

DEFIBRILLATORI IMPIANTABILI: ALGORITMI DI DISCRIMINAZIONE DELLE TACHIARITMIE SOPRAVENTRICOLARI

A cura di:

Vincenzo Russo

Cattedra di Cardiologia – Università degli studi della Campania “Luigi Vanvitelli” – Ospedale Monaldi

Anna Rago, Andrea Antonio Papa

UOC Cardiologia Vanvitelli, Azienda Ospedaliera Monaldi, Napoli

Pasquale Crea

UOC Cardiologia Azienda Ospedaliera Universitaria “G. Martino”, Messina



INTRODUZIONE

L'esigenza di sistemi in grado di riconoscere ogni ritmo rapido e la semplicità di programmazione di tali algoritmi è alla base dello sviluppo degli ICD.

Lo sviluppo di dispositivi bicamerali ha consentito lo sviluppo di algoritmi di discriminazione più sofisticati.



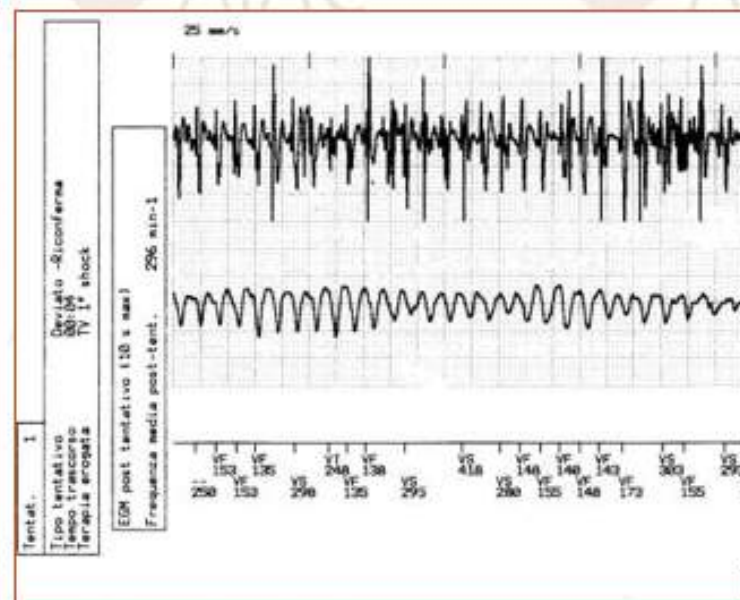
COSA DOVREBBE FARE UN ICD

Interventi appropriati

Tachicardia ventricolare



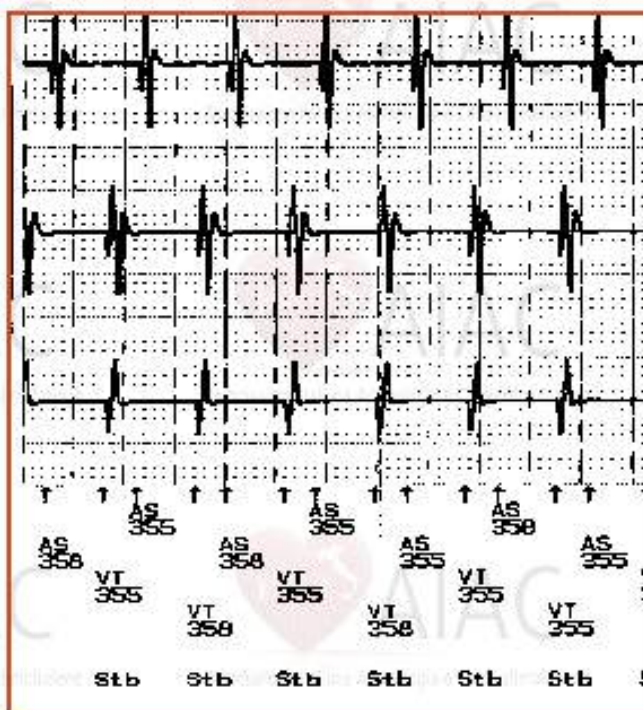
Fibrillazione ventricolare



COSA DOVREBBE FARE UN ICD

Interventi inappropriati: errata discriminazione SVT

Tachicardia sinusale



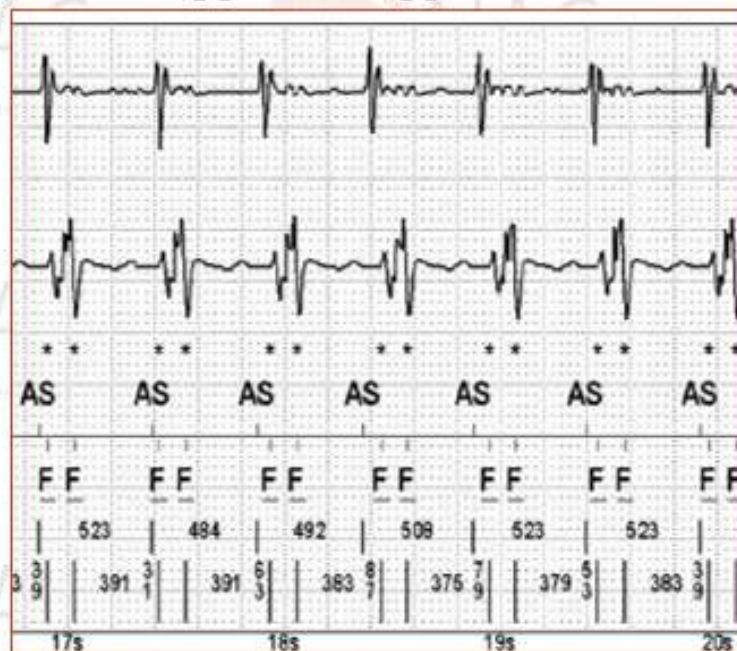
Fibrillazione atriale



COSA DOVREBBE FARE UN ICD

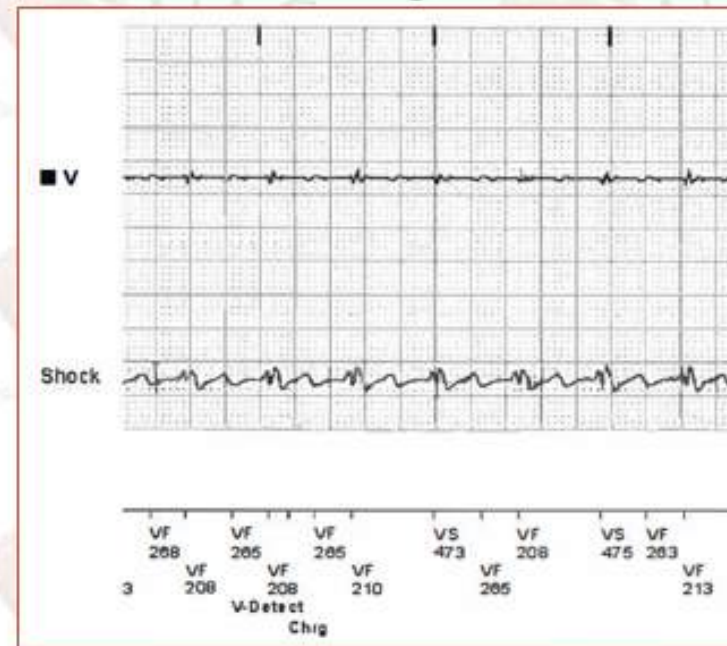
Interventi inappropriati: oversensing segnali fisiologici

Doppio conteggio onda R



Ampio ritardo intraventricolare

Oversensing onda T

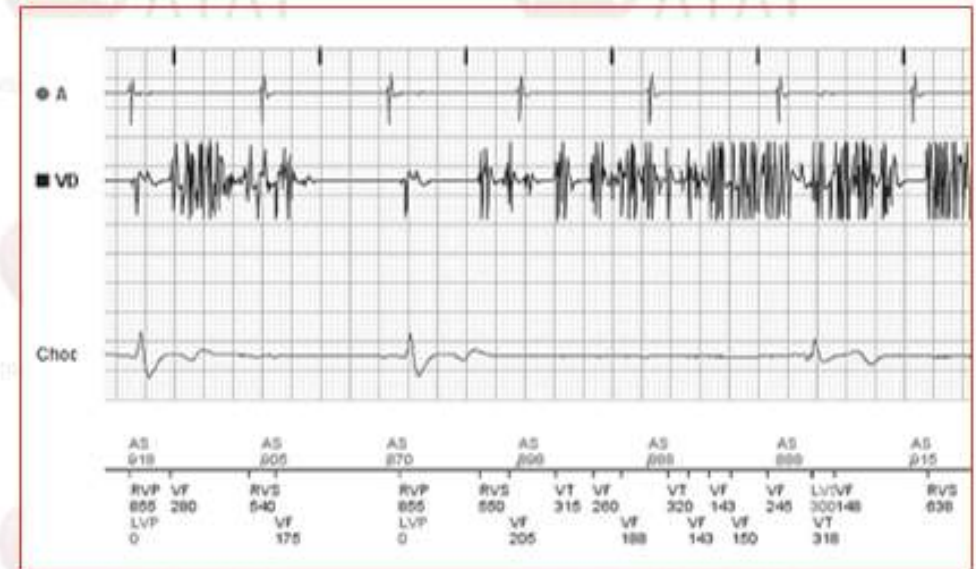


Onda R bassa, simile a onda T



Interventi inappropriati: oversensing segnali non fisiologici

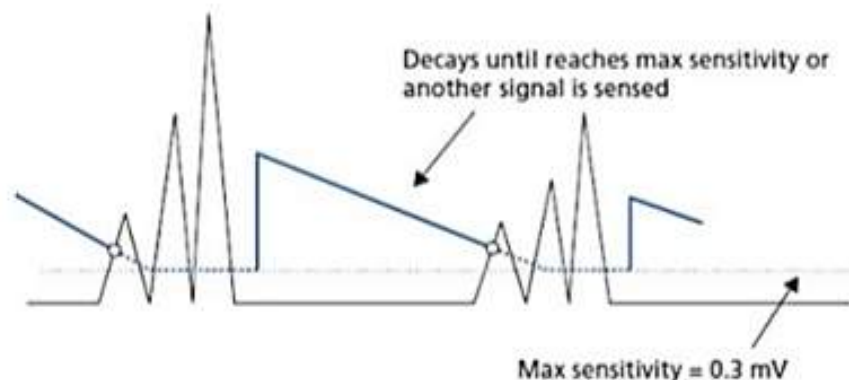
Frattura catetere



Singolo canale, altamente irregolare



SENSING ICD



Nei defibrillatori impiantabili è fondamentale il corretto riconoscimento della fibrillazione ventricolare e della tachicardia ventricolare polimorfa, eventi aritmici caratterizzati da una rapidità dei segnali endocavitari, spesso però di basso voltaggio.

Si pone quindi la necessità di avere, da un lato, una alta sensibilità al fine di discriminare correttamente tali aritmie evitando, d'altro canto, l'oversensing di segnali in particolare cardiaci o extracardiaci durante il ritmo normale. **A tale scopo gli ICD usano meccanismi automatici di regolazione della sensibilità basati sull'ampiezza dell'onda R.**

Alla fine dell'onda R sentita, dopo un periodo di blanking la soglia di sensibilità risulta alta e decresce gradualmente fino alla soglia minima impostata. A differenza di una soglia di sensibilità fissa, un adattamento automatico diminuisce notevolmente il rischio di oversensing dell'onda T.



PARAMETRI DI DISCRIMINAZIONE

1. Dispositivi monocamerali ICD-VR

- Frequenza ventricolare media
- Onset (graduale/improvviso)
- Stabilità della frequenza ventricolare
- Analisi Morfologiche

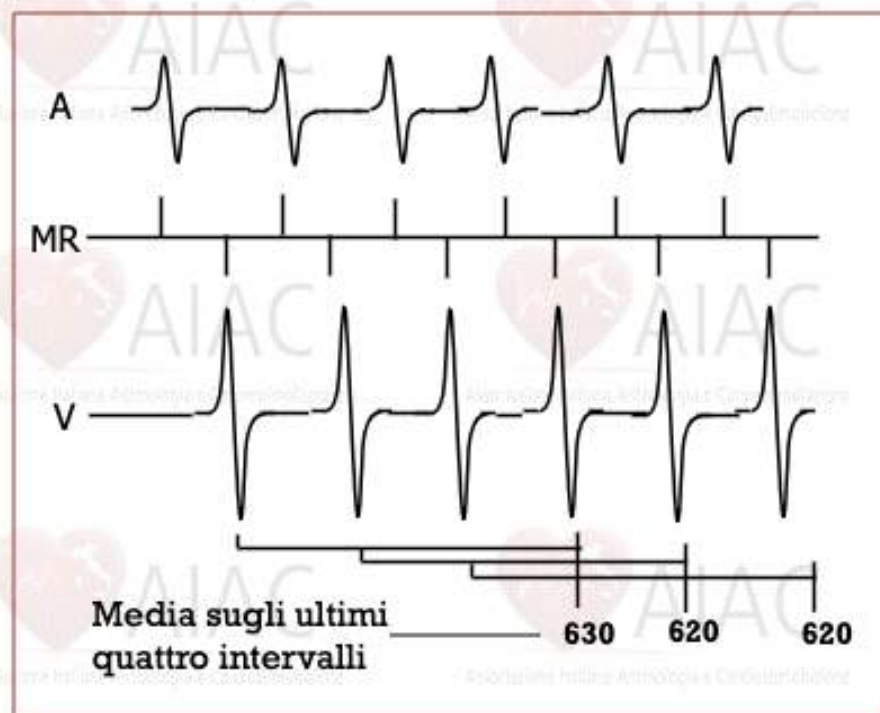
2. Dispositivi bicamerali ICD-DR o DX, biventricolari CRT-D

- Attività atriale
- Rapporto AV (Atrio-Ventricolo)



FREQUENZA VENTRICOLARE MEDIA

È calcolata sulla media degli ultimi 4 intervalli RR, utile per definire un ritmo tachicardico.



ONSET

OBIETTIVO: l'algoritmo di Onset è disegnato per discriminare tra tachicardie sinusali dovute ad esercizio e TV (monomorfe o polimorfe).

1. Le **Tachicardie sinusali**, innescate dall'esercizio fisico, hanno in generale un'**insorgenza graduale** (Marker: *Gradual*).
2. Le **Tachiaritmie ventricolari** in genere **iniziano improvvisamente** (Marker: *Sudden*).

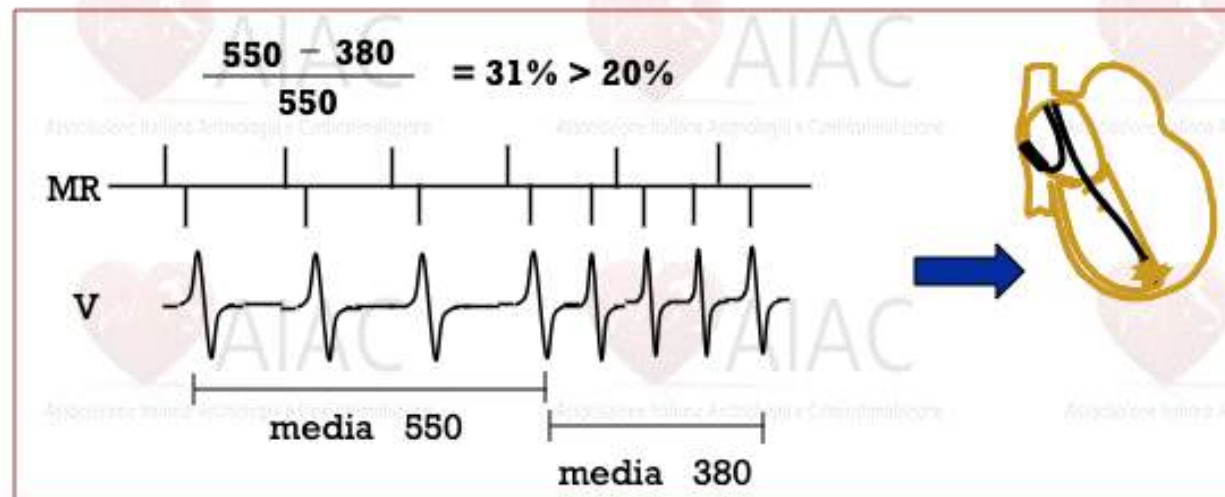


ONSET

Un intervallo RR è definito ad **insorgenza rapida** se la media degli ultimi 4 RR rispetto ai 4 precedenti presenta una riduzione inferiore o uguale al valore percentuale programmato.

Tale dato risulta utile per definire l'insorgenza di una tachicardia "graduale" o "improvvisa".

Onset = 20%



ONSET (SUDDEN → TERAPIA EROGATA)

Corretto: TV monomorfe improvvise

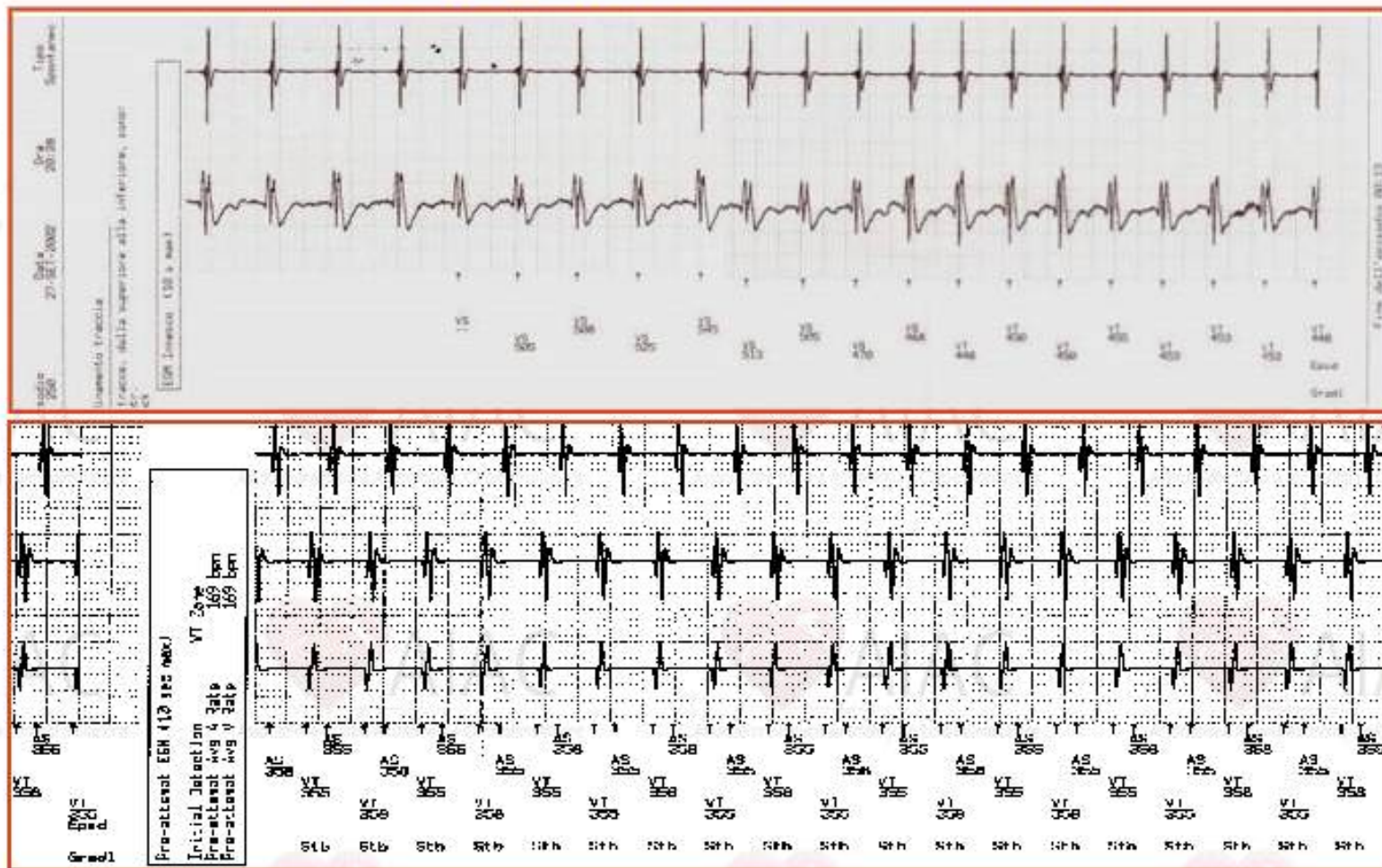
Guidant	VENTAK PRIZM 2 VR		
Paziente	09-GEN-2004 22:14		
Copiedale	1860	Versione RAM	2020 Programmazione
Modello	115431	1.4	2044 Software
S/n	3.3		
Report dettagliato sull'episodio			
Episodio	Date	Ora	Tipo
1	14-SET-2003	08:30	Spontaneo
Parametri di riconoscimento iniziali programmati:			
>160	F2:		
>160	TV:		
Tempo trascorso			
	Rilevazione iniziale	Zona TV	
	Frequenza media pre-tent.	159 min-1	
	Onset misurato	34 s, 216 ms	
00:04	00:04 Tentat. I	ATPI TV Scansione	
	Terapia erogata	1 Raffica	
	Frequenza media post-tent.	104 min-1	
00:17	Fine dell'episodio		
Fine del cronometro			

Nota: la valutazione dei discriminatori viene riportata come informazione diagnostica anche se non sono stati attivati.



ONSET (GRADUAL → TERAPIA INIBITA)

Corretto: Tachicardie Sinusali



ONSET

OBIETTIVO: l'algoritmo di Onset è disegnato per discriminare tra tachicardie sinusali dovute ad esercizio e TV (monomorfe o polimorfe).

Failure: tachicardia sopraventricolare ad insorgenza improvvisa (atriale, AVRT, AVNRT, flutter 2:1).



STABILITÀ

- Il Criterio della Stability nasce dall'ipotesi che un ritmo ventricolare rapido dovuto ad una tachicardia ventricolare presenta una regolarità degli intervalli RR.
- Al contrario, un ritmo veloce dovuto ad una conduzione rapida di una aritmia atriale quale la Fibrillazione Atriale, produce generalmente intervalli RR irregolari.

Quindi il Criterio di Stability viene normalmente utilizzato in pazienti che presentano Fibrillazioni Atriali parossistiche condotte rapidamente in ventricolo.



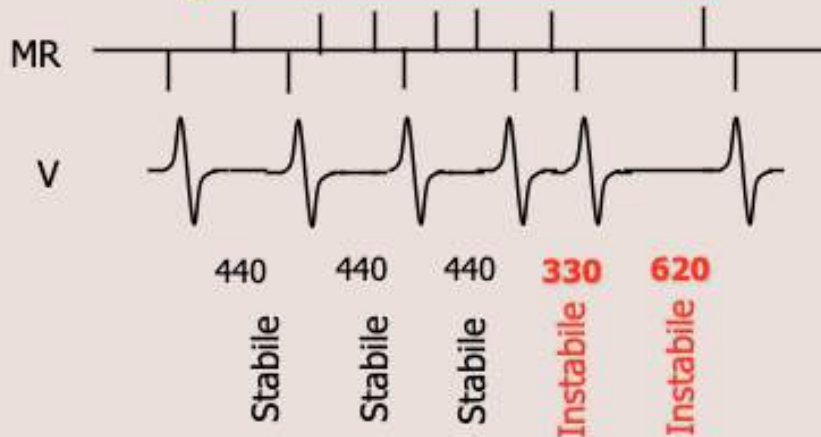
STABILITÀ

L'analisi della regolarità degli intervalli RR è utile per discriminare i ritmi da fibrillazione atriale condotta in ventricolo.

Stabilità = 20%

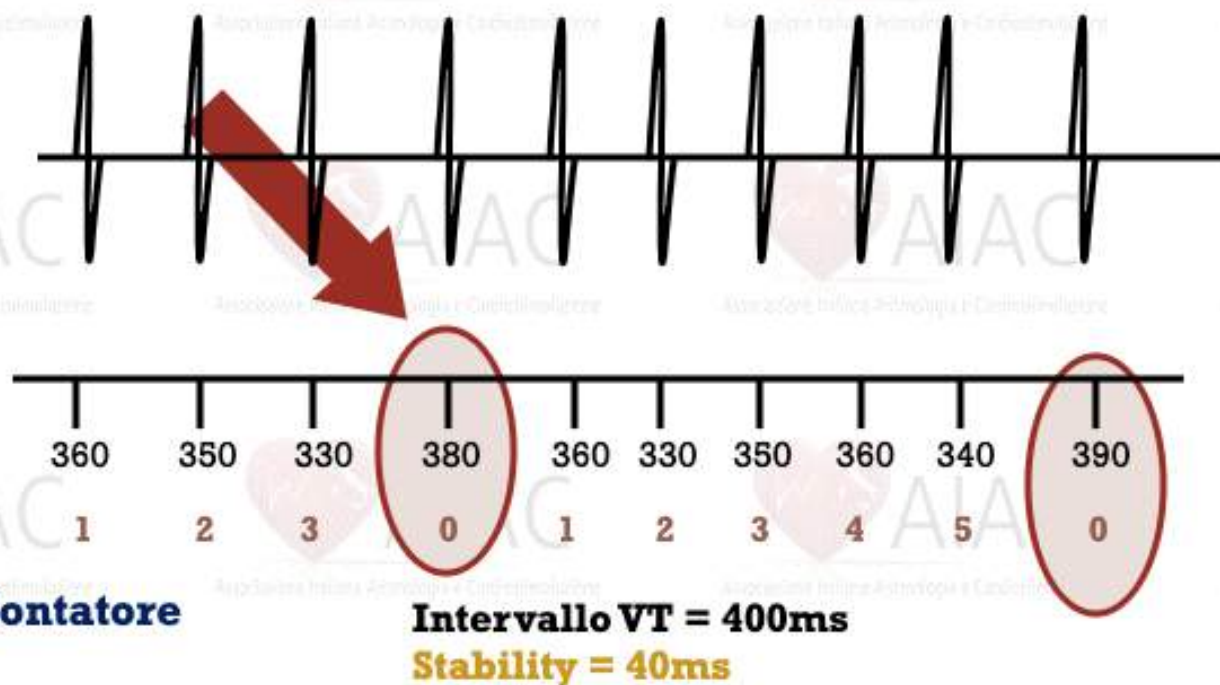
$$(440 - 330) < 0.20 \times 440 = 88$$

$$(620 - 440) > 0.20 \times 440 = 88$$



STABILITÀ

Se l'intervallo cade in zona VT, l'ICD lo classifica come TS solo se differisce dai precedenti 4 intervalli ventricolari di un valore inferiore o uguale a quello programmato (Stability).



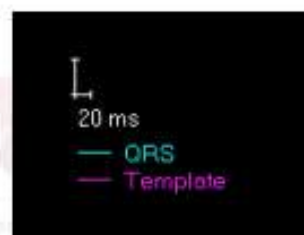
STABILITÀ

OBIETTIVO: discriminare tra tachicardie ventricolari (regolari)
e fibrillazione atriale ad elevata risposta ventricolare (irregolare).

Failure: tachicardia atriale o Flutter AV 2:1 (regolari);
tachicardia ventricolare automatica (irregolare)



ANALISI MORFOLOGICHE



- Gli algoritmi di discriminazione dei moderni ICD consentono di comparare la morfologia dell' EGM della tachicardia con quella del ritmo sinusale, con la conseguente assegnazione di : “match” or “no match”.
- Sec l' ICD decide che non vi è sufficiente “matches”, la terapia di shock non viene erogata e il ritmo entra in finestra di monitoraggio.



ANALISI MORFOLOGICHE

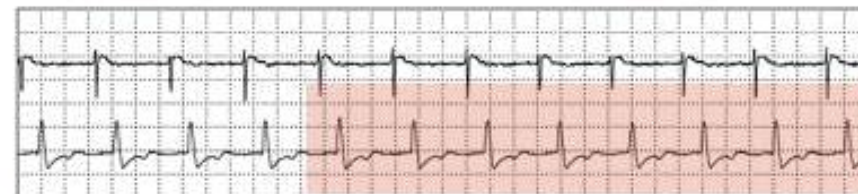
NORMAL SINUS RHYTHM

ECG



1

EGM:
Atip to
Aring
EGM:
Can to
RV Coil



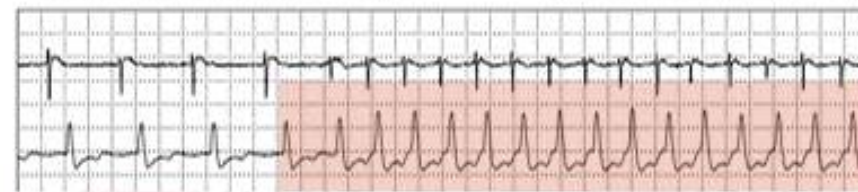
VENTRICULAR TACHYCARDIA

ECG

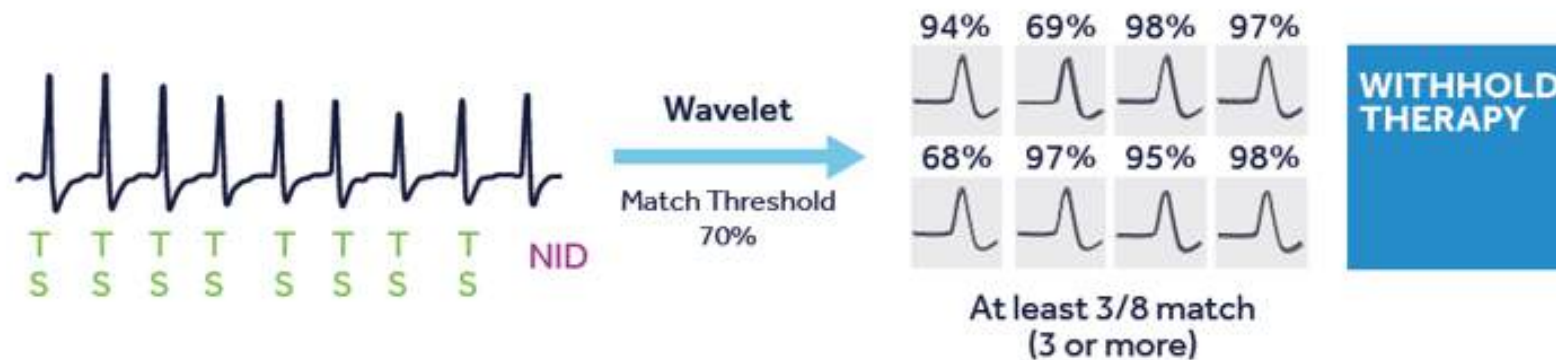


2

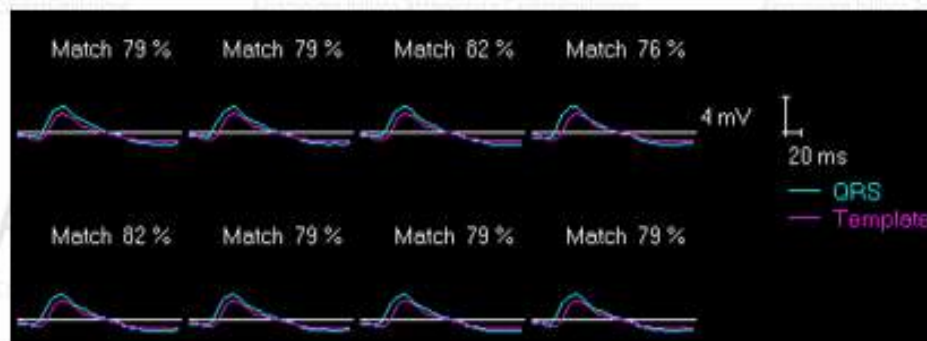
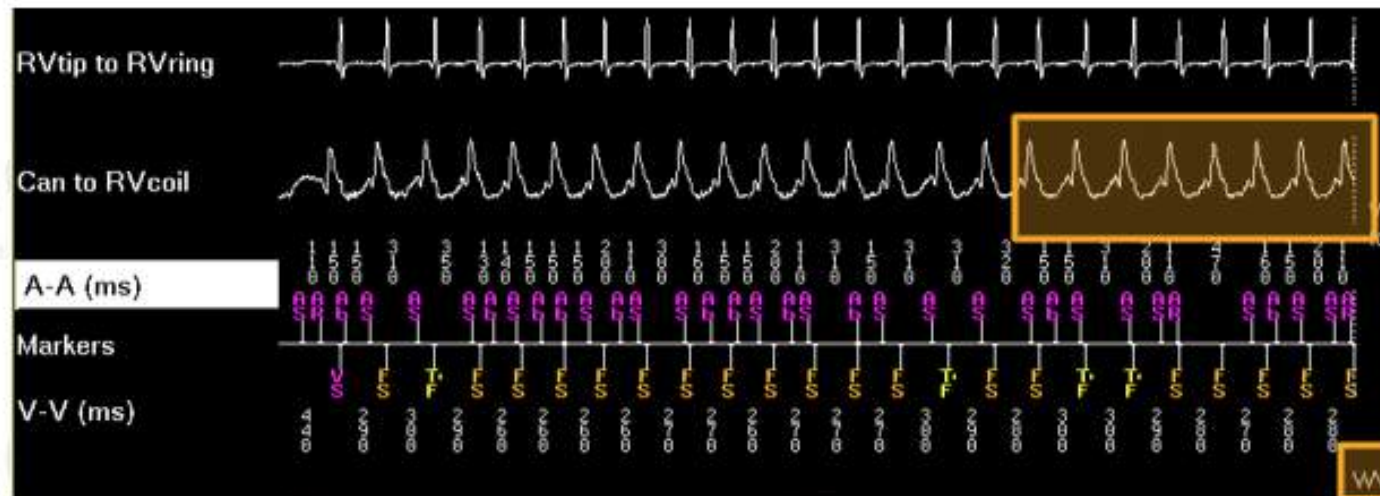
EGM:
Atip to
Aring
EGM:
Can to
RV Coil



ANALISI MORFOLOGICHE



ANALISI MORFOLOGICHE



L'algoritmo valuta il **grado di sovrapposizione morfologica** degli ultimi 8 complessi della tachicardia con la morfologia dei complessi sinusali memorizzati.



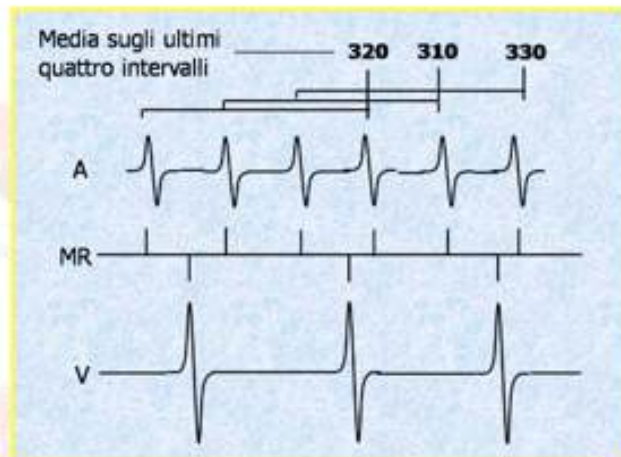
ANALISI MORFOLOGICHE

OBIETTIVO: discriminare tra tachicardie ventricolari (morfologia anormale) e tachicardia sopraventricolari (morfologia normale).

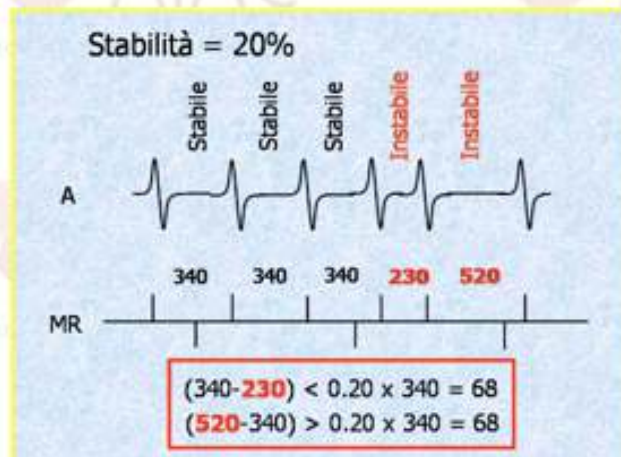
Failure: tachicardie sopraventricolari condotte con aberranza (morfologia anormale); tachicardia ventricolare da rientro nelle branche (morfologia normale)



ATTIVITÀ ATRIALE



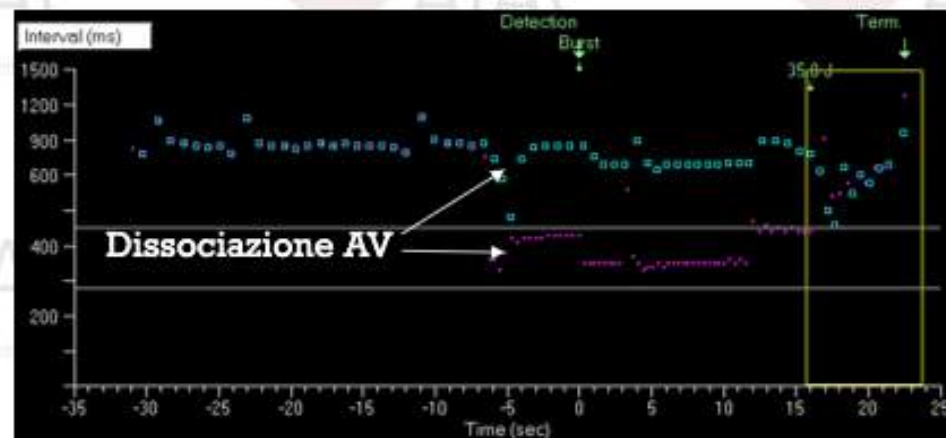
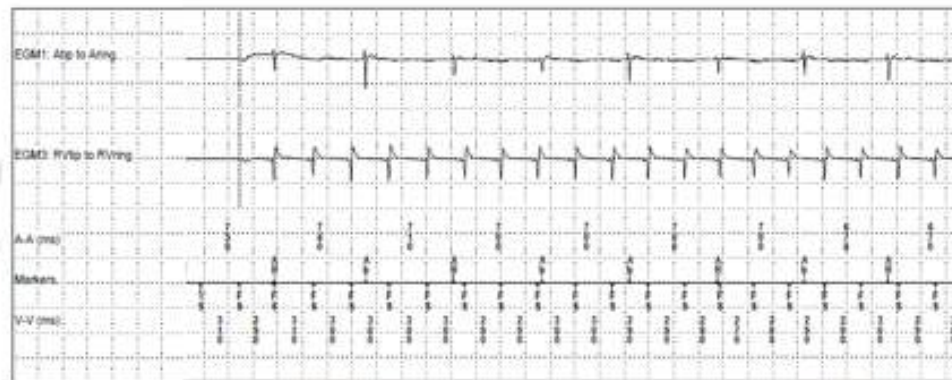
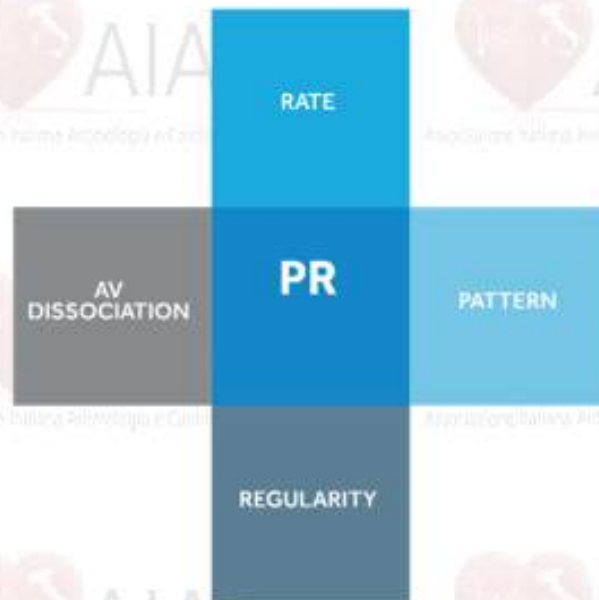
Frequenza atriale media: analisi degli intervalli PP per stabilire il tipo di ritmo presente in atrio (tachicardia o no).



Stabilità della frequenza atriale: analisi della differenza degli intervalli PP per stabilire se presente o no una fibrillazione atriale.



RAPPORTO ATRIO-VENTRICOLO



CRITERI DECISIONALI

Il grande vantaggio dei dispositivi bicamerali, e biventricolari di conseguenza, è il confronto della frequenza di attività atriale e ventricolare, atto che sostanzialmente domina l'algoritmo diagnostico.

È possibile quindi che si verifichino tre condizioni:

- 1) **$V > A$** - In tale condizione normalmente il dispositivo non applica alcun discriminante aggiuntivo e eroga terapia qualora sia soddisfatto il criterio di frequenza ventricolare. La diagnosi di tachicardia ventricolare è infatti sicura ad eccezione di condizioni rarissime (conduzione AV 1:2).
- 2) **$V < A$** - In tale sottoclasse il dispositivo è solitamente tenuto a discriminare la fibrillazione/flutter atriale ad alta risposta ventricolare dalla tachicardia ventricolare in corso di aritmia sopraventricolare.
- 3) **V/A 1:1** - Gran parte delle aritmie con rapporto $A/V = 1$ sono sopraventricolari, in particolare tachicardia sinusale, atriale o da rientro nodale. Solo il 10% di tutte le tachicardie ventricolari si manifesta con retroconduzione ventricolo-atriale costante 1:1.



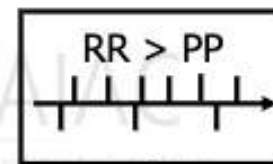
CRITERI DECISIONALI

V>A



**VT
+1**
mVT
pVT

V<A



**RR
stabile**

**RR
non stabile**

multiplo

**non
multiplo**

**SVT
-1**

Aflut
2:1
3:1

**VT
+1**

mVT+Afib
mVT+Aflut

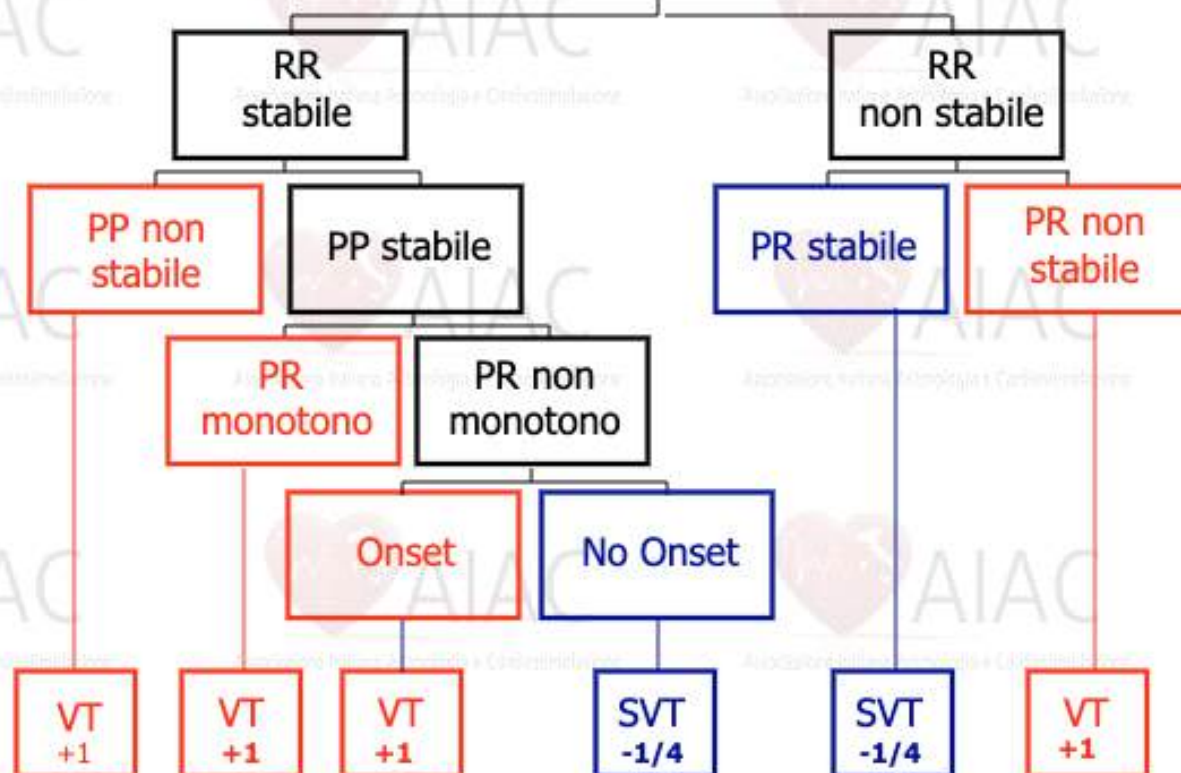
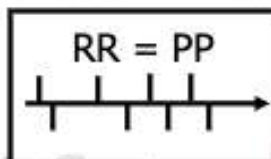
**SVT
-1**

Afib



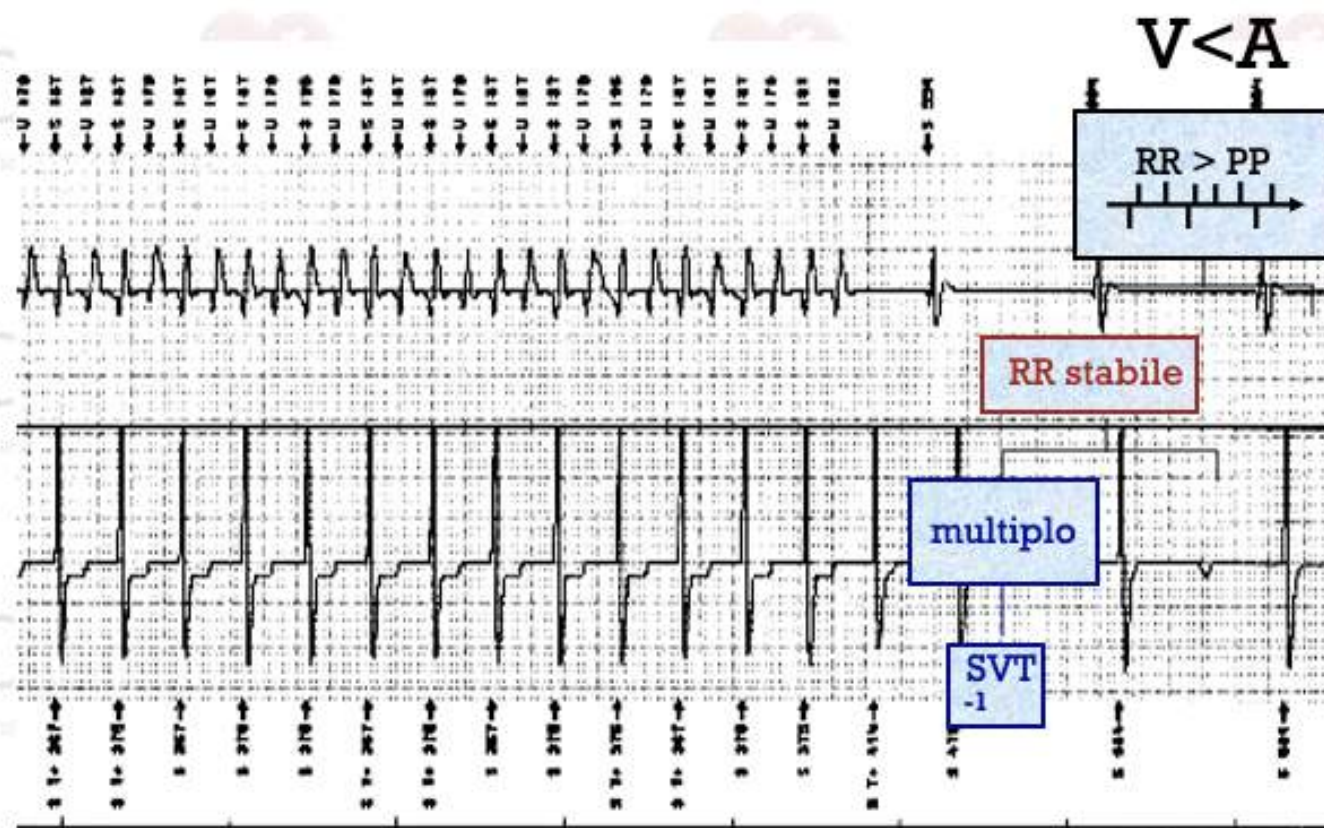
CRITERI DECISIONALI

V/A 1:1



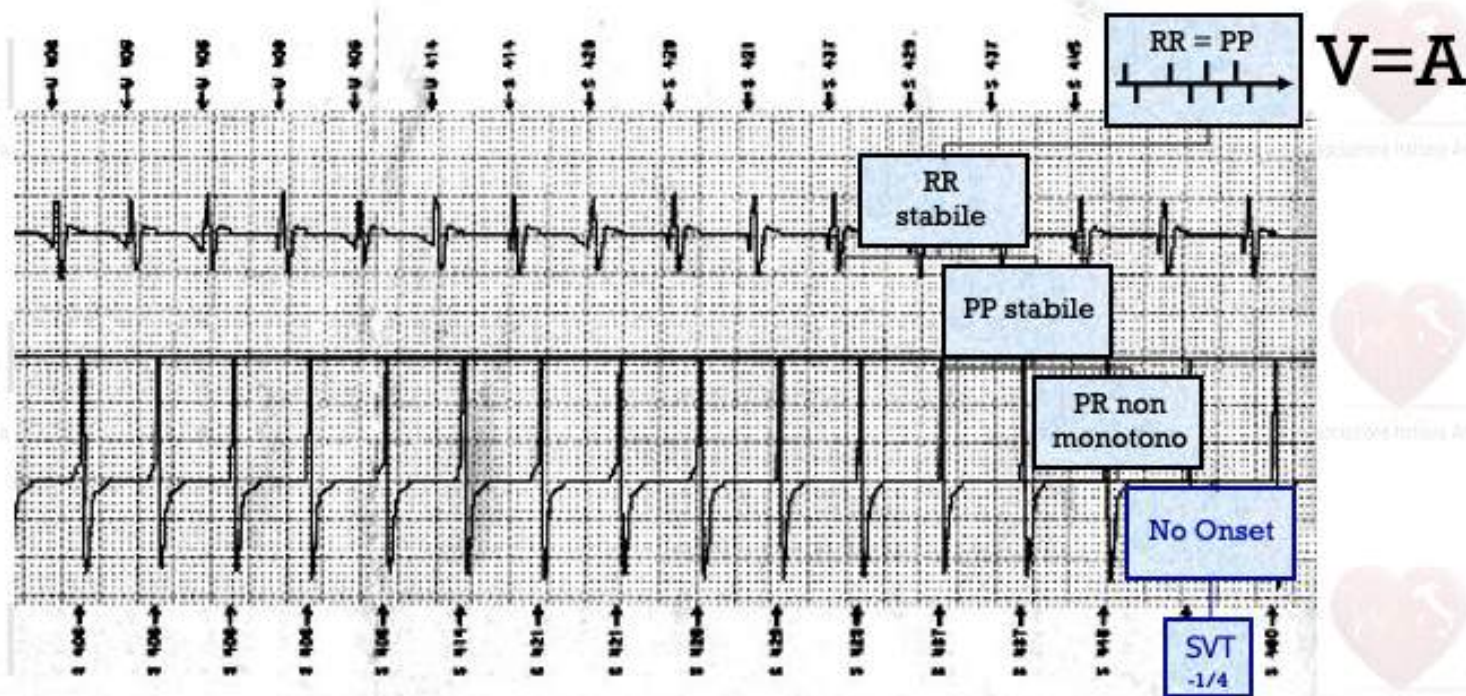
CRITERI DECISIONALI

Caso Clinico: Flutter Atriale condotto 2:1



CRITERI DECISIONALI

Caso Clinico: **Tachy Sinusale**



Ciclo ventricolare: 425 ms

Ciclo atriale: 420 ms

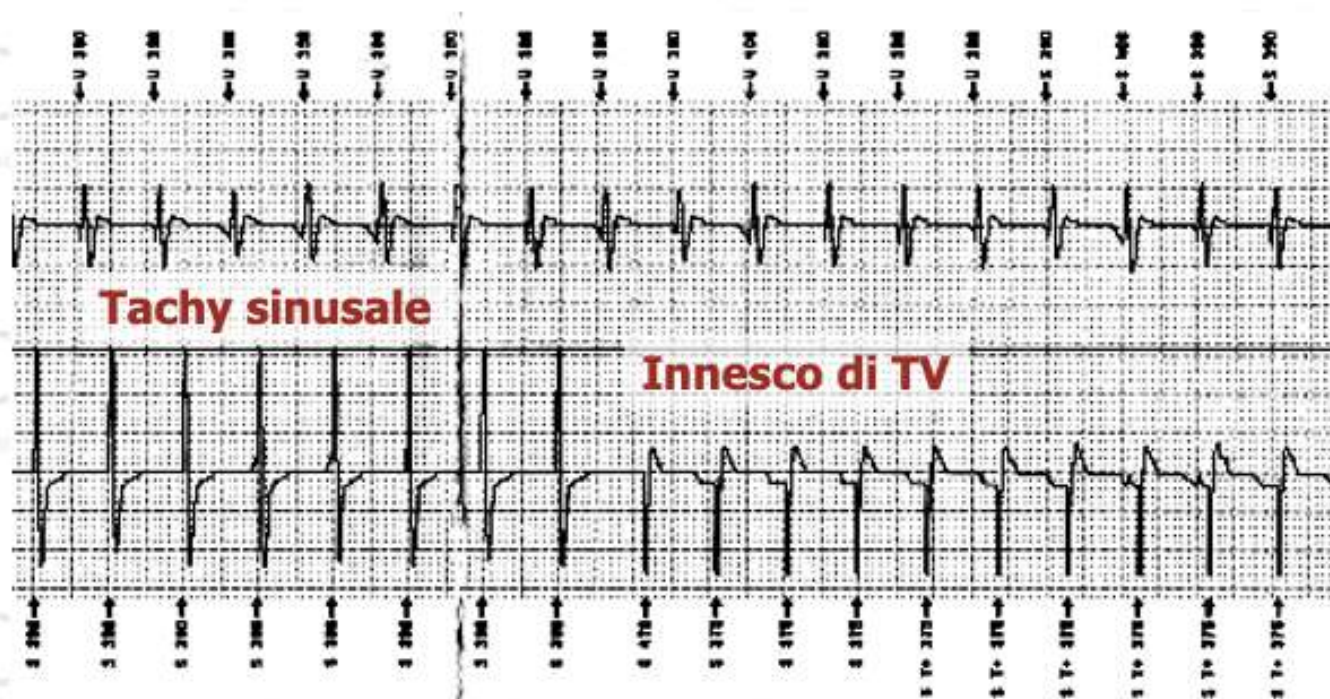
Zona VT-1: 440 ms

VT-1 Count: 12



CRITERI DECISIONALI

Caso Clinico: **TV** durante **Tachicardia sinusale**



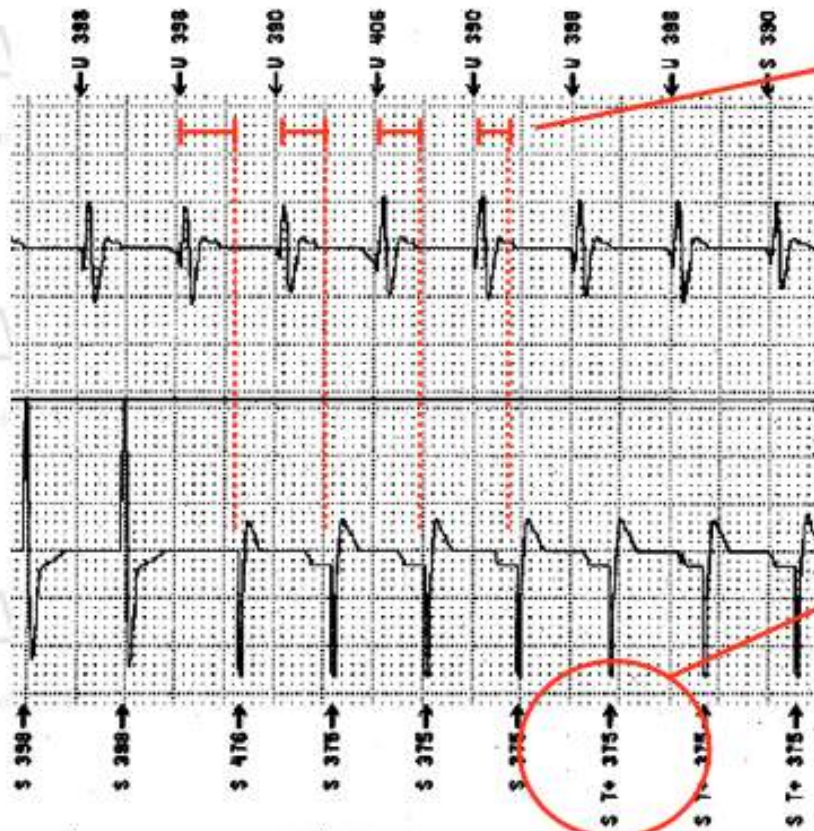
Ciclo ventricolare durante tachy sinusale = 380 ms

Ciclo ventricolare durante TV = 375 ms



CRITERI DECISIONALI

Caso Clinico: TV durante Tachicardia sinusale



In 4 intervalli ventricolari di TV si riconosce dissociazione A:V tramite la monotonicità degli intervalli PR.

Il contatore di TV comincia ad essere incrementato.



Protezione senza toccare il cuore



Nessun catetere all'interno o sul cuore

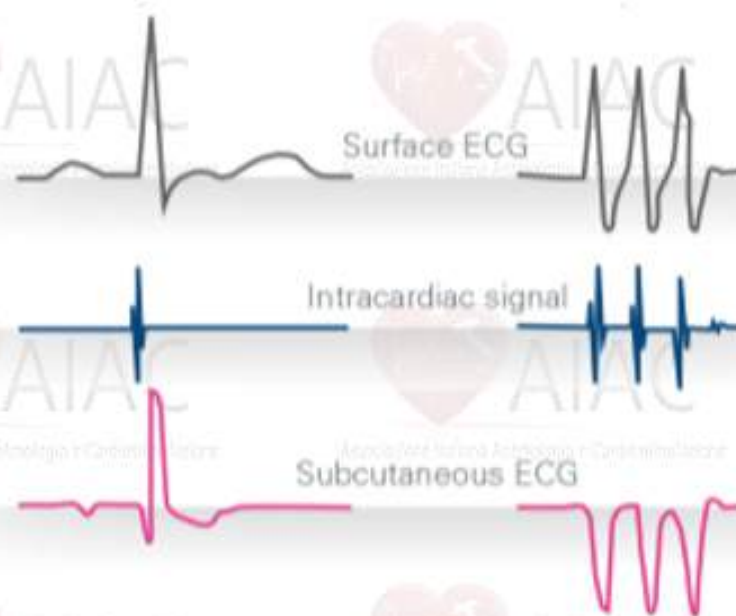
Sistema venoso preservato

Impianto semplice chirurgicamente:

- puri riferimenti anatomici
- in generale senza bisogno di fluoroscopia
- tempo di impianto prevedibile



LA TECNOLOGIA S-ICD

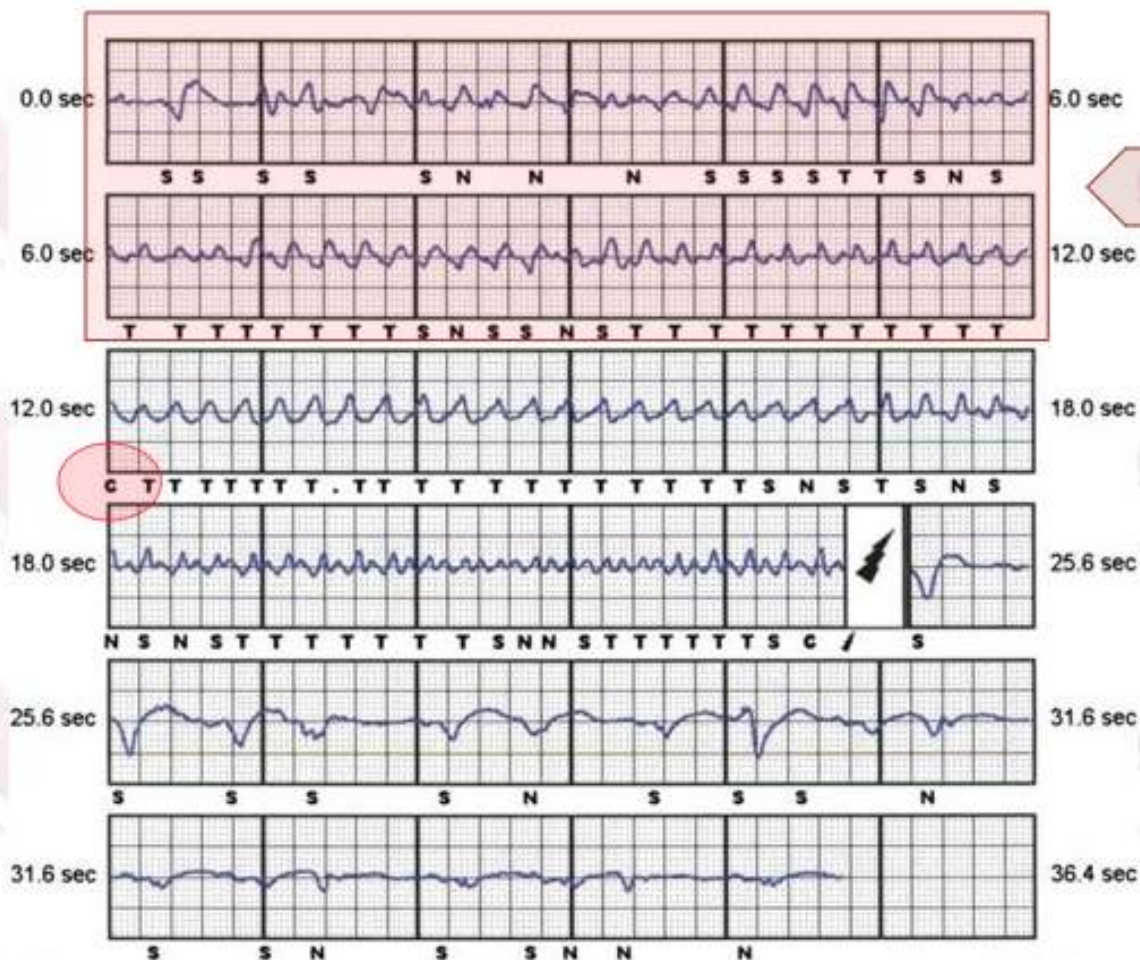


Un sensing a “campo-largo” permette all’S-ICD di catturare un segnale ad alta risoluzione ricco di informazioni morfologiche, simile ad un ECG di superficie.



LA TECNOLOGIA S-ICD

Esempio di episodio trattato



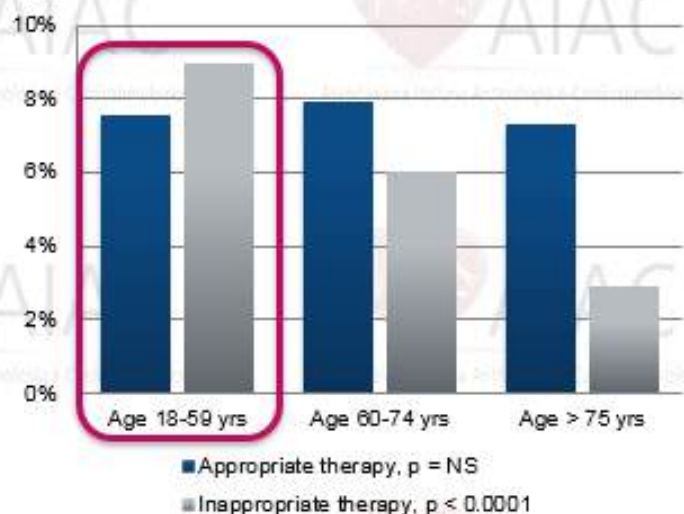
FASE DECISIONALE



LA TECNOLOGIA S-ICD

L'importanza dei discriminatori

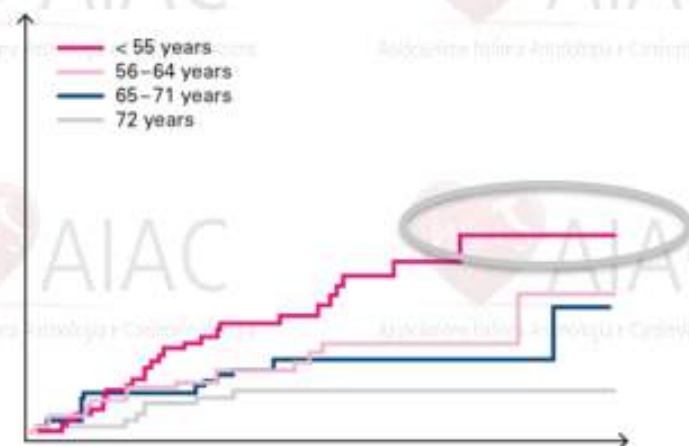
I pazienti giovani sono esposti ad un rischio doppio di Shock inappropriati



N = 5539 primary prevention

Mean FU: 3.1 ± 2 year

Younger age associated with a greater risk of IAS **



MADIT RIT:

Younger patients are exposed to double the risk of IAS* *

* <65 (10 – 15 years life expectancy) as defined by ESC guidelines for management of atrial fibrillation, 2011

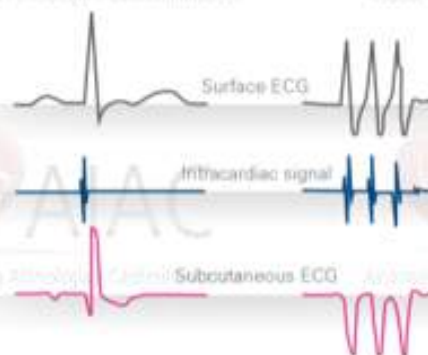
** This study included TV-ICD only



LA TECNOLOGIA S-ICD

PHASE I: Detection

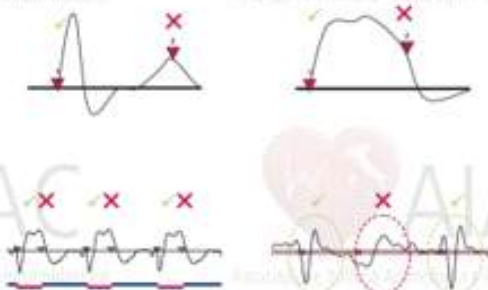
Rilevamento dei
segnali sottocutanei



Segnale S-ICD simile ad un ECG di superficie. In questa fase vengono scartati i segnali non-cardiaci come miopotenziali ed interferenze esterne.

PHASE II: Certification

Misurazione
della frequenza
cardiaca



Algoritmi per ridurre l'oversensing
da doppio conteggio.

PHASE III: Therapy Decision

Frequenza
Valutata e Terapia
confermata



Discriminatori del ritmo
per confermare la terapia.



LA TECNOLOGIA S-ICD

Tecnologia SMART Pass

La funzione SMART Pass attiva un filtro passa-alto addizionale disegnato per ridurre l'oversensing da onda T mantenendo un sensing appropriato.



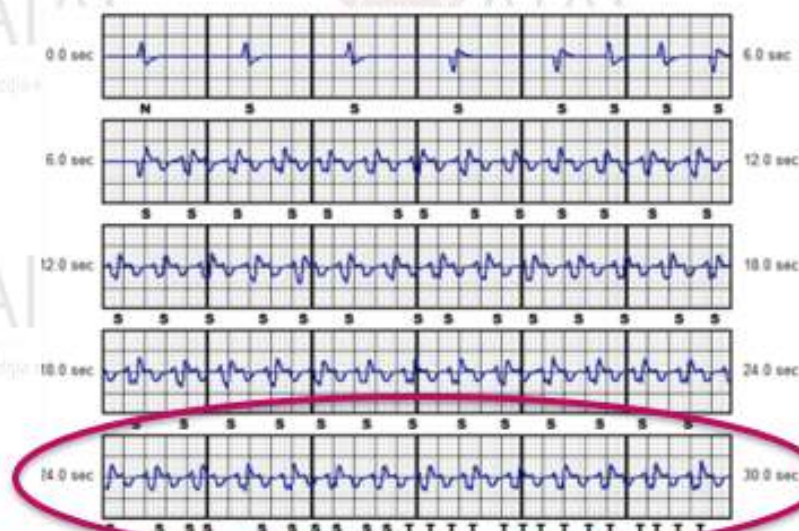
Il filtraggio dello SMART Pass riduce l'ampiezza dei segnali a frequenze basse come l'Onda T e lascia quasi inalterati segnali a frequenza più alta come onde R, TV e FV.



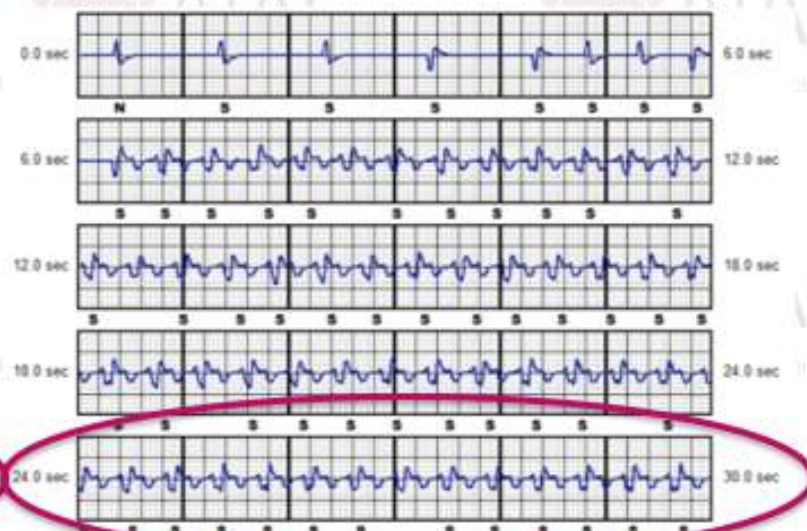
LA TECNOLOGIA S-ICD

SMART Pass – Un esempio

SMART Pass **OFF**



SMART Pass **ON**



Differenze nel sensing paragonando SMART Pass **ON** con SMART Pass **OFF**

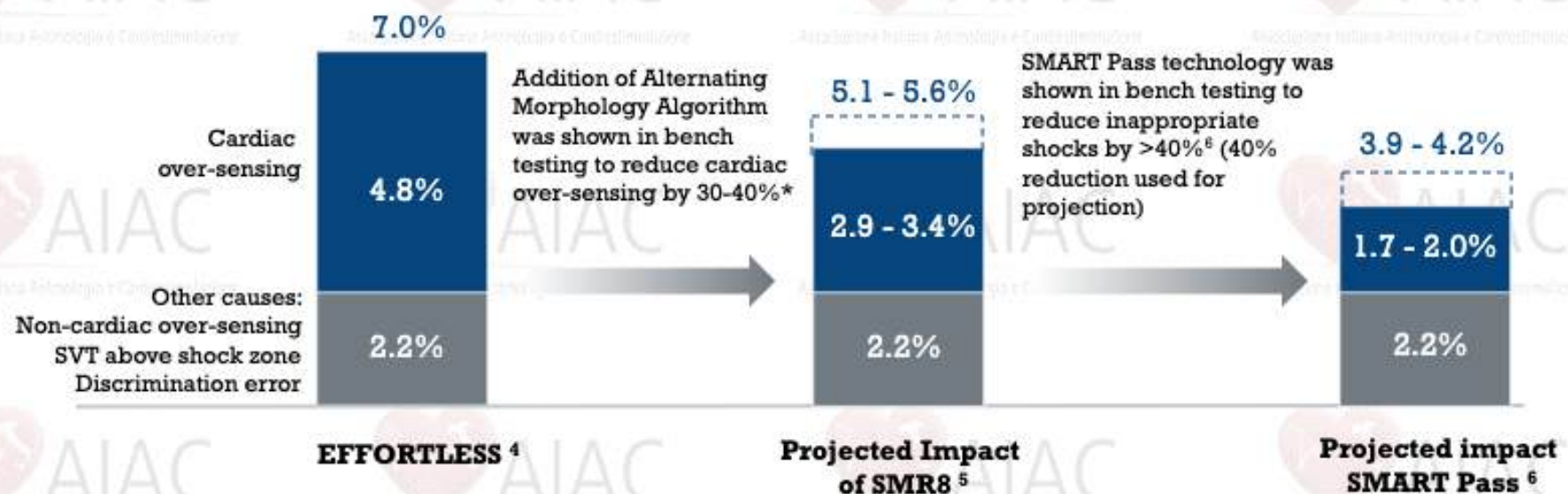
*Bench test Data



LA TECNOLOGIA S-ICD

Gli effetti della tecnologia sulla riduzione degli Shock inappropriati

Rate degli eventi inappropriati
(% of Patients, 360 days)



* Data on file at Boston Scientific, validation report DN-23333





Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione

DEFIBRILLATORI IMPIANTABILI: ALGORITMI DI DISCRIMINAZIONE DELLE TACHIARITMIE SOPRAVENTRICOLARI

Fine del modulo



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione



Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione