

COME È FATTO UN ICD

A cura di:

Federica Michelotti

U.O. Elettrofisiologia Cliniche Humanitas Gavazzeni - Bergamo



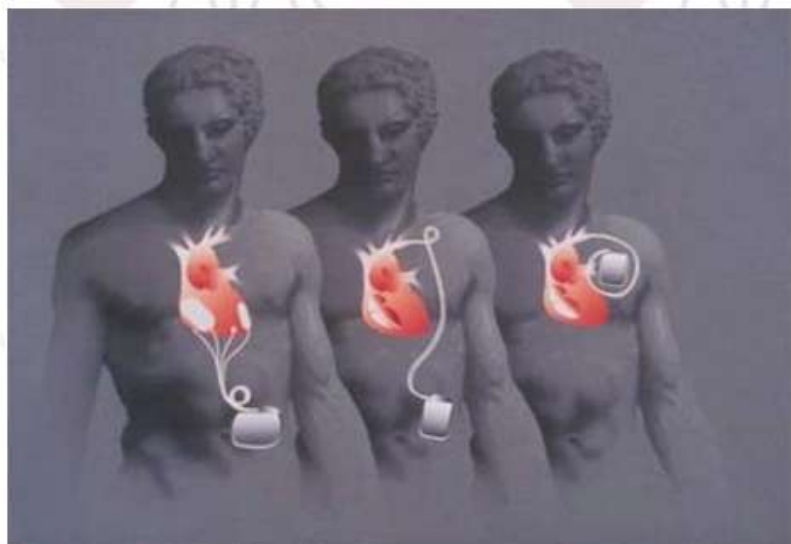
PRINCIPALI FUNZIONI DI UN (A)ICD DEFIBRILLATORE CARDIACO IMPIANTABILE (AUTOMATICO)

- **Monitoraggio del ritmo cardiaco**
- **Riconoscimento delle aritmie**
- **Somministrazione di una terapia adeguata ed efficace per il tipo di aritmia**
- **Terapie anti-bradicardia (funzione pace-maker*)**

* Per tutto quanto attinente a questo punto far riferimento al modulo «Com'è fatto un PM?» del corso relativo



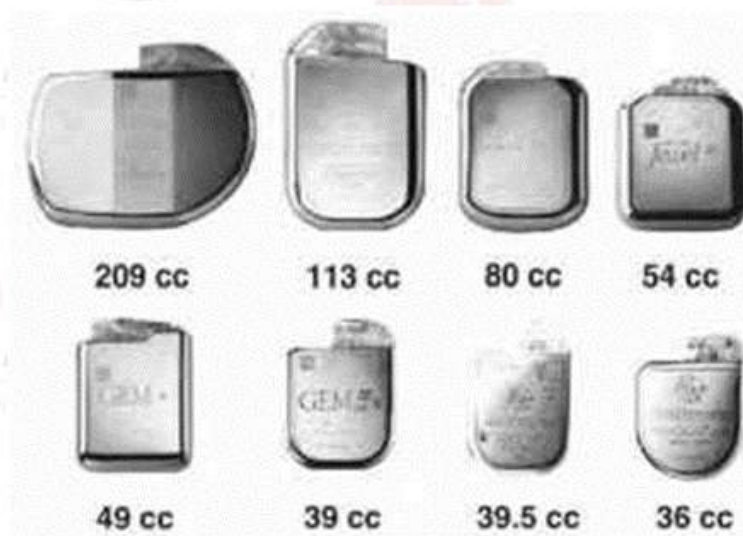
EVOLUZIONE DEGLI ICD



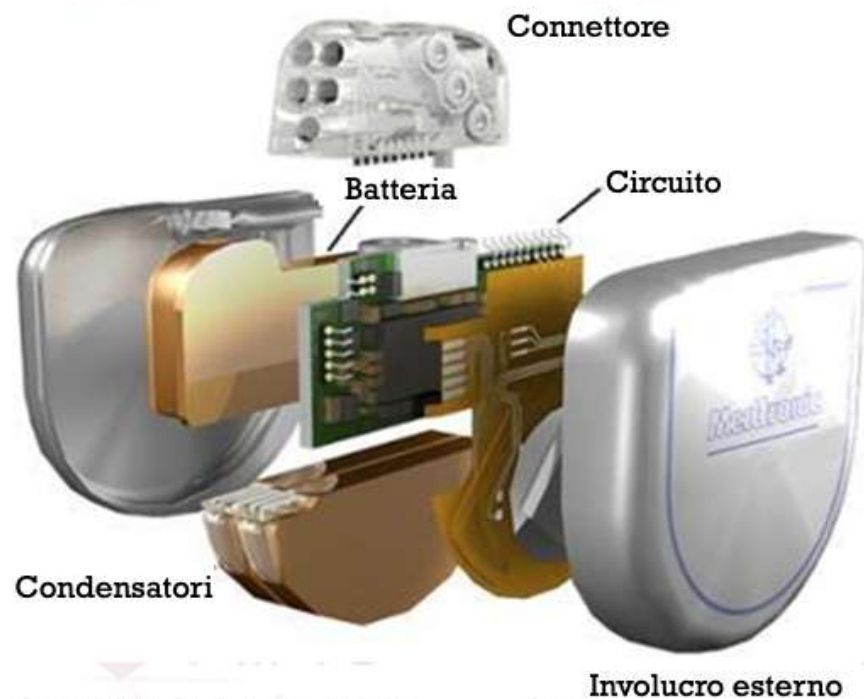
1° device 1980
289 g, 150 cc, 22 mm



2010 device
72 g, 30.5 cc, 9.9 mm



I PRINCIPALI COMPONENTI DI UN ICD

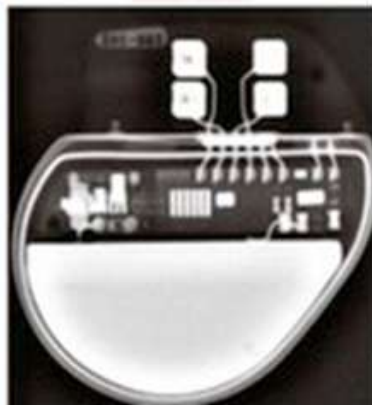


- Il connettore
- La batteria
- Il microprocessore (con funzione anti-brady e anti-tachy)
- L'involucro esterno
- I condensatori

I primi 4 elementi sono comuni al PM, mentre i condensatori sono presenti solo negli ICD e servono per contenere energia accumulata, quella che eventualmente servirà per lo shock.



PM E ICD A CONFRONTO



Le dimensioni degli ICD restano considerevoli, rispetto ai PM, per le dimensioni dei condensatori.



GLI ELETTROCATETERI DA DEFIBRILLAZIONE

Presentano 5 componenti principali e possono avere una diversa conformazione a seconda del modello e della ditta costruttrice:



1. Coil ad alto voltaggio singolo o doppio (caratteristica dell'ICD, non del PM)
2. Coil per funzione di pacing e sensing
3. Spazio per compressione (non sempre presente)
4. Isolante esterno
5. Isolante interno



GLI ELETTROCATETERI

Si classificano a seconda di:

- **Numero di coil (singolo o doppio)**

Vite **esposta** (coperta da una "cuffia" di saccarosio che si scioglie a contatto col sangue)

- **Apparato di fissaggio**

fissazione **attiva**

Vite **retrattile**

fissazione **passiva** (a barbe)

- **Sistema di connessione all'ICD**

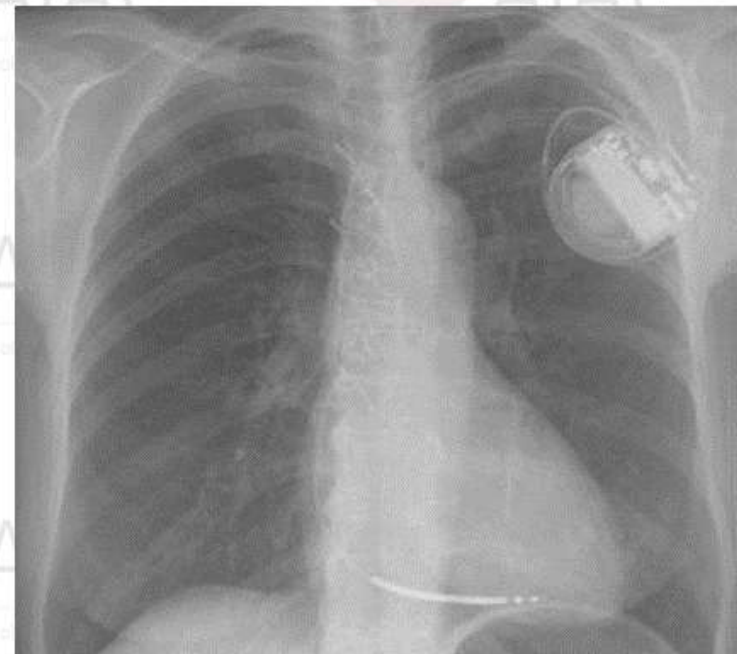
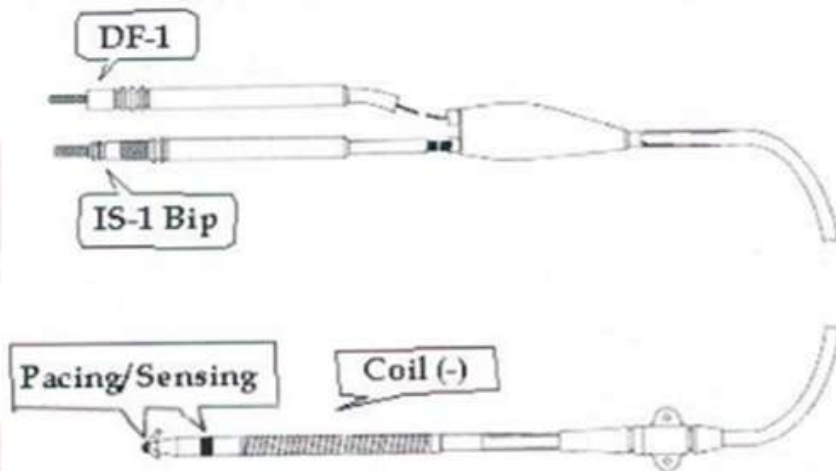
DF - 1 (pace/sense e def presentano due accessi diversi al connettore)

DF - 4 (tutte le terminazioni raggiungono il connettore attraverso lo stesso pin)



ELETTROCATETERI A SINGOLO COIL

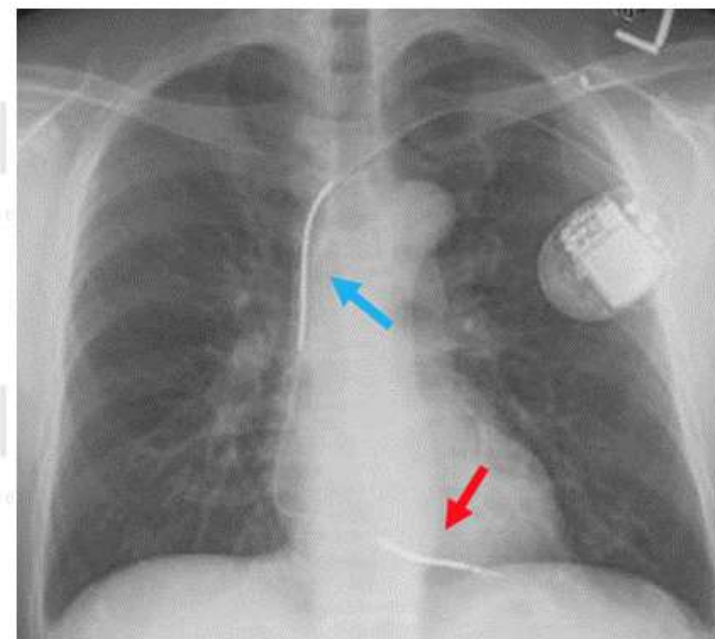
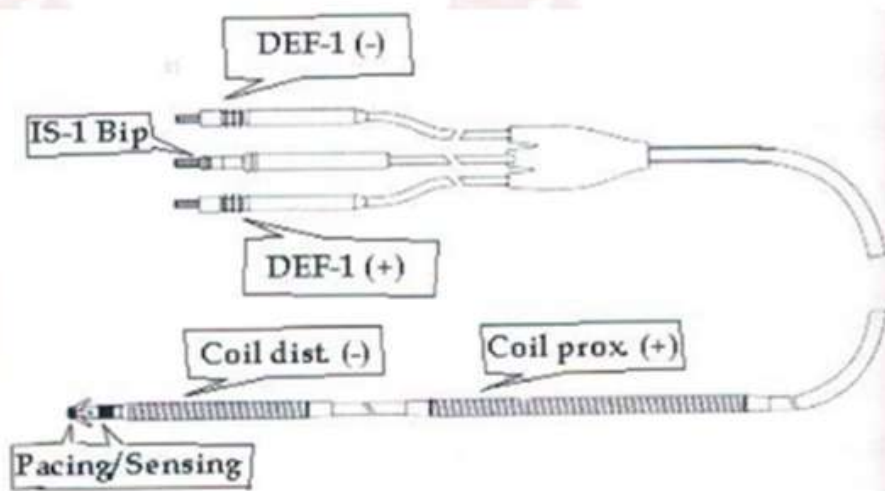
Presentano solo un coil distale, a monte degli elettrodi di pace/sense.
Sono usati più frequentemente.



ELETTROCATETERI A DOPPIO COIL

Presentano anche un coil prossimale, che si localizza in corrispondenza della vena cava superiore (perciò identificato come SVC).

Attualmente sono meno usati perché più difficili da estrarre proprio a causa delle adherenze in SVC.



APPARATO DI FISSAGGIO



Elettrocatteter a fissazione passiva: le barbe fungono da ancore nel miocardio

Vantaggi: minor rischio di perforazione cardiaca.

Svantaggi: possono ancorarsi ad altri appigli (valvole venose, tricuspide...), sono più difficili da estrarre e possono essere posizionati solo in apice ventricolare e in auricola atriale.



Elettrocatteter a fissazione attiva: la vite viene avvitata nel miocardio

Può uscire dalla punta del catetere attraverso un sistema retrattile (vedi figura) oppure essere coperta da uno strato di saccarosio che si scioglie a contatto col sangue.

Vantaggi: permettono una maggior flessibilità nella scelta del punto di ancoraggio del catetere e sono più facili da estrarre.

Svantaggi: maggior rischio di perforazione cardiaca





CONNETTORE DF-1



Two DF-1, One IS-1



IS-1 (Pace/ Sense)

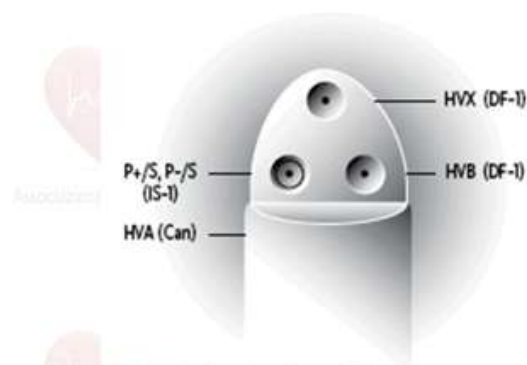


DF-1 (Shock)

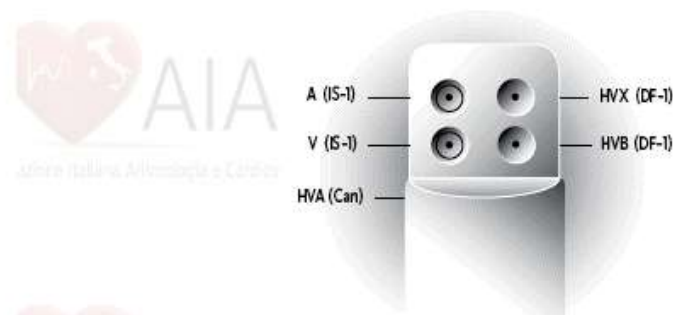




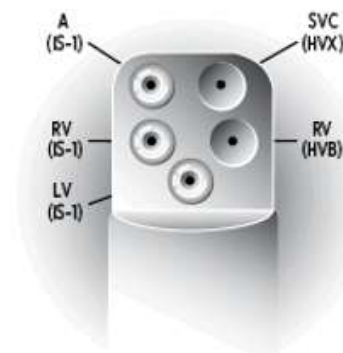
CONNETTORE DF-1



Defibrillatore monocamerale



Defibrillatore bicamerale



**Defibrillatore tricamerale
(biventricolare)**



CONNETTORE DF-4

Doppio coil



Singolo coil



Biventricolare



Monocamerale



Bicamerale





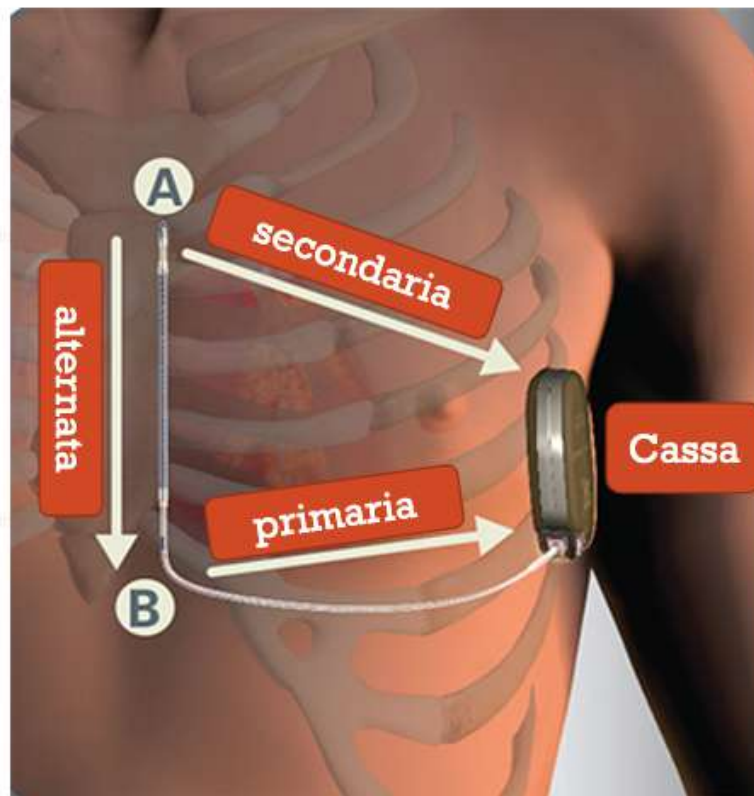
COSA CAMBIA?



*superior vena cava



S-ICD (SOTTOCUTANEO)



Defibrillatore impiantato in corrispondenza della linea ascellare anteriore con catetere totalmente sottocutaneo senza protesi intracardiache.

Indicato in pazienti che necessitano di terapia anti-tachi ma non anti-bradi.



FUNZIONAMENTO DELL'ICD

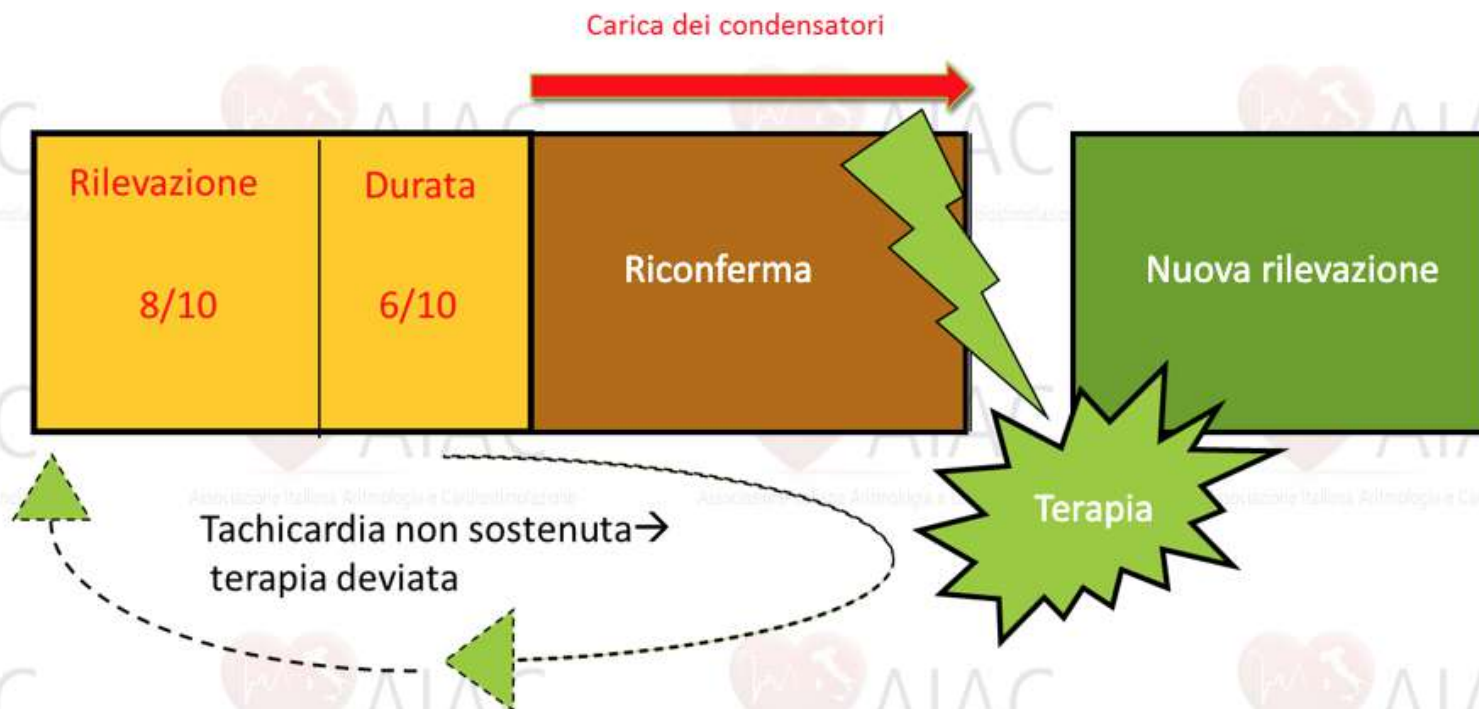
Ragionamento in 3 fasi:

1. Riconoscimento
2. Discriminazione
3. Terapia

ALT
FARSI RICONOSCERE
ZONA MILITARE



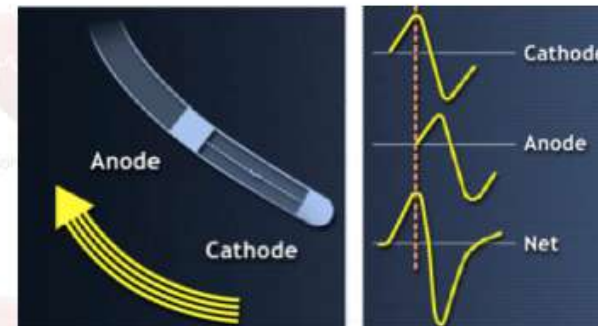
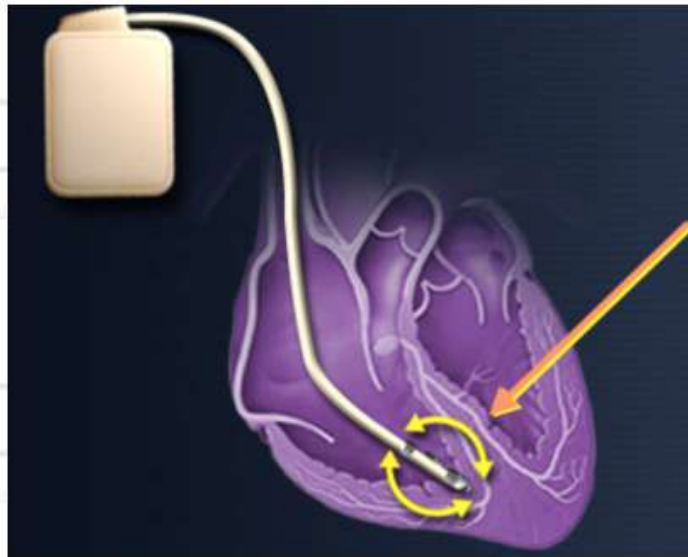
SEQUENZA TEMPORALE



FASE 1 RICONOSCIMENTO

ALT
FARSI RICONOSCERE
ZONA MILITARE

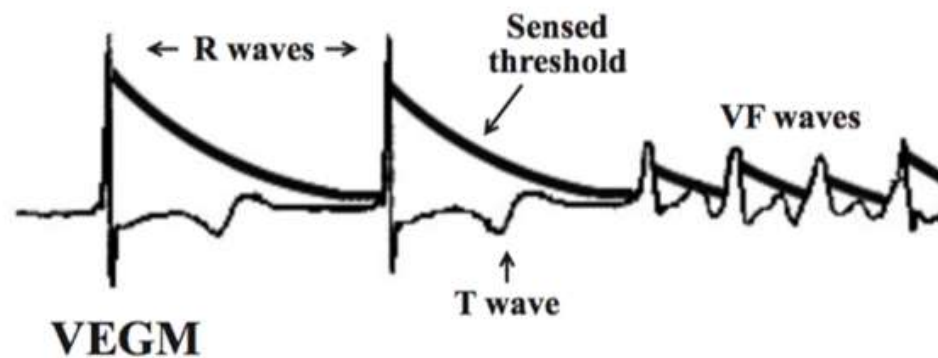
Sensing BIPOLARE: sempre tra catodo e anodo alla punta del catetere di shock per ridurre al minimo la possibilità di interferenze esterne.



FASE 1 RICONOSCIMENTO

ALT
FARSI RICONOSCERE
ZONA MILITARE

Sensing ADATTATIVO (o dinamico): dopo aver sentito il segnale ventricolare la sensibilità si riduce immediatamente fino al 75% dell'ampiezza del QRS sentito, per poi decadere fino al valore di sensibilità programmata, finché non si verifica un nuovo segnale ventricolare.



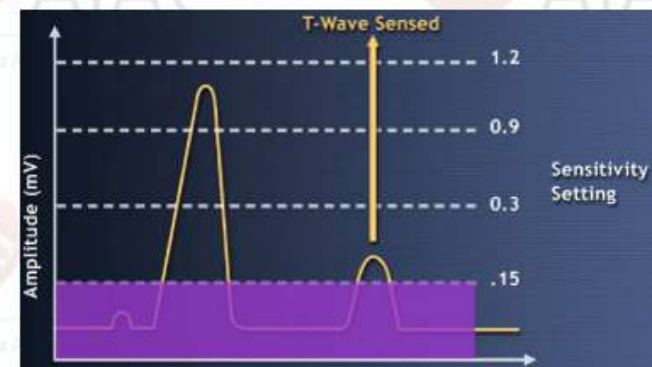
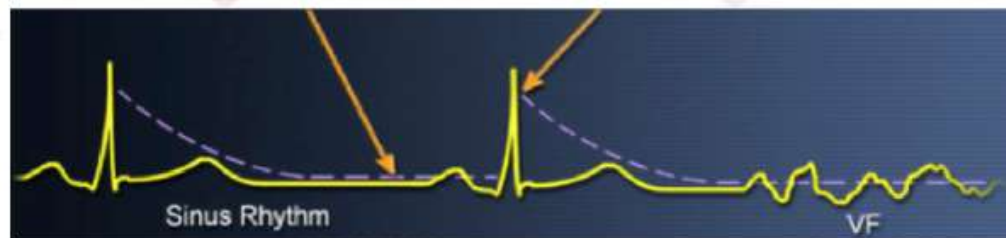
In questo modo garantisce il sensing dei complessi di FV, ma previene il sensing dell'onda T, degli artefatti da pacing e dei segnali provenienti da altre camere cardiache.



FASE 1 RICONOSCIMENTO

ALT
FARSI RICONOSCERE
ZONA MILITARE

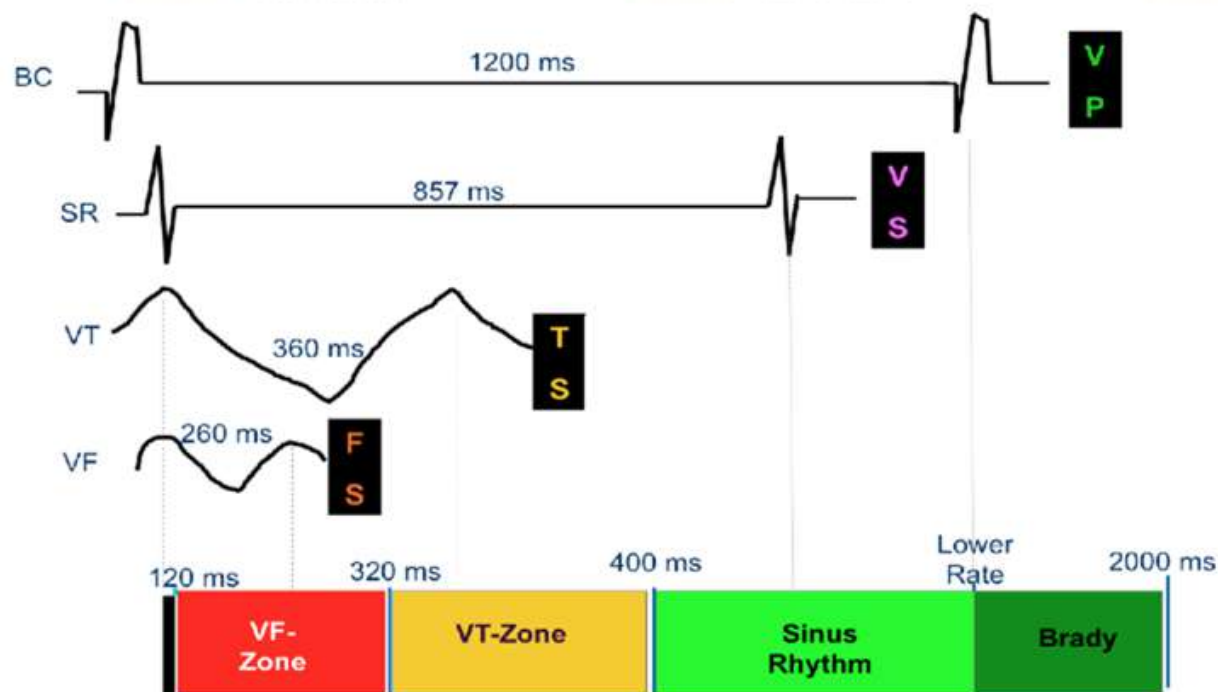
Sensing ADATTATIVO $\neq$ dal sensing statico del PM



FASE 1 RICONOSCIMENTO

ALT
FARSI RICONOSCERE
ZONA MILITARE

Il riconoscimento si basa sulla **FREQUENZA**



FASE 1 **RICONOSCIMENTO**

ALT
FARSI RICONOSCERE
ZONA MILITARE

A una zona

FV
> 200 bpm

A due zone

TV
181 – 200 bpm

FV
> 200 bpm

A tre zone

TV 1
150 – 180 bpm

TV 2
181 – 200 bpm

FV
> 200 bpm



FASE 2

DISCRIMINAZIONE



Avviene in 3 fasi:

1. Onset (insorgenza)
2. Stability (stabilità degli intervalli RR)
3. Wavelet (morfologia dell'onda)

I criteri vengono seguiti in questo ordine e la mancata soddisfazione di uno impedisce la messa in atto dei successivi su quella sequenza.

Il defibrillatore esegue la discriminazione **battito per battito**.

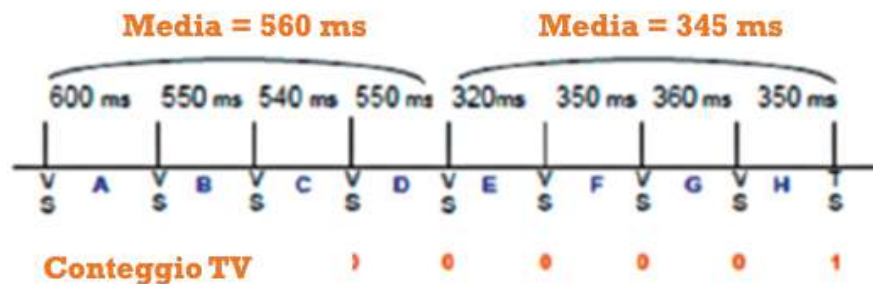


FASE 2 DISCRIMINAZIONE



ONSET: se l'insorgenza della tachicardia è improvvisa, è molto più probabile che sia ad origine aritmica anziché fisiologica (es. l'aumento di frequenza in corso di sforzo fisico si verifica gradualmente).

La media degli RR di 4 battiti viene confrontata con la media degli RR dei 4 battiti precedenti, moltiplicata per la Onset Percentage (percentuale di insorgenza) programmata: il criterio di Onset risulta confermato quando la media dei battiti recenti è minore della precedente.



Esempio:

Onset Percentage programmata 81%

$$[E, F, G, H] < [A, B, C, D] \times 81\%$$

$$345 < 560 \times 81\%$$

→ Criterio di Onset soddisfatto



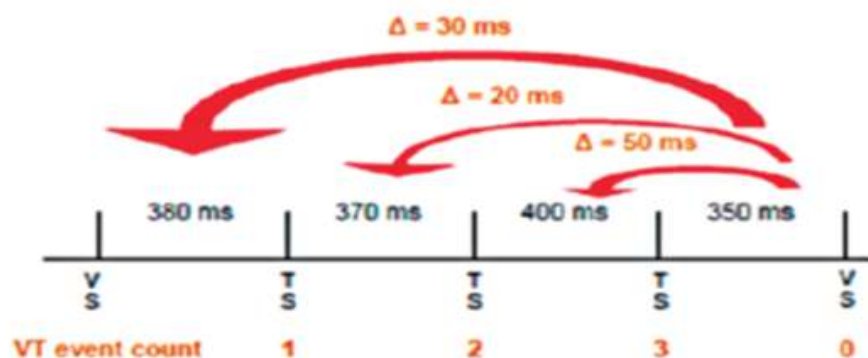
FASE 2

DISCRIMINAZIONE



STABILITY: la tachicardia ventricolare è un ritmo stabile e regolare (mentre la fibrillazione atriale è condotta irregolarmente ai ventricoli).

Si attiva quando il conto di battiti di TV è > 3 e richiede un valore di intervallo RR programmato come riferimento di stabilità (generalmente fissato a 40 o 50 ms a seconda della ditta costruttrice). Il ritmo è considerato instabile quando la differenza tra un intervallo RR e uno qualsiasi dei 3 precedenti risulta $>$ rispetto all'intervallo di stability programmato.



Esempio:

Stability programmata < 40 ms

La differenza tra il IV e il III intervallo è 50 ms

→ Criterio di Stability non soddisfatto: il ritmo non è stabile e il conteggio delle TV torna 0



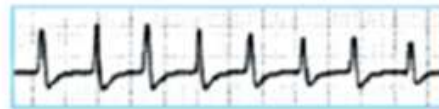
FASE 2

DISCRIMINAZIONE

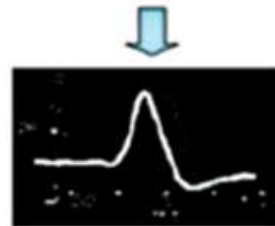


WAVELET: confronta il complesso QRS riscontrato su campo largo con un 'template' precedentemente misurato e archiviato con le caratteristiche del QRS dei battiti normalmente condotti in corso di ritmo sinusale (in corso di TV il pattern di conduzione, e quindi la forma del QRS, varia).

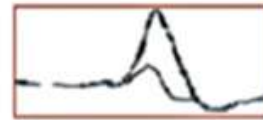
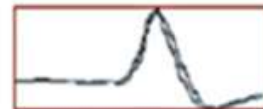
On-going Rhythm



Template



Esempio con una soglia di compatibilità programmata al 70%



Confronto con template:

94% > 70%

→ SVT

Confronto con template:

12% < 70%

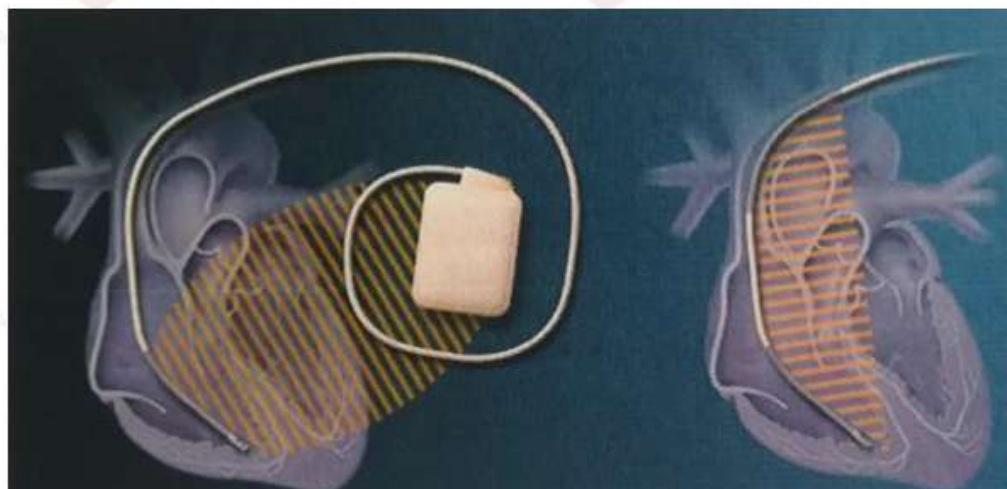
→ VT



FASE 2 **DISCRIMINAZIONE**



WAVELET: cosa si intende per vettore di campo largo?



Dalla cassa a RV coil

Da RV coil a SVC coil



FASE 3 **TERAPIA**



Esistono 3 tipi diversi di terapia che il dispositivo può mettere in atto sulla base della programmazione e della tachicardia riscontrata:

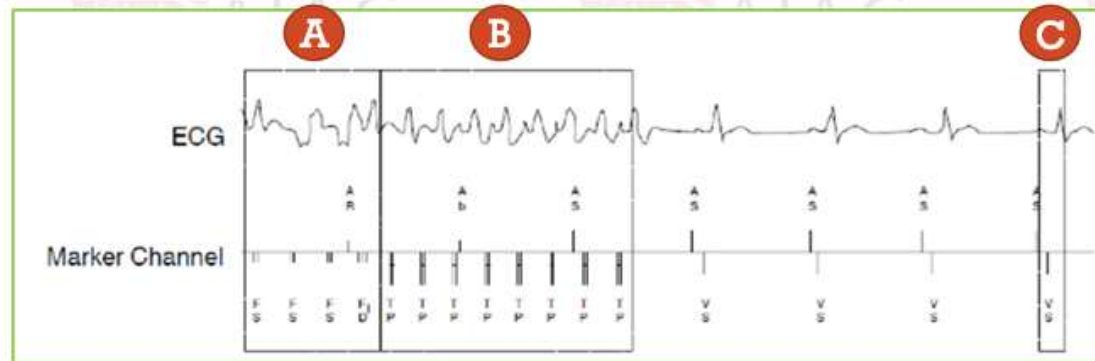
- 1. ATP (Anti-Tachi Pacing): Burst, Rampa e Ramp+**
- 2. Cardioversione: shock sincronizzato sull'onda R**
- 3. Defibrillazione: shock non sincronizzato a 30 o 40 J**



FASE 3 TERAPIA



1. **BURST:** stimolazione ritmica ad alta frequenza con ciclo regolare (il ciclo ed il numero degli stimoli sono programmabili).
2. **RAMPA:** stimolazione con intervalli decrementali (a frequenza sempre maggiore).
3. **RAMP+:** stimolazione con intervalli decrementali ed extrastimolo finale allo stesso ciclo del precedente.



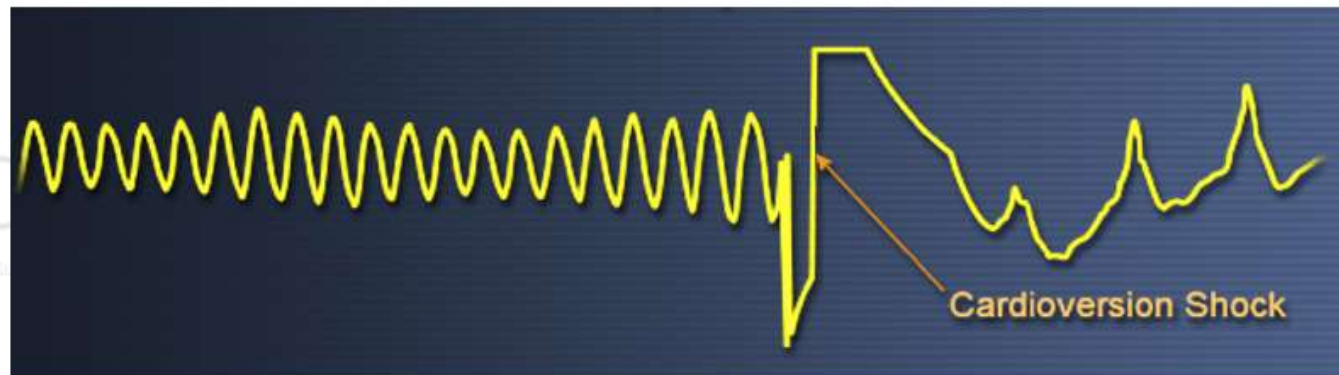
- A. Riconoscimento dell'aritmia ventricolare
- B. Erogazione di ATP (burst)
- C. Aritmia non confermata, non si erogano altre terapie



FASE 3 **TERAPIA**



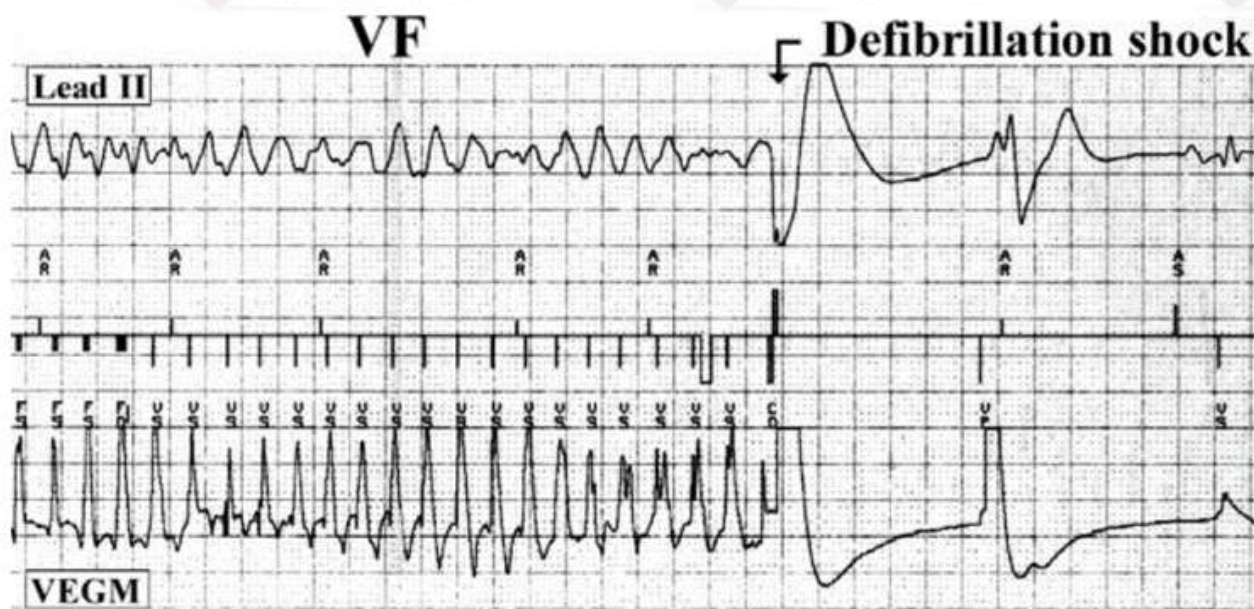
CARDIOVERSIONE: shock sincronizzato con l'onda R



FASE 3 TERAPIA



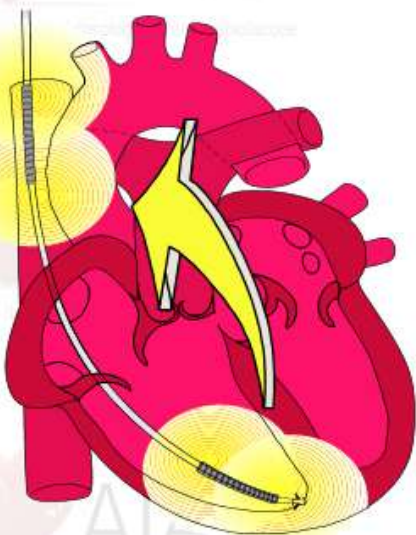
DEFIBRILLAZIONE: shock bifasico asincrono a 30 – 40 J



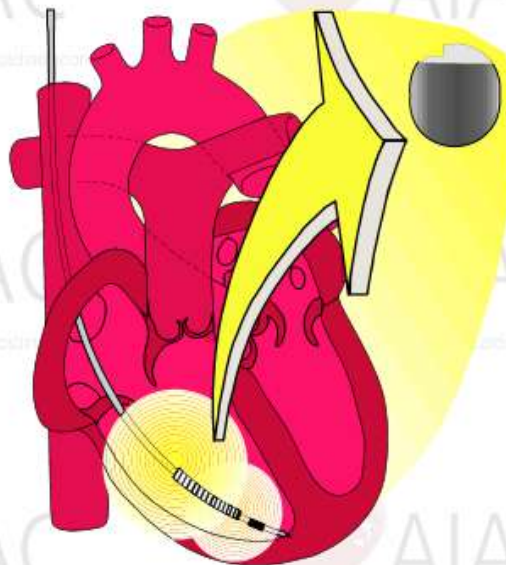
FASE 3 TERAPIA



DEFIBRILLAZIONE



Cassa passiva



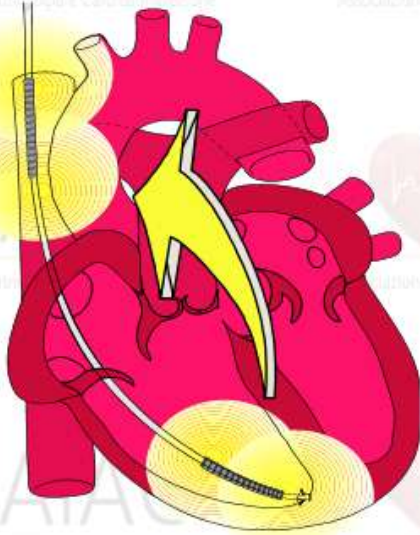
Cassa attiva



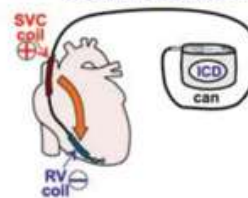
FASE 3 TERAPIA



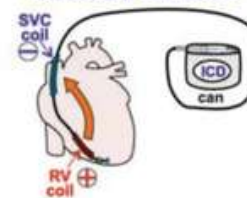
CASSA PASSIVA



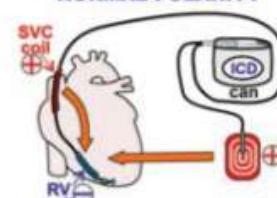
**NON-ACTIVE CAN
NORMAL POLARITY**



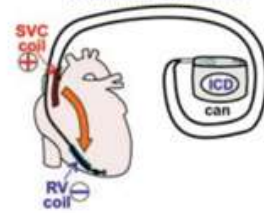
**NON-ACTIVE CAN
REVERSED POLARITY**



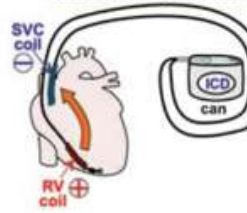
**SUBCUTANEOUS PATCH
NORMAL POLARITY**



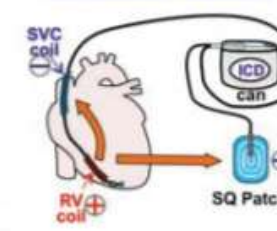
**NON-ACTIVE CAN and
SEPARATE SVC ELECTRODE
NORMAL POLARITY**



**NON-ACTIVE CAN and
SEPARATE SVC ELECTRODE
REVERSED POLARITY**



**SUBCUTANEOUS PATCH
REVERSED POLARITY**



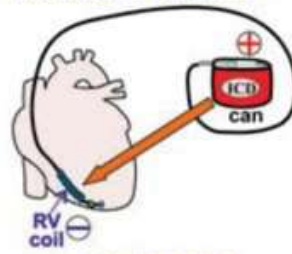
FASE 3 TERAPIA



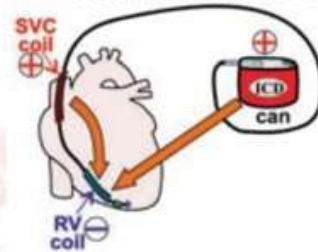
CASSA ATTIVA



ACTIVE CAN
NORMAL POLARITY



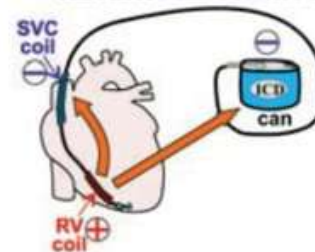
ACTIVE CAN
NORMAL POLARITY



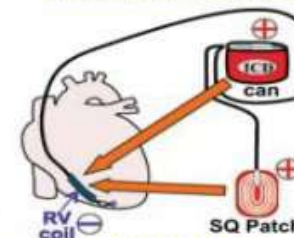
ACTIVE CAN
REVERSED POLARITY



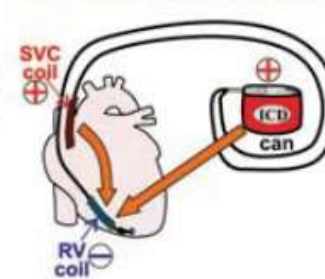
ACTIVE CAN
REVERSED POLARITY



ACTIVE CAN and
ANCILLARY SQ PATCH



ACTIVE CAN and
SEPARATE SVC ELECTRODE



COME È FATTO UN ICD

Fine del modulo

A cura di:

Federica Michelotti

U.O. Elettrofisiologia Cliniche Humanitas Gavazzeni - Bergamo

