di aritmie organizzate (flutter atriale e tachicardia atriale).
- Disponibile negli ICD e in alcuni PM.
- Erogazione di una serie di impulsi elettrici ad una frequenza inferiore a quella della tachicardia: l'impulso elettrico “entra” nel circuito, resetta il ciclo dell'aritmia e la interrompe.
- Si distinguono due tipi di ATP :
 1. **BURST** - Serie di impulsi con intervalli regolari
 2. **RAMPA** - Serie di impulsi con intervalli decrementali

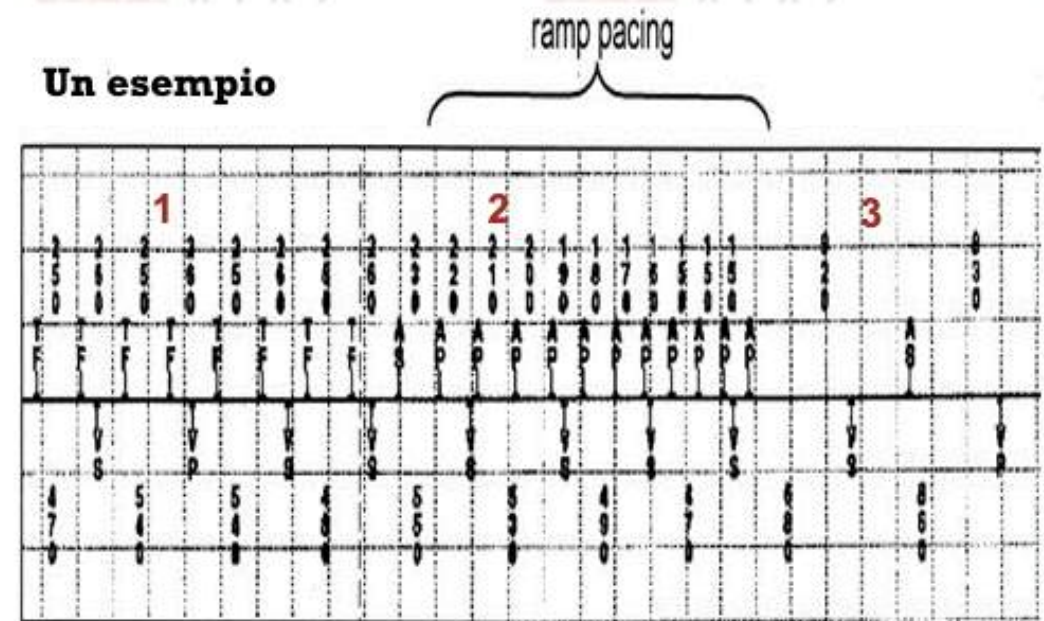


GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI *IN ATTO*

Controllo del ritmo: **Antitachicardial Pacing (ATP)**

1. Riconoscimento di aritmia atriale (ciclo medio 250 msec).
2. Rampa: stimolazione a partire da un intervallo minore di quello della tachicardia (220 msec) con intervalli decrescenti (fino a 150 msec).
3. Ripristino del ritmo sinusale.

Un esempio



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI *IN ATTO*

Controllo del ritmo: cardioversione elettrica interna

- 1. Disponibile solo sugli ICD.**
- 2. Erogazione di uno shock (sincronizzato sull'onda R) a bassa energia dal catetere da defibrillazione o (raramente) dal catetere atriale.**



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI

Prevenzione dell'insorgenza

Viene effettuata mediante:

- riduzione degli episodi di bradicardizzazione;
- riduzione dell'extrasistolia sopraventricolare;
- stabilizzazione del ritmo cardiaco (evitando una eccessiva variabilità della frequenza cardiaco con episodi di ciclo breve-lungo).



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI

Prevenzione dell'insorgenza: **overdrive atriale**

Stimolazione atriale ad una frequenza di poco superiore a quella intrinseca per assicurare un'alta percentuale di stimolazione in atrio (in ritmo sinusale o dopo episodio di FA).

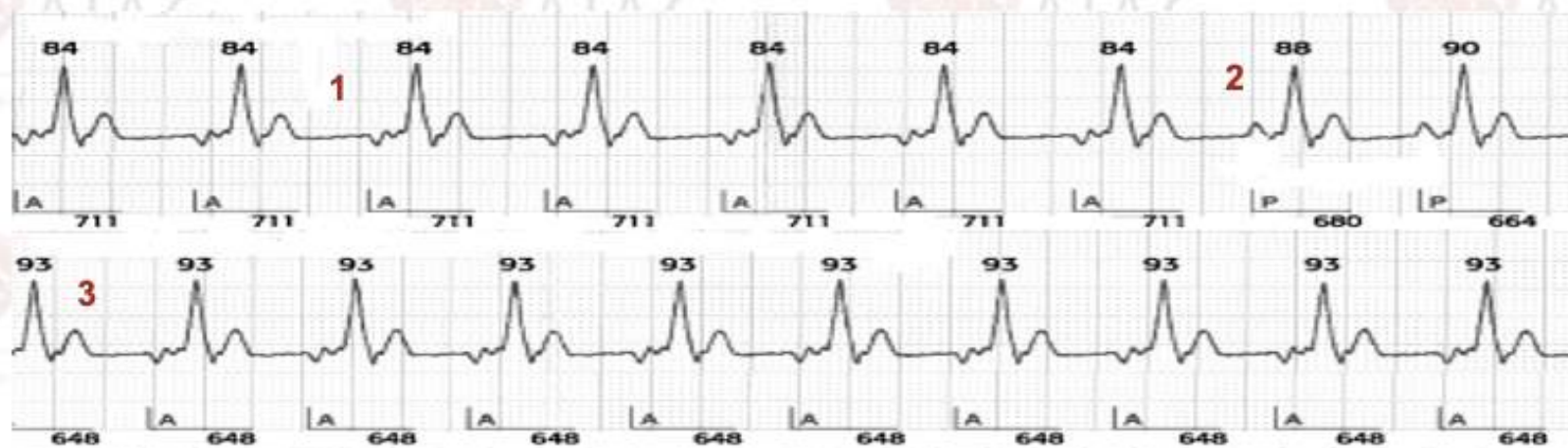
- Evita episodi di bradicardizzazione.
- Riduce l'extrasistolia sopraventricolare.
- Stabilizza il ciclo cardiaco.



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI

Prevenzione dell'insorgenza: **overdrive atriale**

Un esempio



1. Stimolazione atriale ad 84 battiti/minuto (A)
2. Rilevamento di due battiti atriali a frequenza più alta (P)
3. Immediato aumento della frequenza stimolazione a 93 bpm (A)

Modificato da: St. Jude Medical



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI

Prevenzione dell'insorgenza: **stimolazione post-extrasistolica**

Stimolazione eseguita dopo rilevamento di evento atriale prematuro (extrasistole) per ridurre l'incidenza e stabilizzare la frequenza atriale mediante:

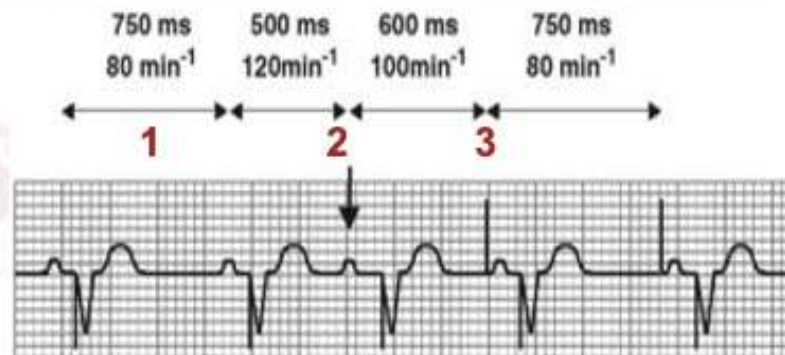
- singolo stimolo per abolire la pausa post-extrasistolica,
oppure
- aumento temporaneo della frequenza di stimolazione atriale.



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI

Prevenzione dell'insorgenza: **stimolazione post-extrasistolica**

Un esempio



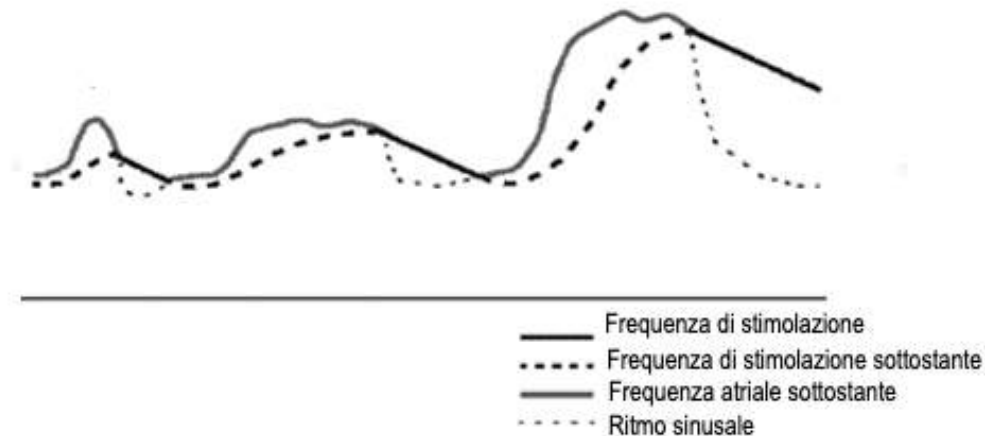
1. Ritmo sinusale a ciclo 750 msec.
2. Rilevamento di extrasistole sopraventricolare (ciclo atriale di 500 msec).
3. Inizio di stimolazione atriale ad una frequenza maggiore di quella basale (ciclo 600 msec).



GESTIONE DELLE ARITMIE ATRIALI

Prevenzione dell'insorgenza: **risposta post-esercizio fisico**

Limita la velocità di riduzione della frequenza dopo esercizio fisico con una lenta e graduale riduzione della frequenza atriale stabilizzando il ciclo cardiaco.



Modificato da: *Europace* 5 (3): 267–273



ALGORITMI DI OTTIMIZZAZIONE RITARDI AV E VV NELLA CRT

Razionale

- **Ottimizzazione intervallo AV:** modifica la sequenza contrazione atriale-contrazione ventricolare ottimizzando il riempimento ventricolare senza “troncare” la contrazione atriale.
- **Ottimizzazione intervallo VV:** modifica la sequenza contrazione ventricolo destro-ventricolo sinistro per ottimizzare la gittata cardiaca.



ALGORITMI DI OTTIMIZZAZIONE RITARDI AV E VV NELLA CRT

Si basano su:

- analisi dei tempi di conduzione AV e VV (spontanei e stimolati) mediante gli elettrogrammi endocavitari (EGM)

oppure

- utilizzo di un sensore (accelerometro) posizionato in atrio in grado di indicare il grado di contrattilità miocardica.

Ciascuna azienda ha sviluppato algoritmi specifici e non tutti i dispositivi al momento in commercio possiedono tali algoritmi.



OTTIMIZZAZIONE RITARDI AV MEDIANTE EGM

Misurazione della durata dell'EGM atriale (depolarizzazione atriale): considerata una stima del tempo di chiusura della valvola mitrale.



La chiusura della valvola mitrale avviene appena prima della fine dell'attività elettrica (in blu).

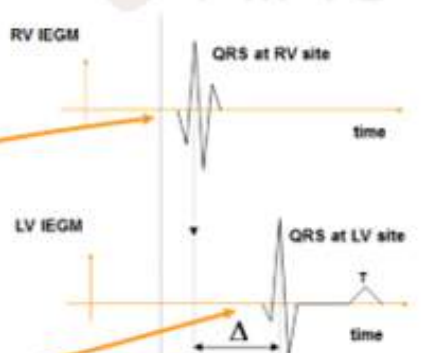
L'intervallo AV ottimale dovrà cadere pertanto poco prima della fine dell'EGM.

Nel caso specifico, pertanto, l'intervallo AV dovrà essere accorciato.



OTTIMIZZAZIONE RITARDI VV MEDIANTE EGM

Quick-Opt (Abbot)



Delta: ritardo di attivazione RV-LV

Il dispositivo misura la velocità di propagazione dello stimolo nelle seguenti modalità:

- RV e LV spontanei (vedi figura)
- LV stimolato $\Rightarrow$ RV spontaneo
- LV stimolato $\Rightarrow$ RV spontaneo

Attraverso una formula matematica, le 3 misure vengono elaborate per fornire il ritardo VV ottimale che permetta una contrazione sincronizzata.



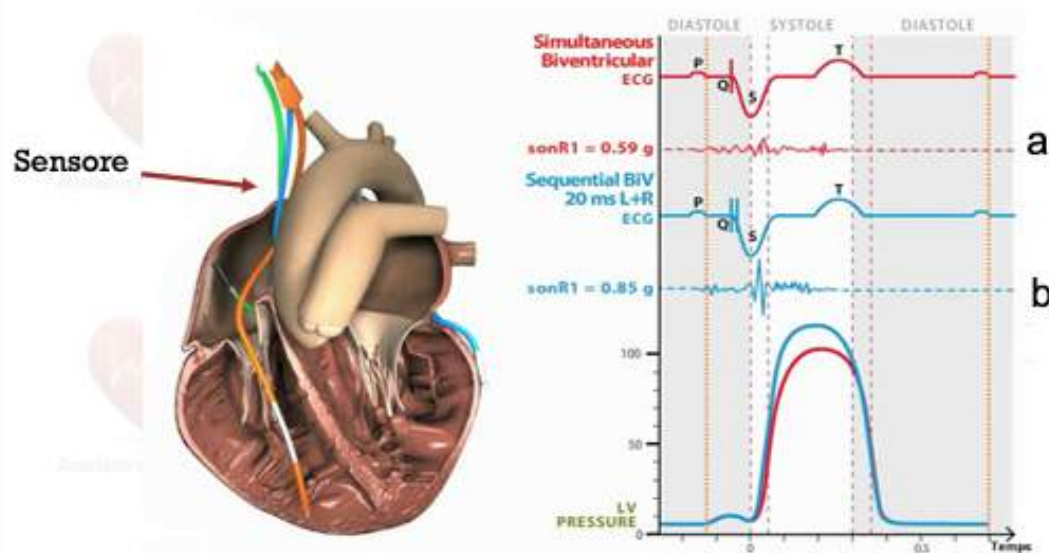
OTTIMIZZAZIONE AV E VV: UTILIZZO DEL SENSORE

Al momento una sola azienda ha sviluppato questo tipo di tecnologia (la Microport).

- Utilizza un microaccelerometro (SonRTM) inserito nella punta del catetere atriale.
- Riceve le vibrazioni del muscolo cardiaco che correlano con la contrattilità ed indirettamente con la gittata.
- L'algoritmo misura in tempo reale, a riposo e durante esercizio, la contrattilità in corso di 69 combinazioni di ritardo AV/VV.



OTTIMIZZAZIONE AV E VV: UTILIZZO DEL SENSORE



a. Contrattilità cardiaca rilevata dal sensore in stimolazione biventricolare pura (0.59 gr).

b. Contrattilità cardiaca rilevata dal sensore anticipando il catetere sinistro di 20 msec (0.85 g).



ALGORITMI DEI PM DI PIÙ FREQUENTE UTILIZZO NELLA PRATICA CLINICA

Fine del modulo

2

A cura di:

Chiara Belvito
Ospedale Sant'Anna
San Fermo della Battaglia (CO)

Con la collaborazione di:

Erica Caputo
Tecnico di Cardiologia, Ospedale Sant'Anna
San Fermo della Battaglia (CO)