

PRINCIPI DI ELETTROSTIMOLAZIONE CARDIACA

**CONCETTO DI SOGLIA DI STIMOLAZIONE E DI SENSING.
PROGRAMMAZIONE OTTIMALE**

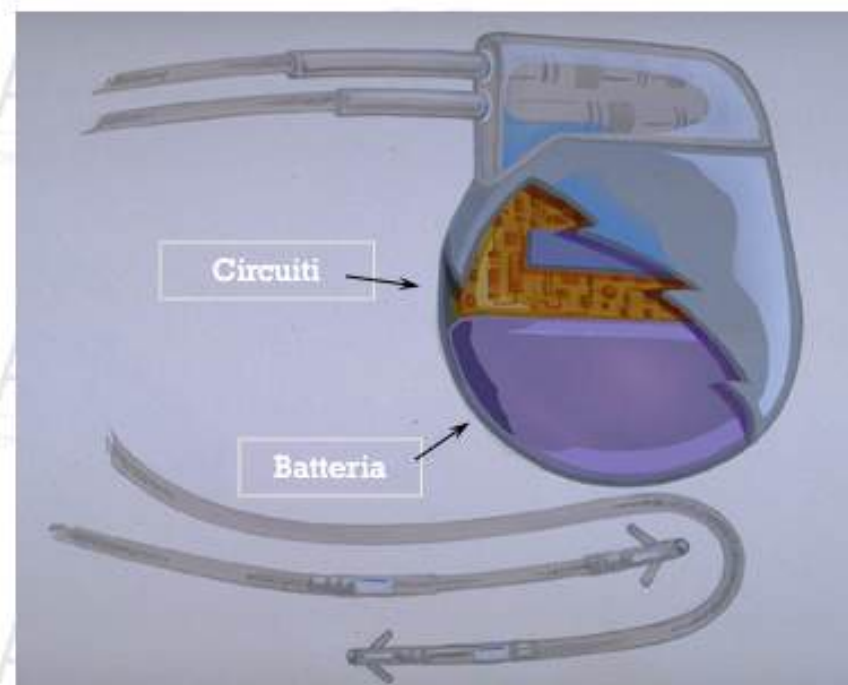
A cura di:

Carlo Pignalberi

Ospedale San Filippo Neri, Roma

IL GENERATORE

- Contiene la batteria che fornisce l'energia per inviare gli impulsi elettrici al cuore.
- Ospita i circuiti che controllano le operazioni del pacemaker.



ENERGIA ELETTRICA

Per stimolare il cuore un pacemaker utilizza l'energia elettrica, misurata da due parametri:

- **Tensione / Ampiezza (V.):** la forza o spinta che provoca il movimento degli elettroni attraverso un circuito
- **Durata (msec.):** il tempo durante il quale si verifica il passaggio degli elettroni nel circuito.



VOLTAGGIO

Con questo termine si intende la forza o spinta che fa muovere gli elettroni attraverso un circuito.

In un sistema di stimolazione il **voltaggio** è:

- misurato in **Volts**;
- rappresentato dalla lettera **V**;
- fornito dalla batteria del pacemaker;
- spesso indicato con il termine "**Ampiezza**".



DURATA

Con questo termine si intende il tempo durante il quale gli elettroni si muovono attraverso un circuito.

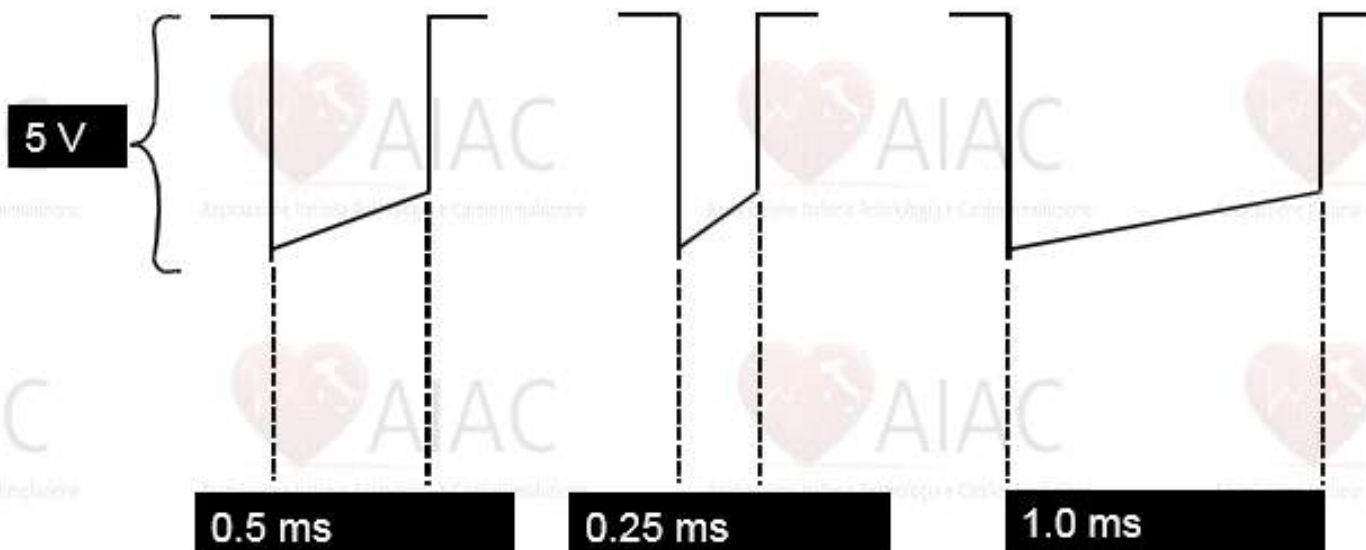
In un sistema di stimolazione la **durata** è:

- misurata in **millisecondi** (millesima parte di un secondo);
- rappresentata dall'acronimo “**ms**” o “**msec**”;
- un valore programmabile misurato da un orologio interno.



DURATA DELL'IMPULSO

La durata dell'impulso deve essere abbastanza lunga da determinare la depolarizzazione e, per far ciò, deve rapportarsi al voltaggio programmato.



SENSING

Con questo termine si intende la capacità del pacemaker di accorgersi quando si verifica una depolarizzazione spontanea.

I pacemaker si accorgono di una depolarizzazione cardiaca attraverso la misurazione di cambiamenti del potenziale elettrico delle cellule cardiache, registrato tra anodo e catodo del catetere.

- Il **sensing** si misura in **mV** (millesima parte di un V).
- È un parametro misurabile per mezzo di un valore numerico, espresso sempre in mV.
- Un segnale al di sotto del valore di sensing programmato non viene sentito.
- Uno troppo alto dà origine a fenomeni di riconoscimento di segnali diversi dal singolo battito spontaneo.



IMPORTANZA DEL SENSING

Un sensing adeguato rende il pacemaker capace di determinare se il cuore ha prodotto un **battito spontaneo**.

Il pacemaker è usualmente programmato in modo da rispondere con un **battito stimolato**, quando il cuore non produce un battito spontaneo.

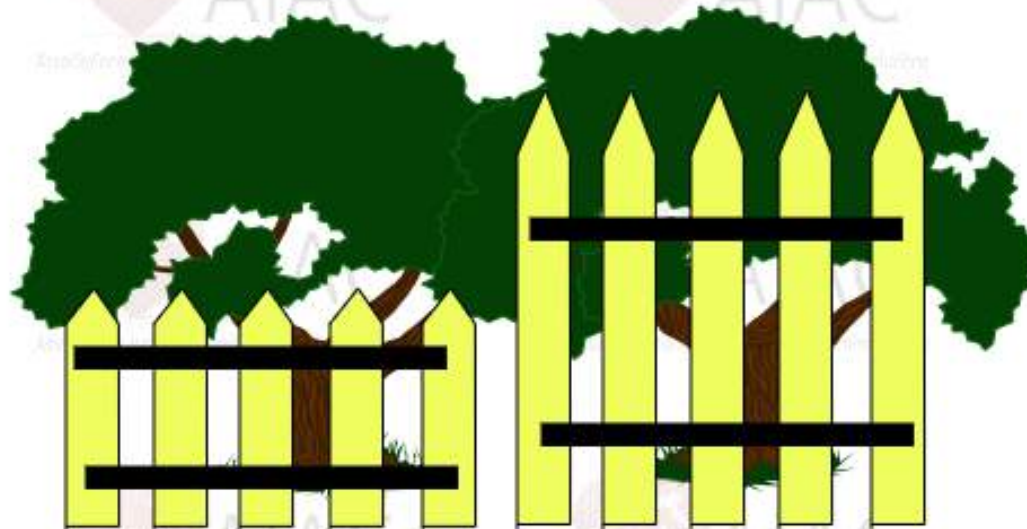
Un Sensing Accurato...

- ... assicura che non si verifichi il fenomeno dell'**undersensing** (cioè, il pacemaker non manca di sentire la presenza di onde P o R che dovrebbero essere sentite);
- ... assicura che non si verifichi il fenomeno dell'**oversensing** (cioè il pacemaker non identifica come impulsi multipli due o più parti di un singolo impulso);
- ... produce una **appropriata temporizzazione** dell'impulso stimolato.



SENSITIVITY

Maggiore è il valore numerico programmato (Sensitivity) e meno è sensibile il dispositivo agli eventi intracardiaci.

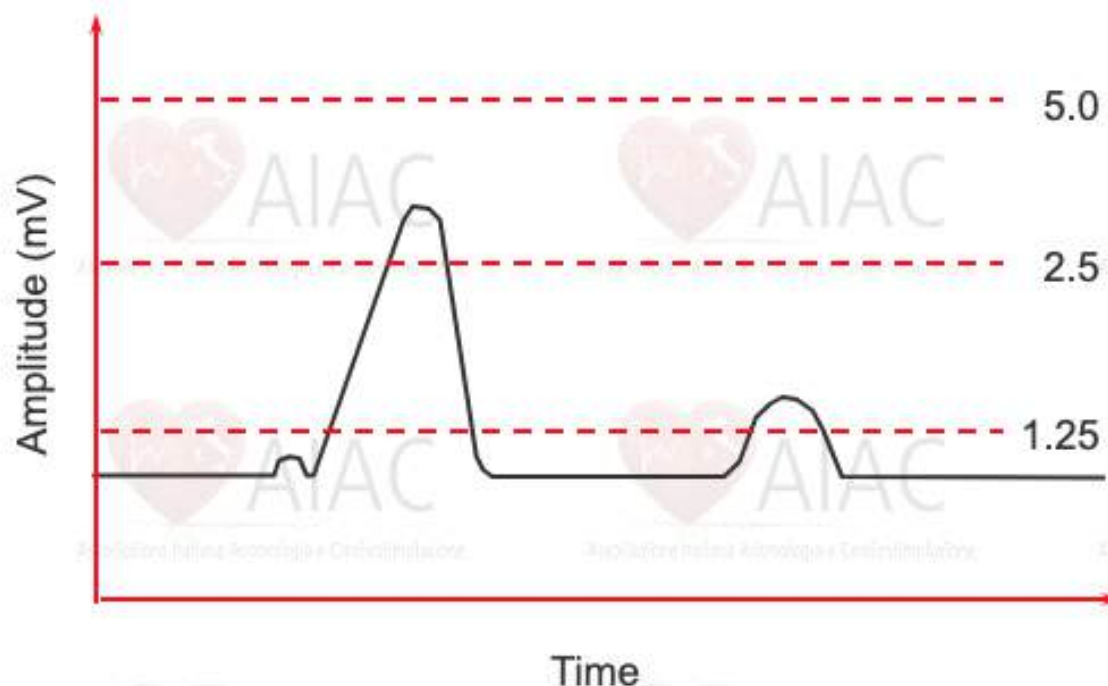


Come una staccionata, maggiore è la sua altezza e meno dettagli si vedranno di ciò che vi è oltre.



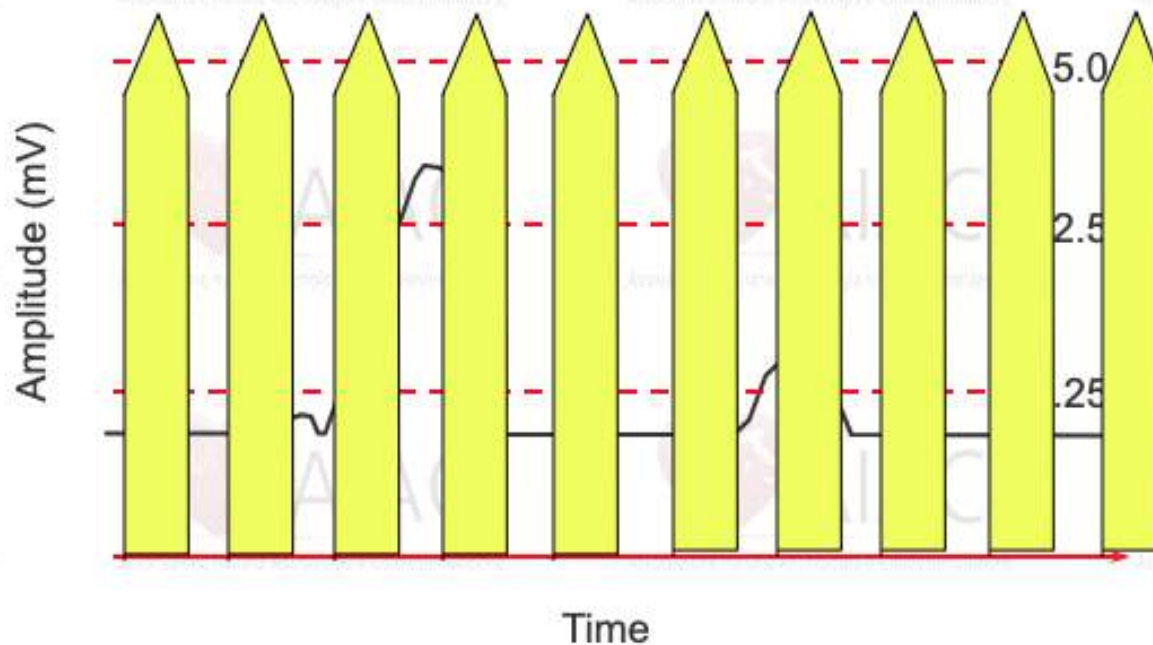
SENSITIVITY

Prendiamo in considerazione questo impulso spontaneo (stilizzato) in cui è presente un'onda R di ampiezza intorno a 3 mV ed un'onda T di ampiezza intorno a 1.5 mV. Esso deve essere riconosciuto da un pacemaker monocamerale ventricolare.



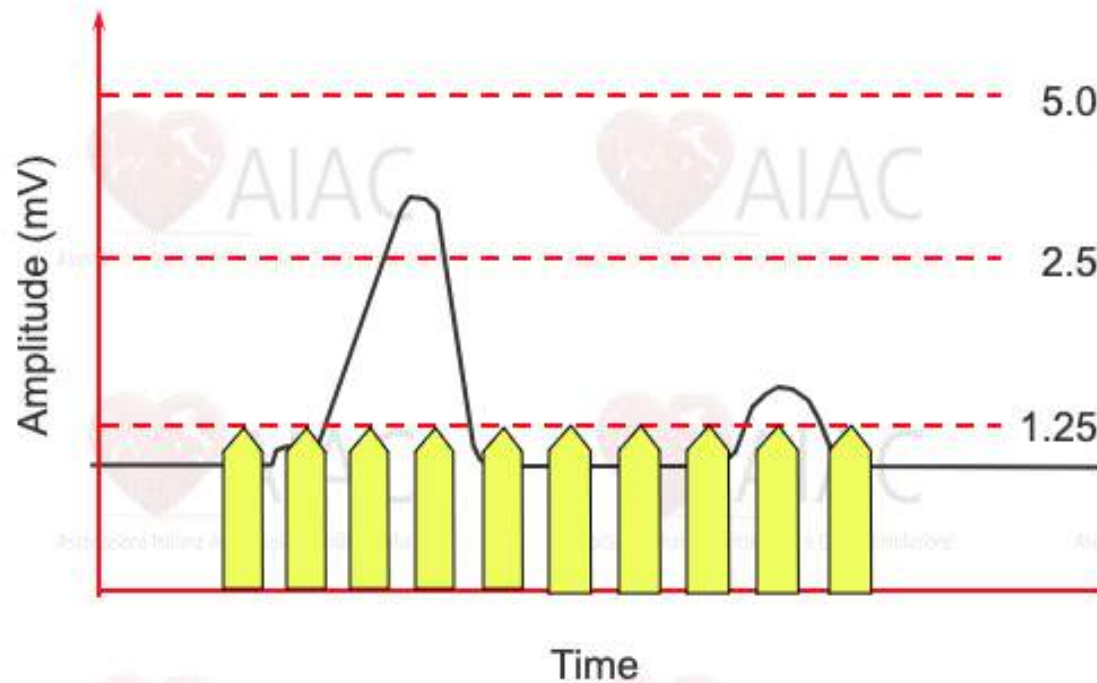
SENSITIVITY

Se noi programmiamo la Sensitivity ad un valore superiore a 5 mV, il pacemaker non può vedere nulla dell'impulso elettrico spontaneo e quindi non registra la sua presenza.



SENSITIVITY

Se viceversa noi programmiamo la Sensitivity ad un valore di 1,25 mV, il pacemaker può vedere non soltanto l'onda R, che identifica l'impulso elettrico spontaneo, ma anche l'onda T. In questo caso, il pacemaker identifica erroneamente due impulsi.



UN SENSING ACCURATO PRESUPPONE CHE SEGNALI ESTRANEI VENGANO FILTRATI

Amplificatori di Sensing utilizzano filtri che consentono un sensing appropriato delle onde P ed R e schermano segnali inappropriati.

Segnali estranei più comunemente sentiti sono:

- **Onde T**
- **Eventi di Far-field (onde R sentite dal canale atriale)**
- **Miopotenziamenti muscolari (e.g., miopotenziali del muscolo pettorale)**



FATTORI CHE POSSONO ALTERARE IL SENSING

- Polarità del catetere (unipolare Vs. bipolare)
- Integrità del catetere:
 - Interruzione dell'isolamento
 - Frattura della spirale
- EMI –Interferenza Electromagnetica



UN SENSING APPROPRIATO DIPENDE DA...

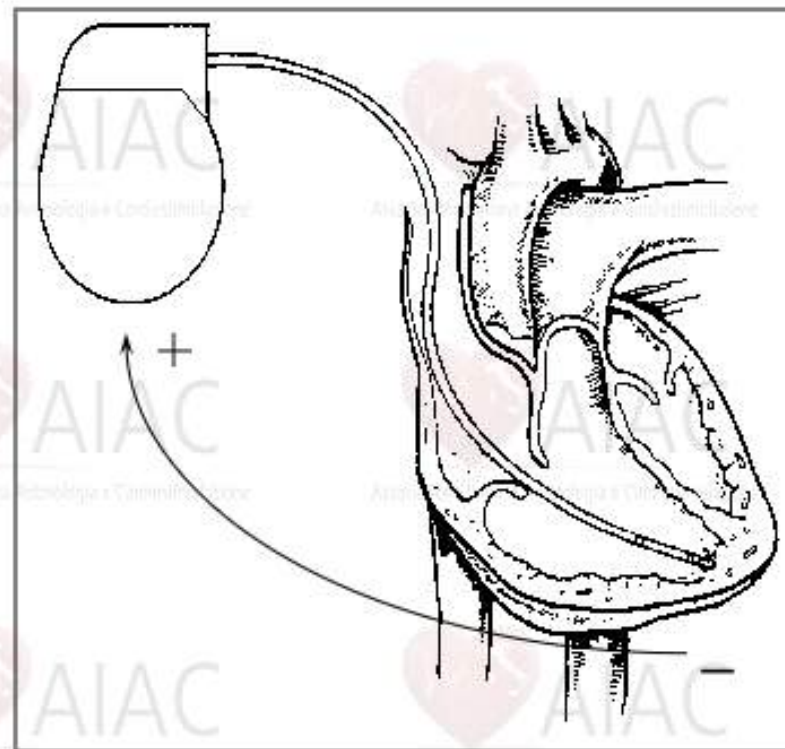
- **Proprietà elettrofisiologiche del miocardio**
- **Caratteristiche dell'elettrodo e suo posizionamento all'interno del cuore**
- **Amplificatori di sensing del pacemaker**



SENSING UNIPOLARE

L'anodo è rappresentato dalla cassa ed il catodo dalla punta dell'elettrocatetere.

Produce un'ampia differenza di potenziale dovuta al fatto che Catodo ed Anodo sono più lontani tra loro rispetto alla posizione in un sistema bipolare.

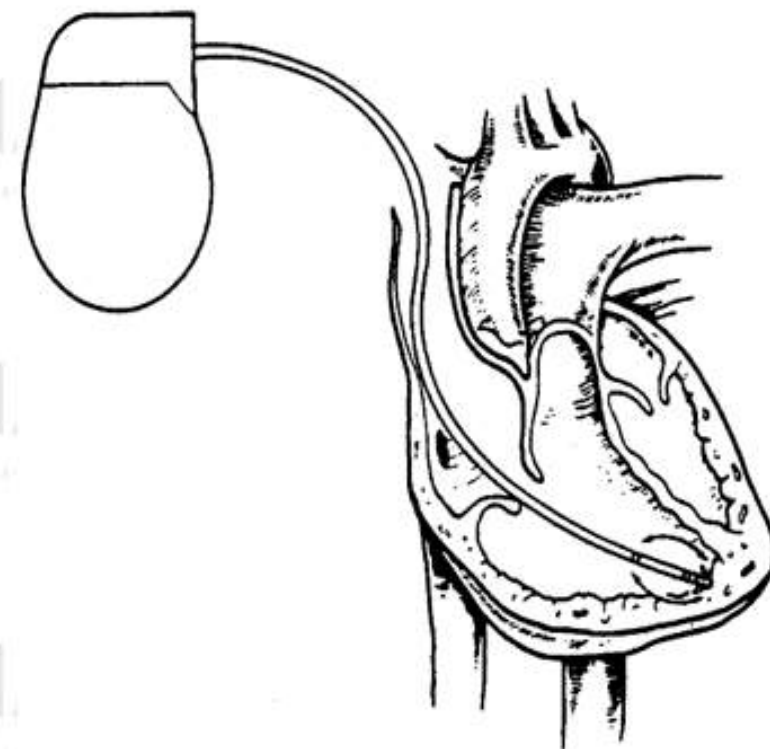


SENSING BIPOLARE

L'anodo è rappresentato dall'anello presente sull'elettrocatteter e il catodo dalla punta dell'elettrocatteter stesso.

Produce una più piccola differenza di potenziale dovuta ad una limitata distanza interelettrodica.

I segnali elettrici esterni al cuore, come i miopotenziali, possono essere sentiti meno facilmente).



CONTROLLO DEI PARAMETRI

Definizione di soglia di sensing: il massimo valore di sensibilità capace di inibire il pacemaker.

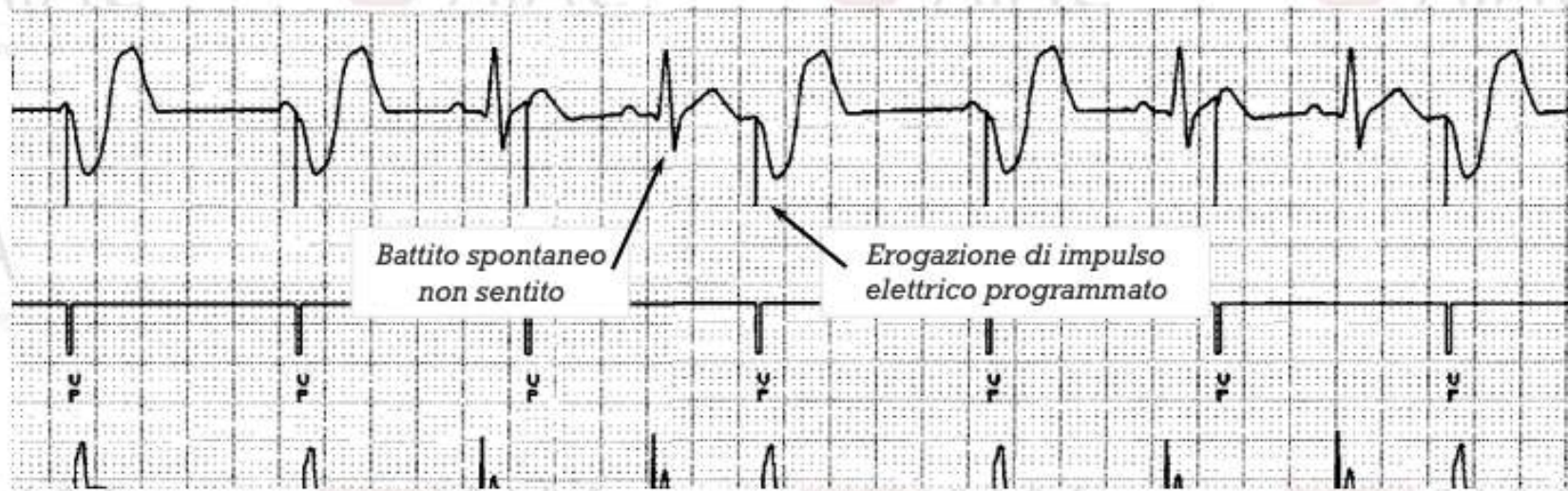
Come effettuare il test manuale di Sensing:

- rendere partecipe il paziente di quello che si sta per fare;
- ridurre (se necessario) la frequenza del pacing fino all'uscita del ritmo intrinseco;
- periodicamente, aumentare il valore della sensibilità (es. da 0.5 mV a 1.0 mV);
- osservare ECG per verificare la perdita di inibizione (stimolo a dispetto della presenza di onda P o R);
- il valore immediatamente inferiore a quello presente quando si manifesta la perdita di inibizione è il valore dell'onda P o R.



UNDERSENSING

Il Pacemaker non vede il battito intrinseco e pertanto non risponde appropriatamente.



VVI / 60



OVERSENSING

**Viene sentito un segnale elettrico diverso
e scambiato per un'onda P od R.**



VVI / 60



SOGLIA DI STIMOLAZIONE

La soglia di stimolazione è il **calcolo dei parametri minimi di uscita del Pacemaker** (ampiezza-durata) che ci permette una **cattura stabile del miocardio**.

La determinazione del valore di soglia permette di programmare il Pacemaker combinando la **sicurezza della stimolazione** con la più lunga **longevità dello stimolatore**.



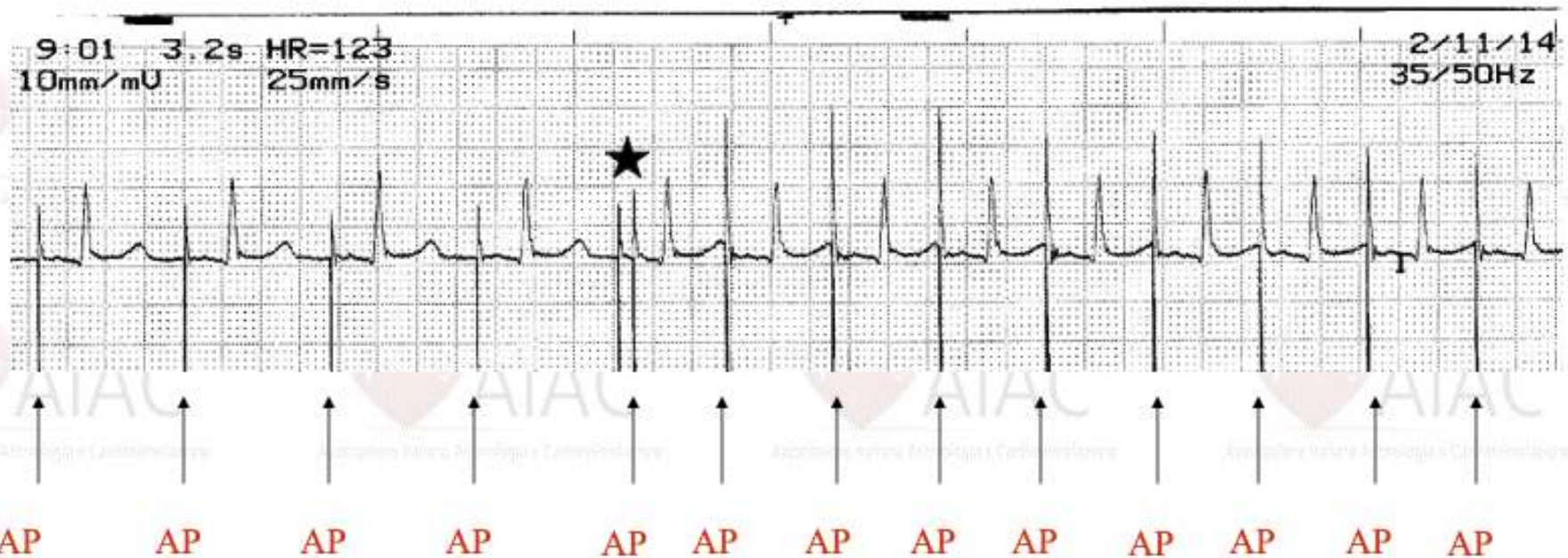
TEST DI SOGLIA

Per fare il **test manuale** delle soglie:

- rendere partecipe il paziente di quello che si sta per fare;
- overdrive sopra il ritmo spontaneo del paziente;
- ridurre progressivamente un parametro di stimolazione (voltage o durata);
- osservare l'ECG per verificare la perdita di cattura (LOC);
- il valore appena sopra LOC è la soglia.



TEST DI SOGLIA ATRIALE

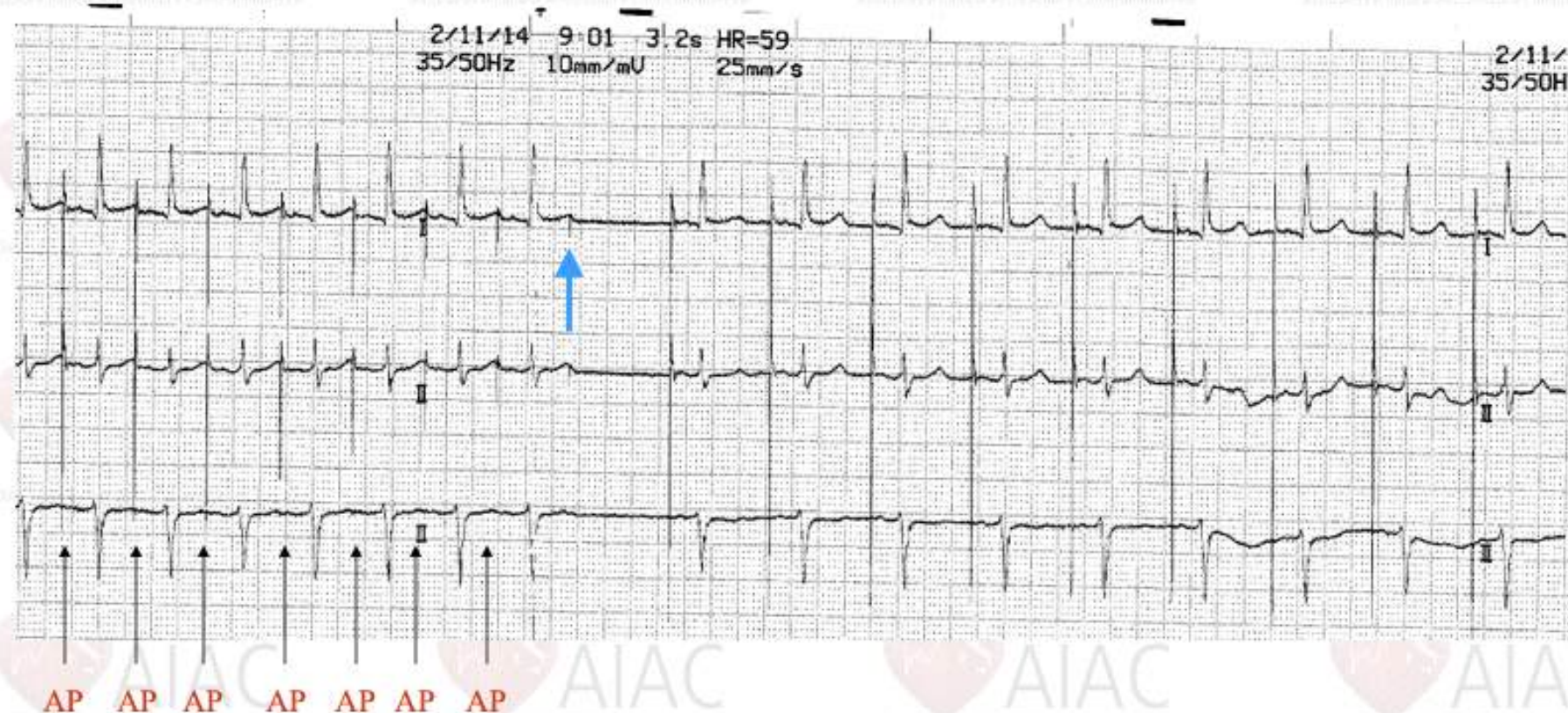


★ = INIZIO SOGLIA

AP = STIMOLAZIONE ATRIALE



TEST DI SOGLIA ATRIALE

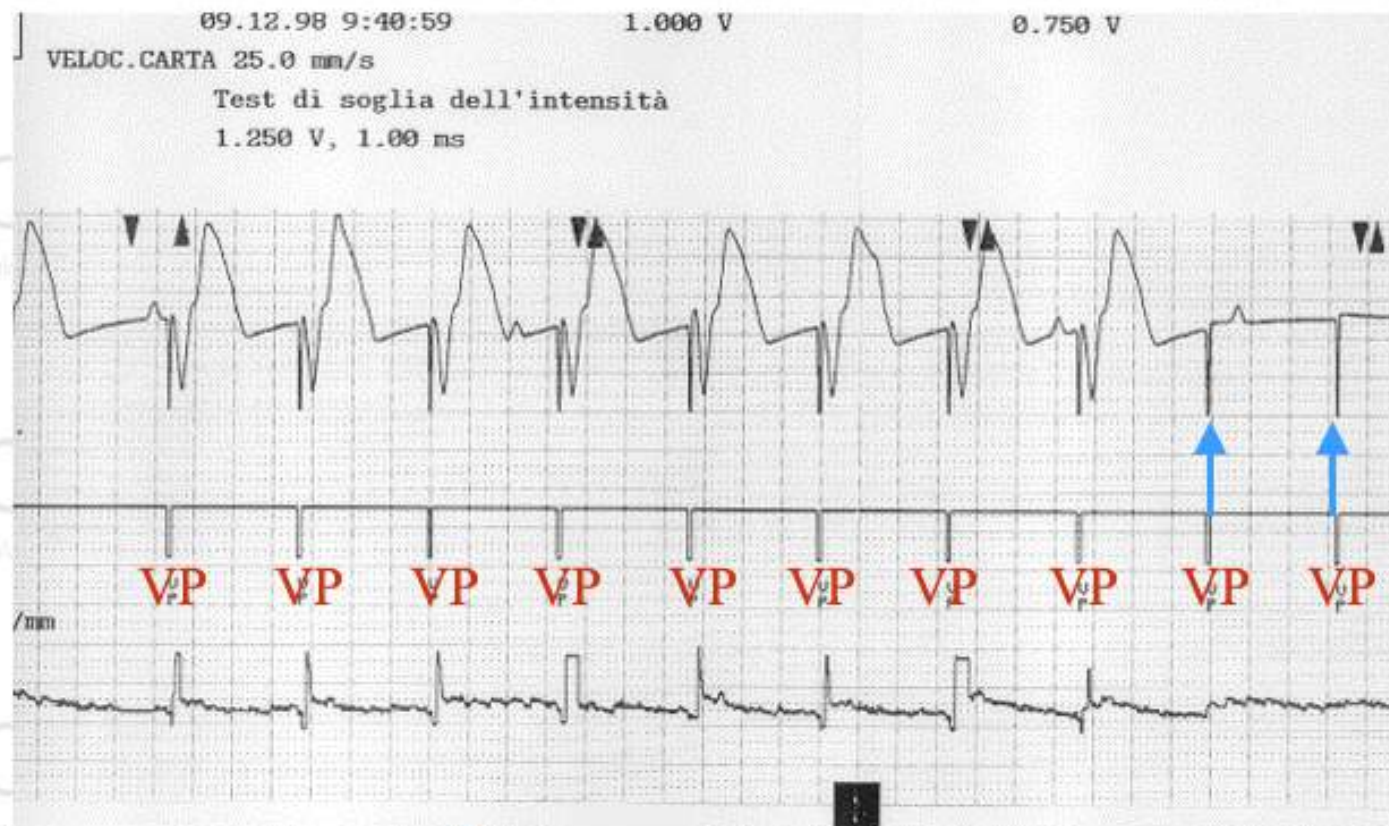


AP = STIMOLAZIONE ATRIALE

↑ = PERDITA DI CATTURA



TEST DI SOGLIA VENTRICOLARE



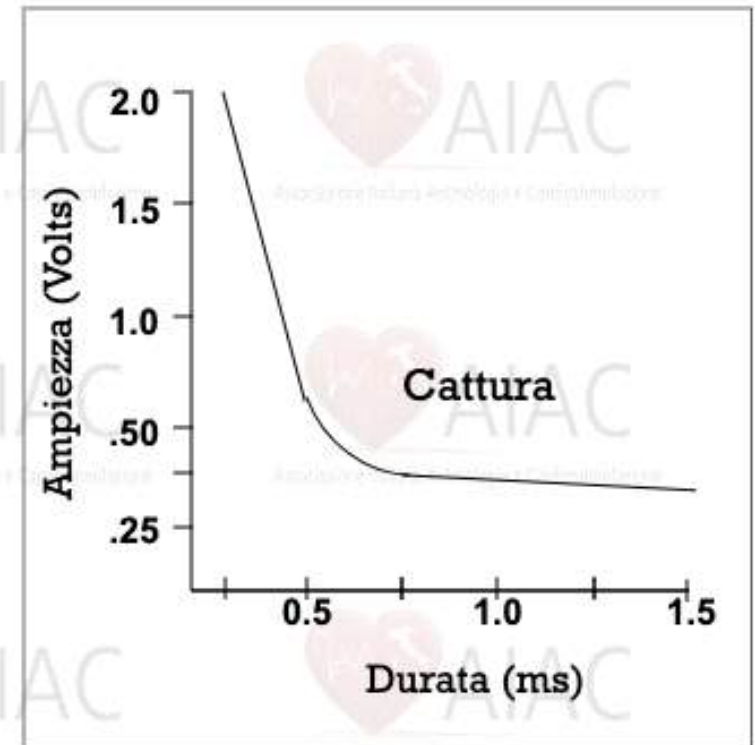
↑ = PERDITA DI CATTURA



LA CURVA INTENSITÀ-DURATA

La curva intensità-durata illustra la relazione tra l'ampiezza e la durata dell'impulse.

Valori in corrispondenza della curva o al disopra di essa provocheranno la cattura.



LA CURVA INTENSITÀ-DURATA

Il voltaggio od ampiezza dell'impulso ha un rapporto esponenziale con la durata dell'impulso stesso, con una curva relativamente piatta per durate d'impulso maggiori di 1 msec. e con una rapida salita a durate di impulso inferiori a 0.25 msec.

Rheobase: il più piccolo valore di voltaggio od ampiezza capace di provocare la cattura ad un valore infinito di durata dell'impulso.

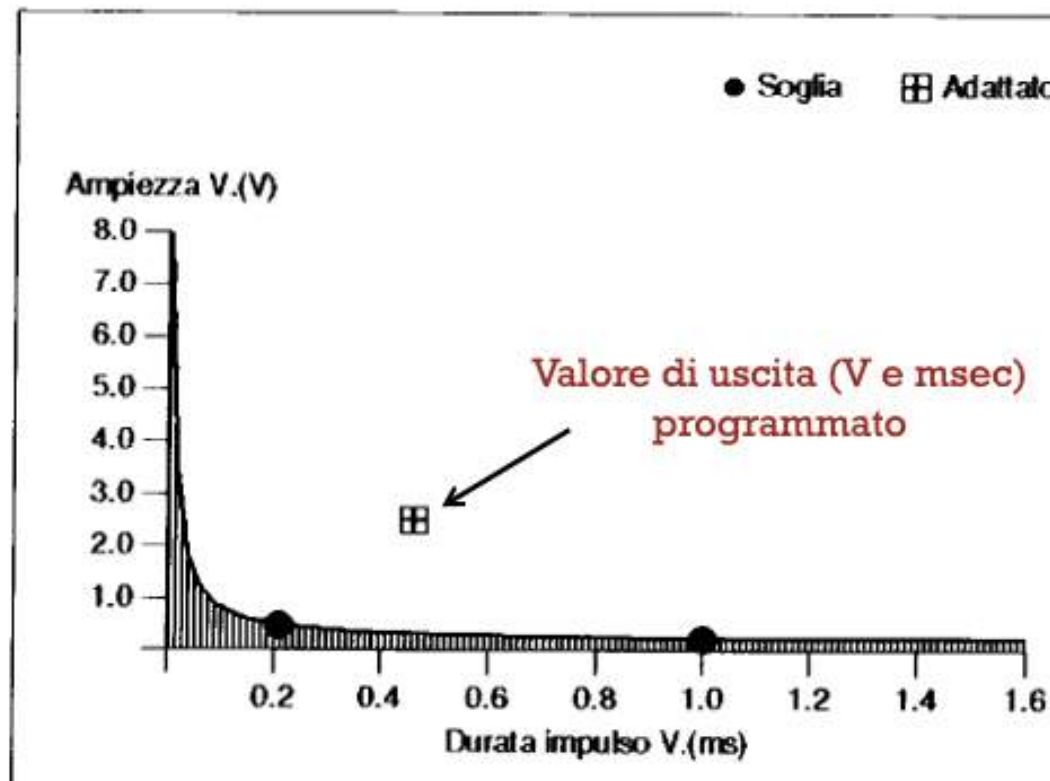
Chronassia: durata dell'impulso al valore doppio della rheobase.



LA CURVA INTENSITÀ-DURATA

Esempio dalla memoria di un dispositivo

Selezione del medico - Rapporto dettagliato gestione cattura



RAPPORTO TRA SICUREZZA DEL PAZIENTE ED AUMENTO DELLA DURATA DELLA BATTERIA

La migliore maniera di aumentare la vita della batteria consiste nel **diminuire i valori di voltaggio**, pur mantenendo un adeguato margine di sicurezza.

Valori di ampiezza maggiori della capacità della batteria richiedono un **moltiplicatore di voltaggio**, che determina una **riduzione della longevità della batteria**.



SOGLIA DI STIMOLAZIONE

Qual'è il valore per avere un adeguato margine di sicurezza con elettrocatteteri in cronico?

- Due volte la soglia in ampiezza
- Tre volte la durata

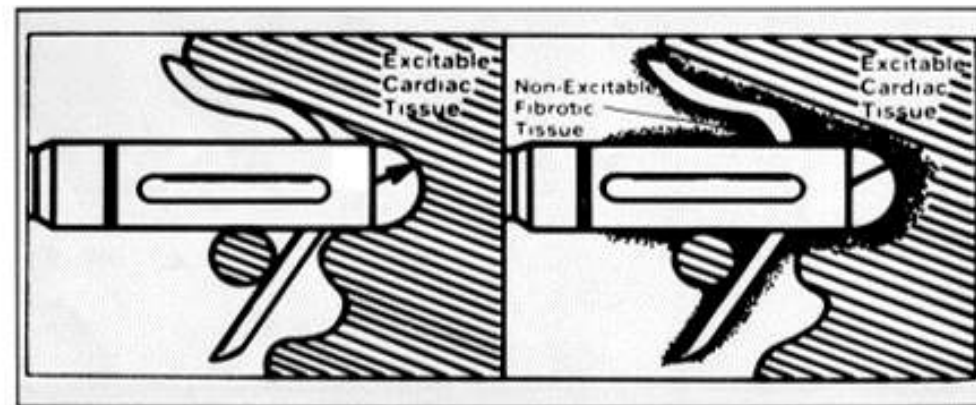
Qual'è il valore massimo di ampiezza consigliata, supponendo che la soglia sia < 1.0 V?

- Normalmente, bisogna cercare di tenere l'ampiezza programmata < 2.5 V...
- ... ma la sicurezza del paziente è l'obiettivo supremo



LA SOGLIA DI STIMOLAZIONE È CORRELATA AL PROCESSO DI MATURAZIONE DEL CATETERE

Dopo l'impianto del catetere, si forma
una capsula fibrotica intorno all'elettrodo.



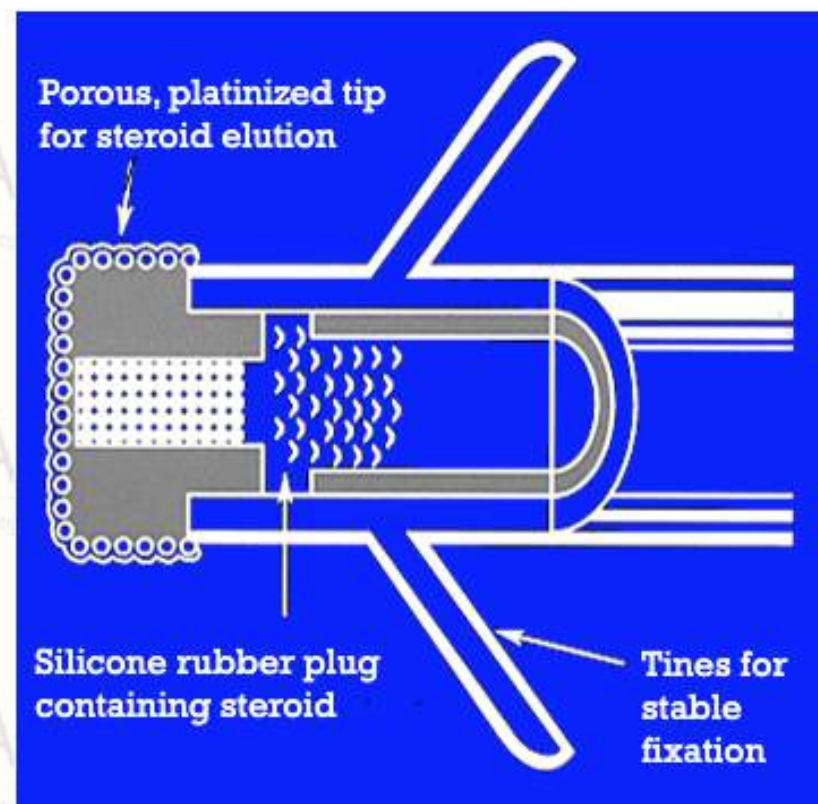
Acute

Chronic



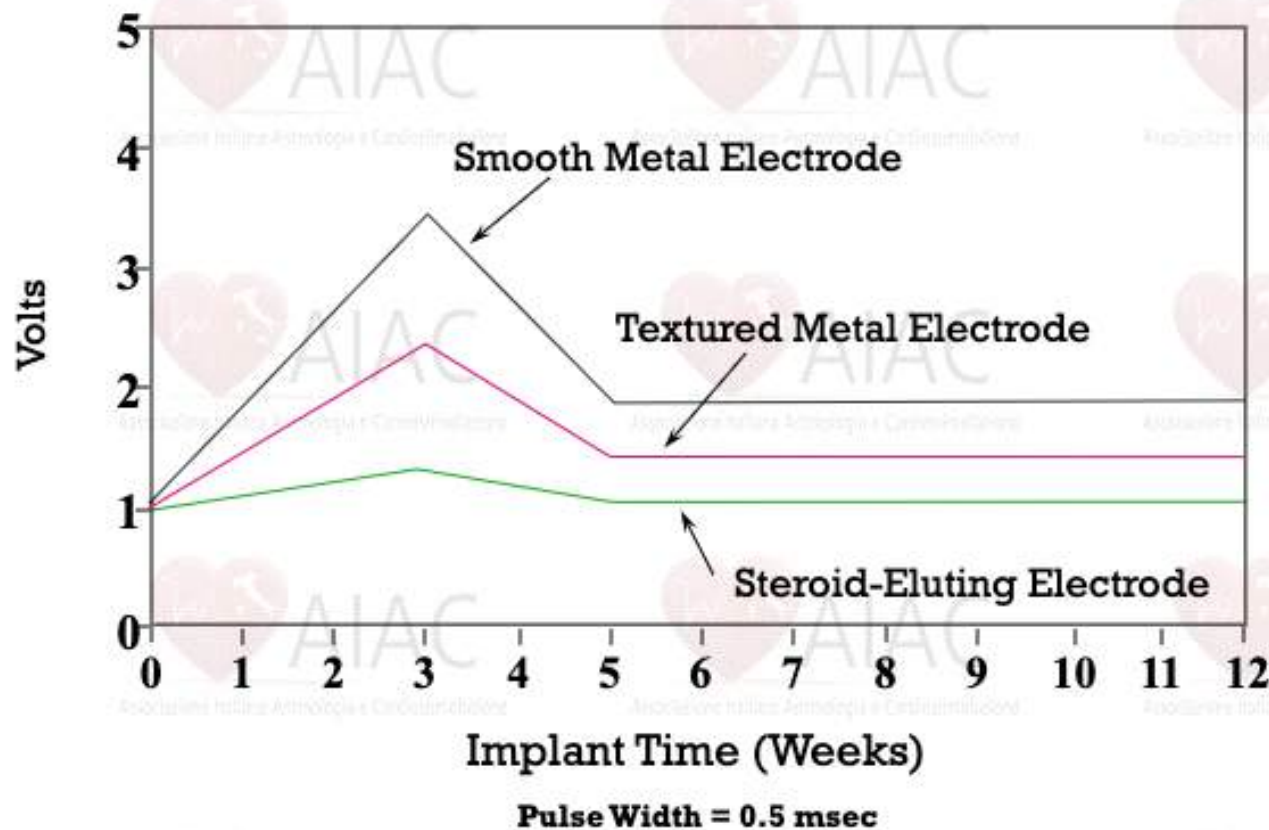
CATETERI A RILASCIO DI STEROIDI

I cateteri a rilascio di steroidi riducono il processo infiammatorio e così determinano una riduzione od una eliminazione del cosiddetto “picco di soglia” con valori cronici di soglia più contenuti.



PROCESSO DI MATURAZIONE DEL CATETERE

Effetto dello steroide sulla soglia di stimolazione



PRINCIPI DI ELETTROSTIMOLAZIONE CARDIACA

**CONCETTO DI SOGLIA DI STIMOLAZIONE E DI SENSING.
PROGRAMMAZIONE OTTIMALE**

Fine del modulo

A cura di:

Carlo Pignalberi

Ospedale San Filippo Neri, Roma

