

QUESTION TIME

Relatore:

Prof. Ing. Ferruccio De Bellis

IL PACEMAKER ED IO

di Ferruccio De Bellis

Tutto quello che avreste voluto
sapere sul pacemaker
ma non avete mai osato chiedere

La contrazione del cuore per mezzo di un Pacemaker è una contrazione naturale ad innesco artificiale

**Densità di corrente D = valore della corrente
che attraversa l'unità di superficie**

$$D = I/S$$

dove:

D = densità di corrente (in $\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

I = corrente circolante (in μA)

S = superficie di contatto (in cm^2)

Effetti dipendenti dalla densità di corrente D

CORRENTE ALTERNATA 50 Hz

SEDE CONTATTO	DENSITÀ D	EFFETTO
CUTE	10 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	SOGLIA DI PERCEZIONE
CUTE	100 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	SOGLIA DOLORE
CUTE	500 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	SOGLIA DI ECCITABILITÀ MUSCOLARE
CUTE	200.000 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	USTIONI
EPICARDIO OD ENDOCARDIO	300 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	FIBRILLAZIONE VENTRICOLARE
EPICARDIO OD ENDOCARDIO	100.000 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	USTIONI

EFFETTI DELLA CORRENTE ALTERNATA 50 Hz

CORRENTE I	EFFETTO
30 mA	BLOCCO RESPIRATORIO TRANSITORIO
60 mA	BLOCCO RESPIRATORIO PERMANENTE
70 mA	ARITMIE IPERCINETICHE VENTRIC. TRANSITORIE
80 mA	ARITMIE IPERCINETICHE VENTRIC. PERMANENTI
120 mA	FIBRILLAZIONE VENTRICOLARE
240 mA	FOLGORAZIONE

FIBRILLATORE

Apparecchio per fare fibrillare il cuore durante la circolazione extracorporea
(interventi a cuore aperto)

$$I = D \times S$$

dove:

I = corrente circolante (in μA)

D = densità di corrente (in $\mu A/cm^2$)

S = superficie di contatto (in cm^2)

Corrente alternata I per far fibrillare il cuore = D ($300 \mu A/cm^2$) x S ($10 cm^2$) = $3 mA$

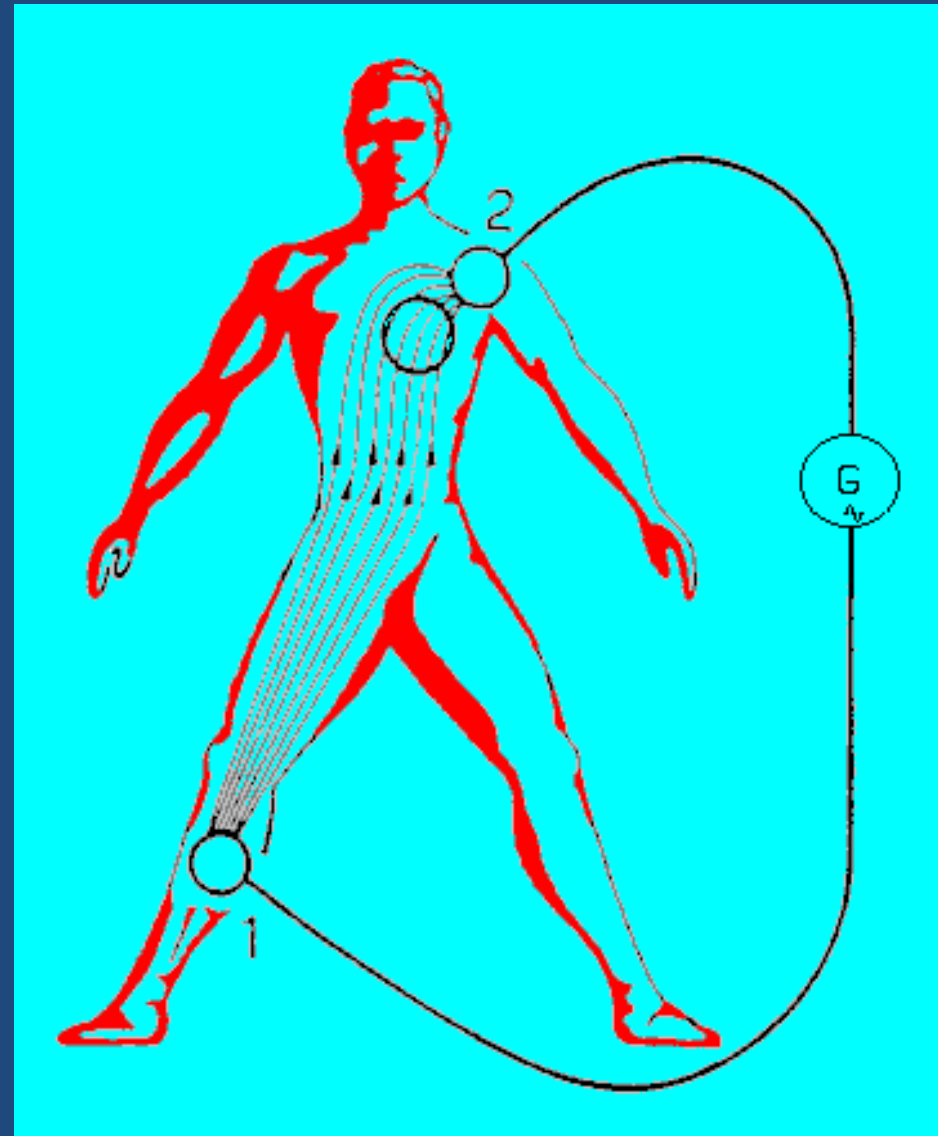
Batteria auto: $I = V/R = 12 V/500 \Omega = 24 mA$

Fibrillazione ventricolare Elettrodi cutanei

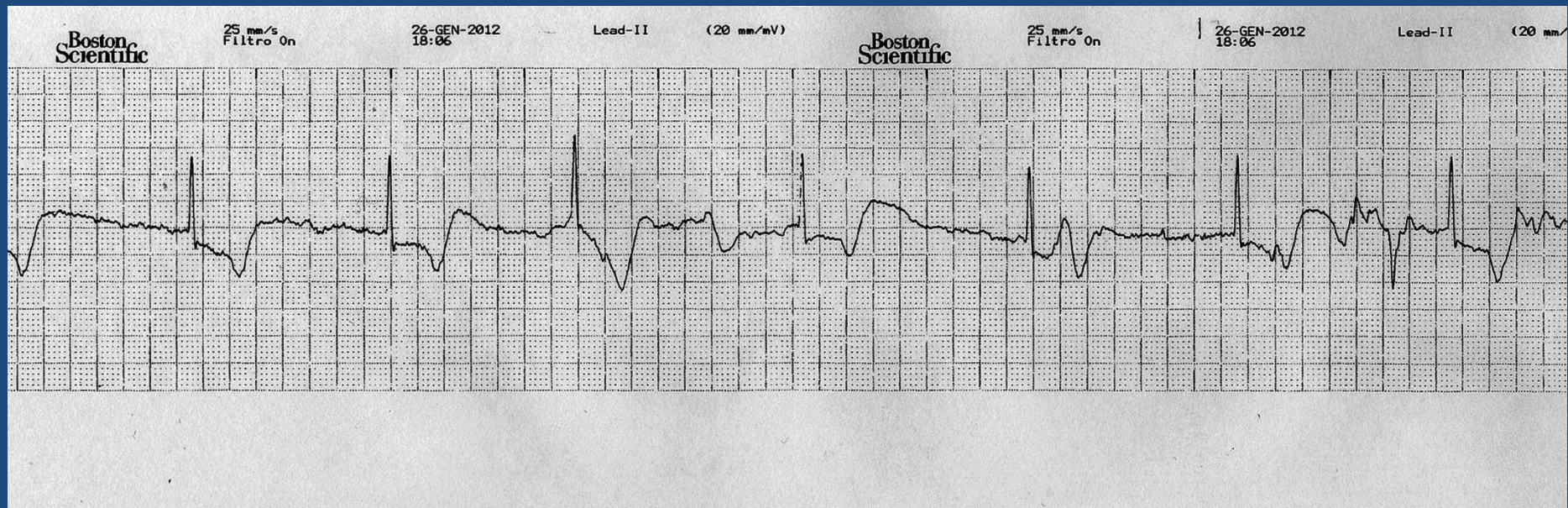
- Densità di corrente D necessaria a provocare fibrillazione = $300 \mu\text{A}/\text{cm}^2$
- Superficie S di contatto tronco-cuore = 400 cm^2

Per instaurare una fibrillazione é necessario che tra i punti 1 e 2 passi una corrente alternata I di valore:

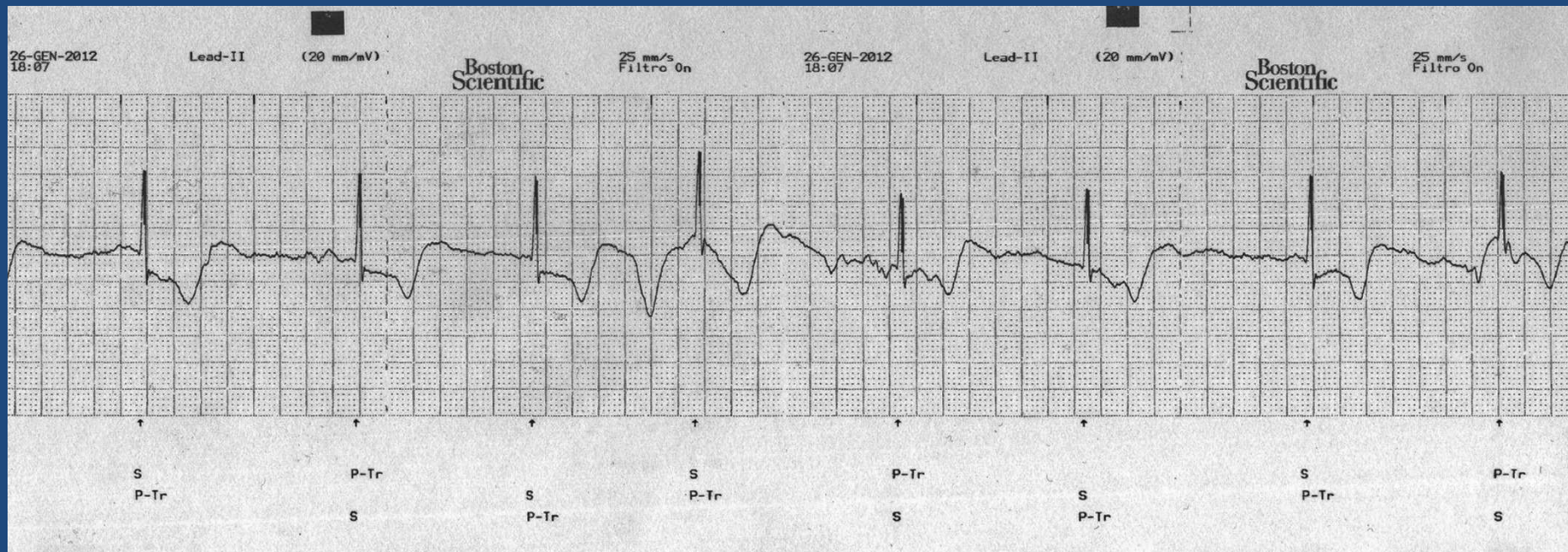
$$I = D \times S = 300 \mu\text{A}/\text{cm}^2 \times 400 \text{ cm}^2 = \\ = 120.000 \mu\text{A} = \mathbf{120 \text{ mA}}$$



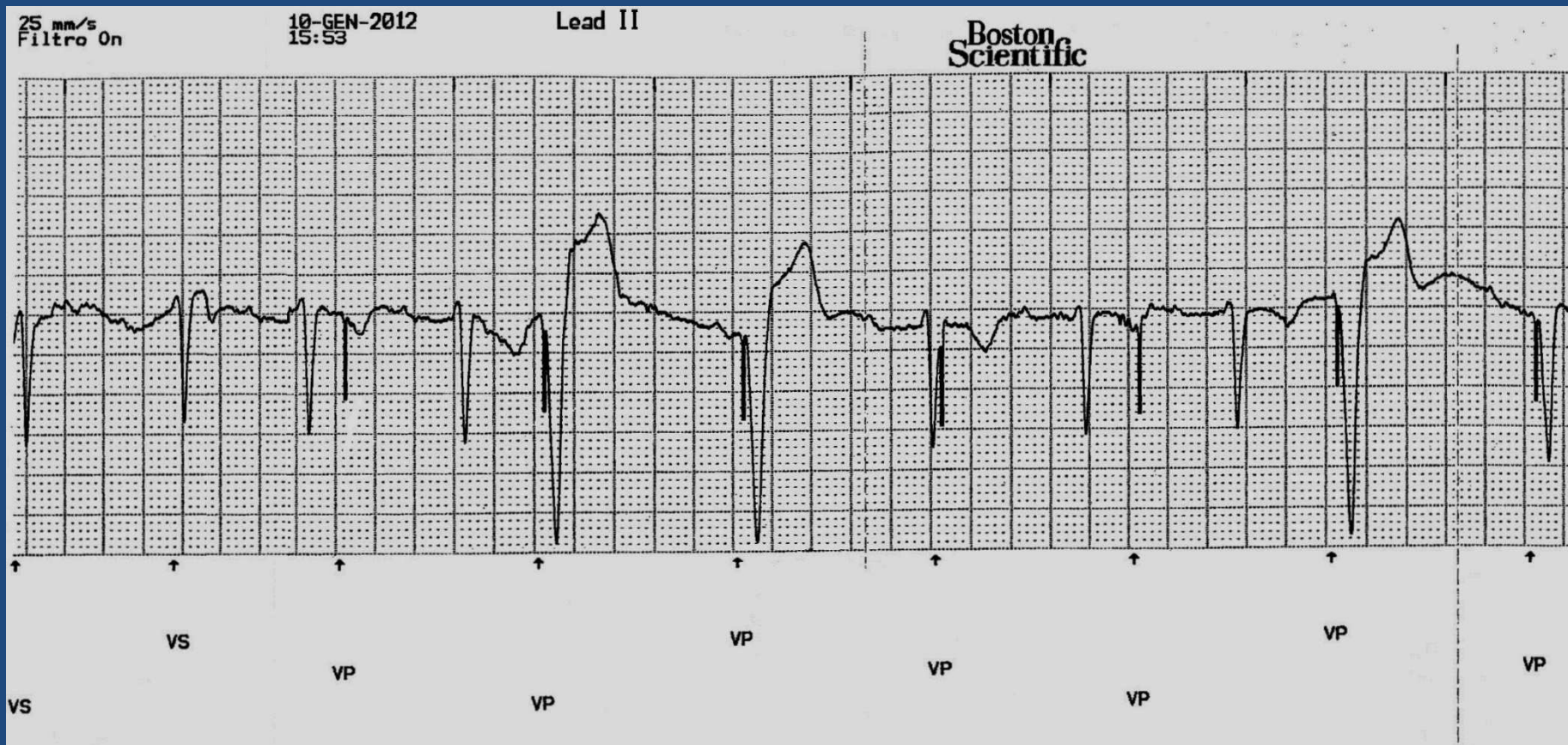
ECG 1 - PM in Demand



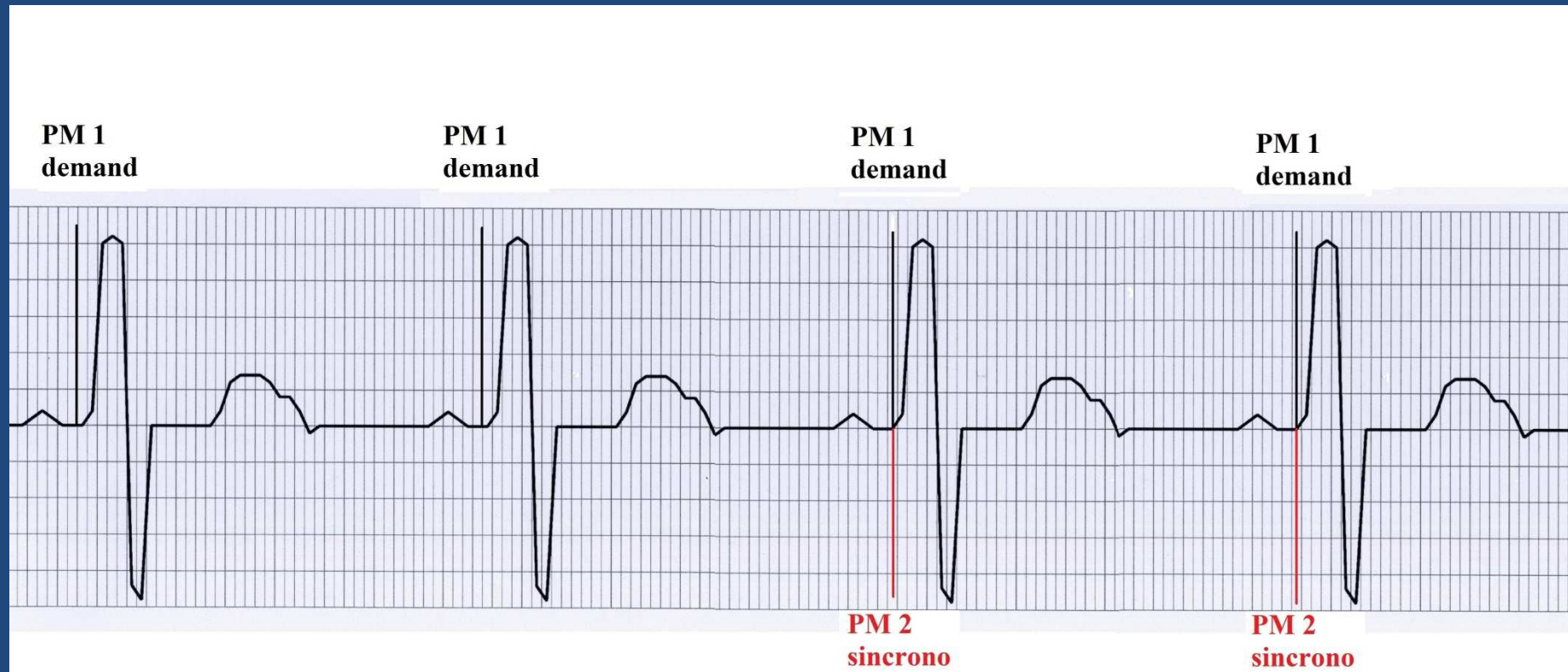
ECG 2 - PM in Sincrono



ECG 3 – PM in Asincrono *pararitmia*



Protezione paziente con due PM



Elettrodo-cateteri

In concomitanza con l'enorme progresso delle possibilità e delle funzioni del PM (e Def), ha fatto seguito un analogo progresso degli elettrodo-cateteri utilizzati per la stimolazione cardiaca.

Le loro funzioni si sono accresciute per consentire l'utilizzo di PM sempre più sofisticati ed è aumentata la loro durata e resistenza.

Elettrodo-cateteri

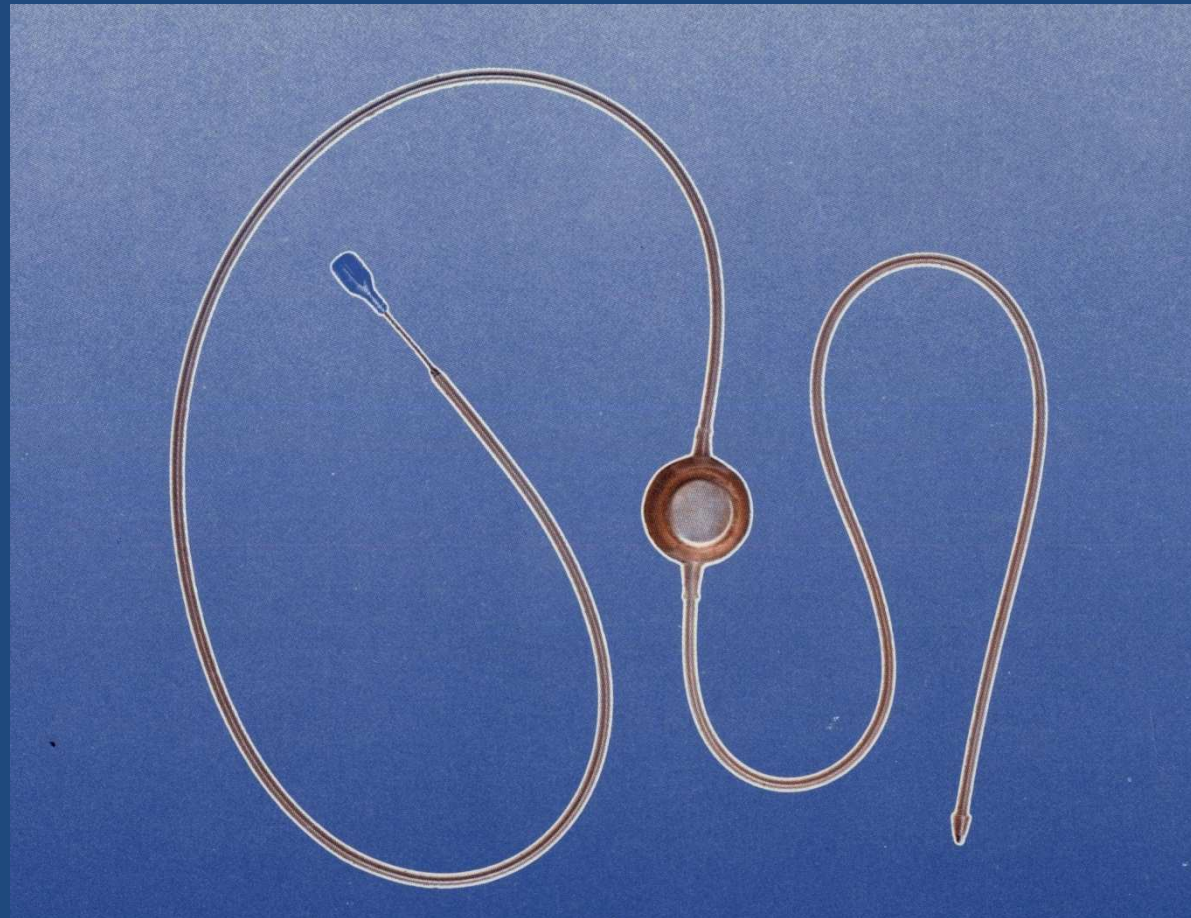
Sono ora disponibili elettrodi bipolari con spirale bifilare e trifilare con diametro del corpo intorno ai 2 mm, in grado di consentire la stimolazione bicamerale del cuore utilizzando la sola vena cefalica.

Elettrodo-cateteri

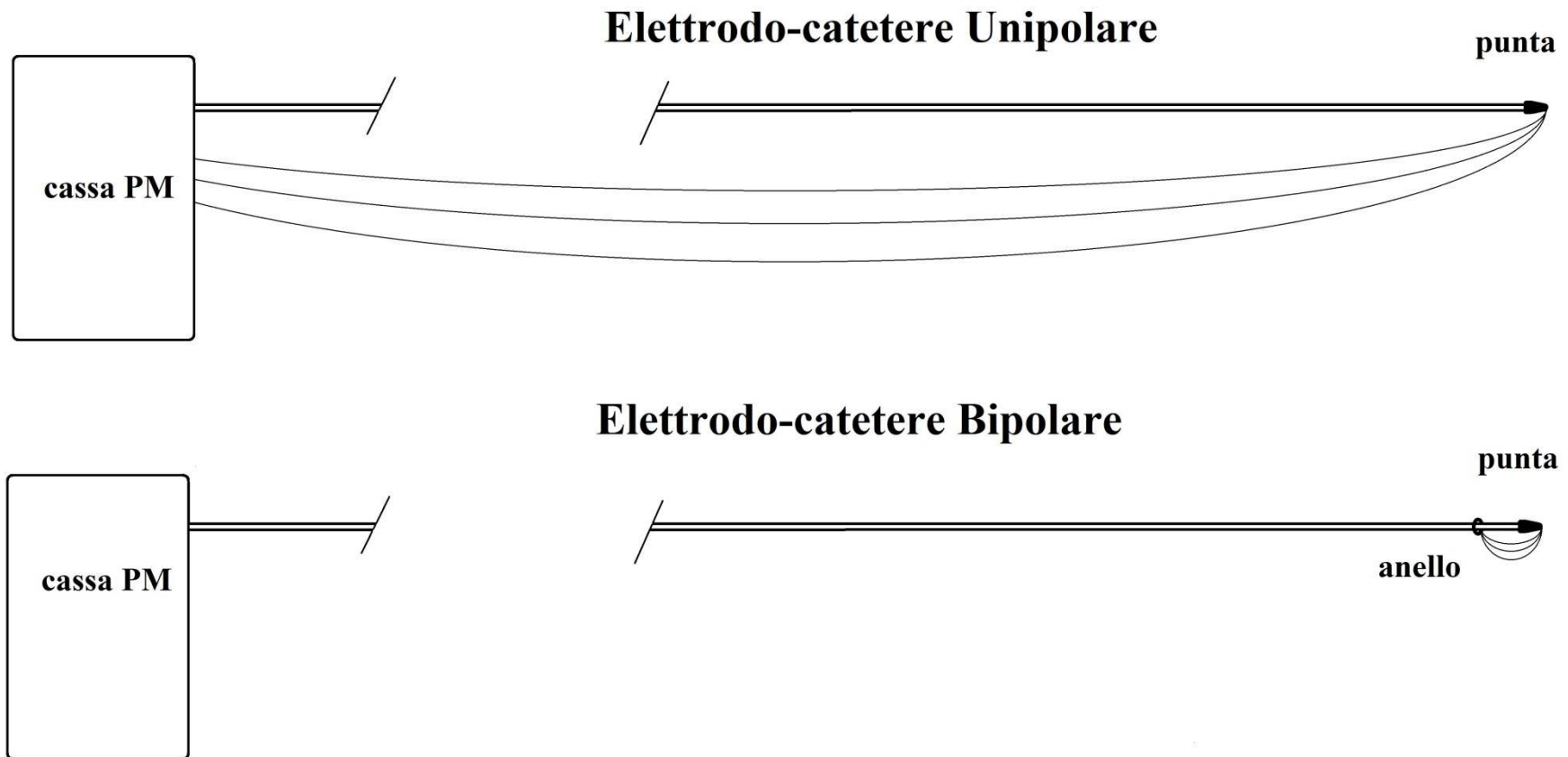
Anno 1975:

De Bellis e coll. hanno l'intuizione dell'elettrodo-catetere BE028 con radioricevitore incorporato che, permettendo la stimolazione dall'esterno con un PM a radiofrequenza (PM/RF), consente la realizzazione dell'impianto di PM ad affidabilità totale. L'uso dell'elettrodo-catetere BE028, accoppiato a PM/RF più sofisticati, consente il trattamento delle aritmie ipercinetiche ventricolari; consente inoltre la massima efficacia nel controllo ambulatoriale per una facile e sicura ottimizzazione energetica, elemento fondamentale per la durata dei PM, specialmente per quelli più sofisticati.

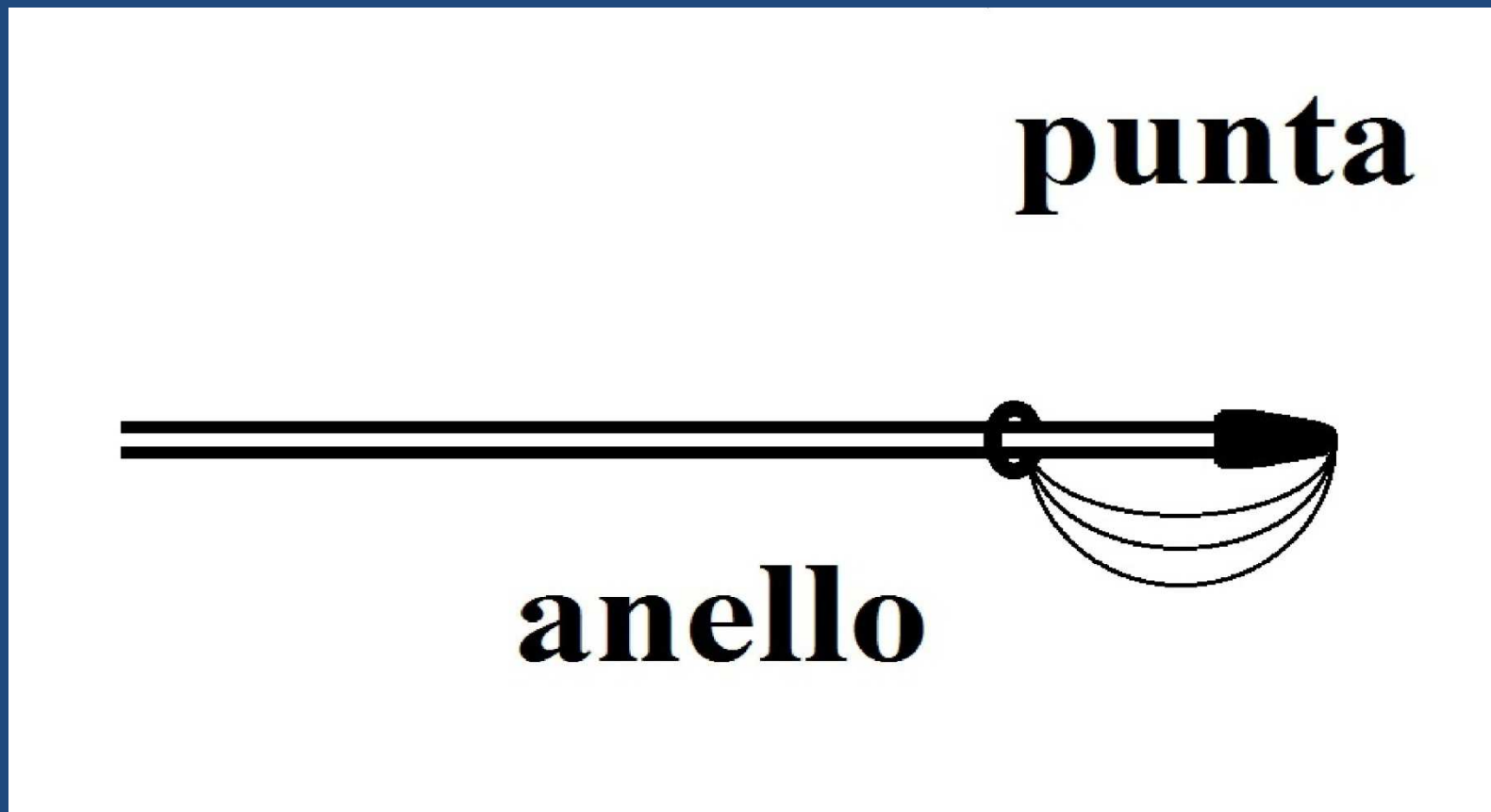
Elettrodo-catetere BE028 con radioricevitore incorporato



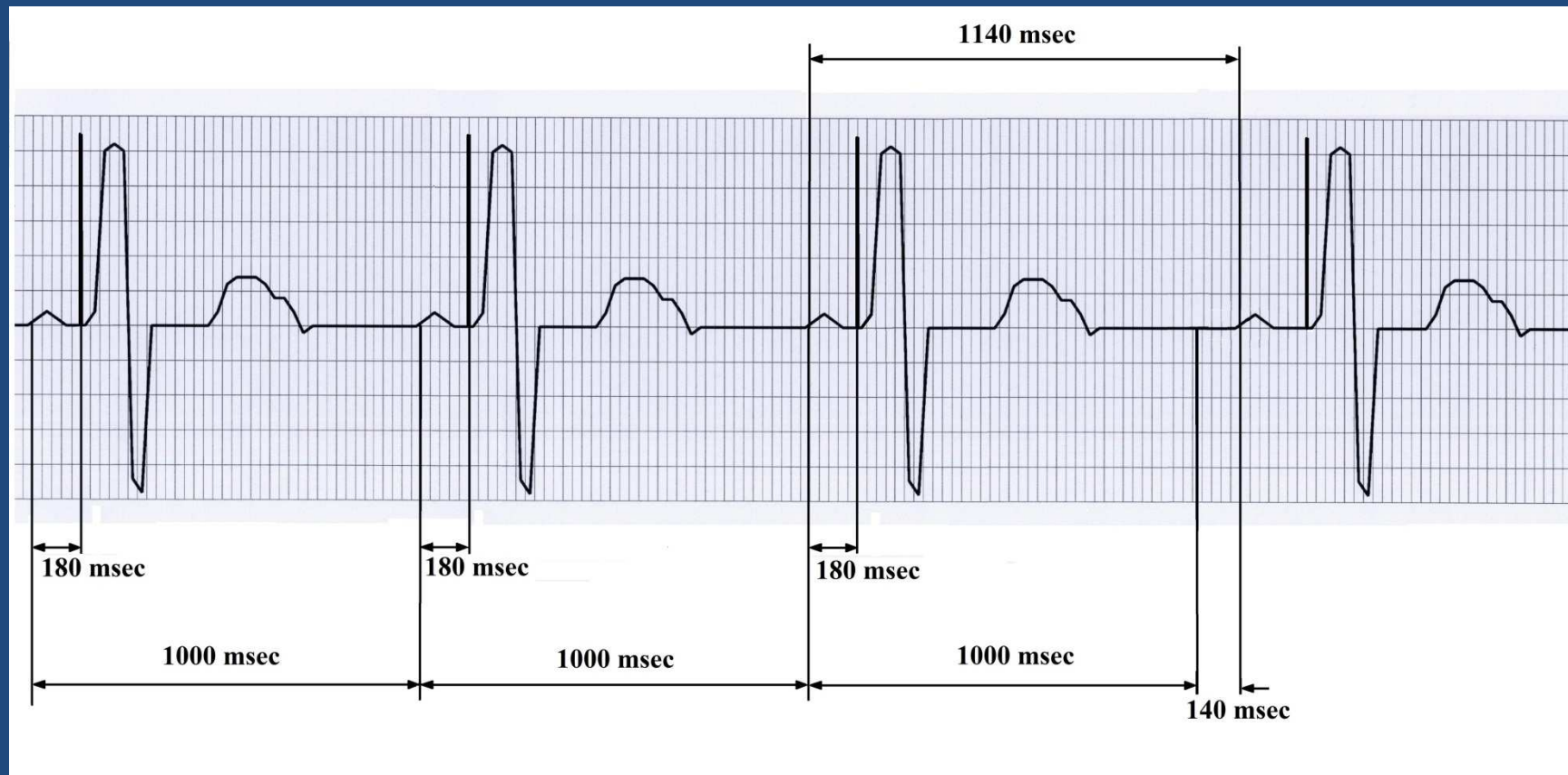
Elettrodo-cateteri per Stimolazione Endocardica



Elettrodo-catetere Bipolare Dettaglio



Priorità – Atrio-guidato



Anno 1967

De Bellis e Palma mettono a punto un semplice metodo per una corretta misura della soglia cardiaca intraoperatoria, indispensabile per reperire il punto di contatto ottimale con l'epicardio, specialmente negli impianti sottotossifoidi.

FATTORI CHE INFLUENZANO LA SOGLIA DI STIMOLAZIONE ELETTRICA (1)

1. CONDIZIONI CLINICHE DEL PAZIENTE (STATO DEL MIOCARDIO)
2. FARMACI USATI
3. VARIAZIONI NELLA CONCENTRAZIONE ELETTROLITICA
4. VARIAZIONE DELLE CONDIZIONI FISIOLOGICHE
5. MOMENTO DELLA FASE CARDIACA IN CUI CADE LO STIMOLO DEL PM
6. PUNTO CONTATTO ELETTRODO STIMOLANTE CON IL MIOCARDIO
7. MICRO E MACRO DISLOCAMENTI DELL'ELETTRODO-CATETERE
8. FIBRINA

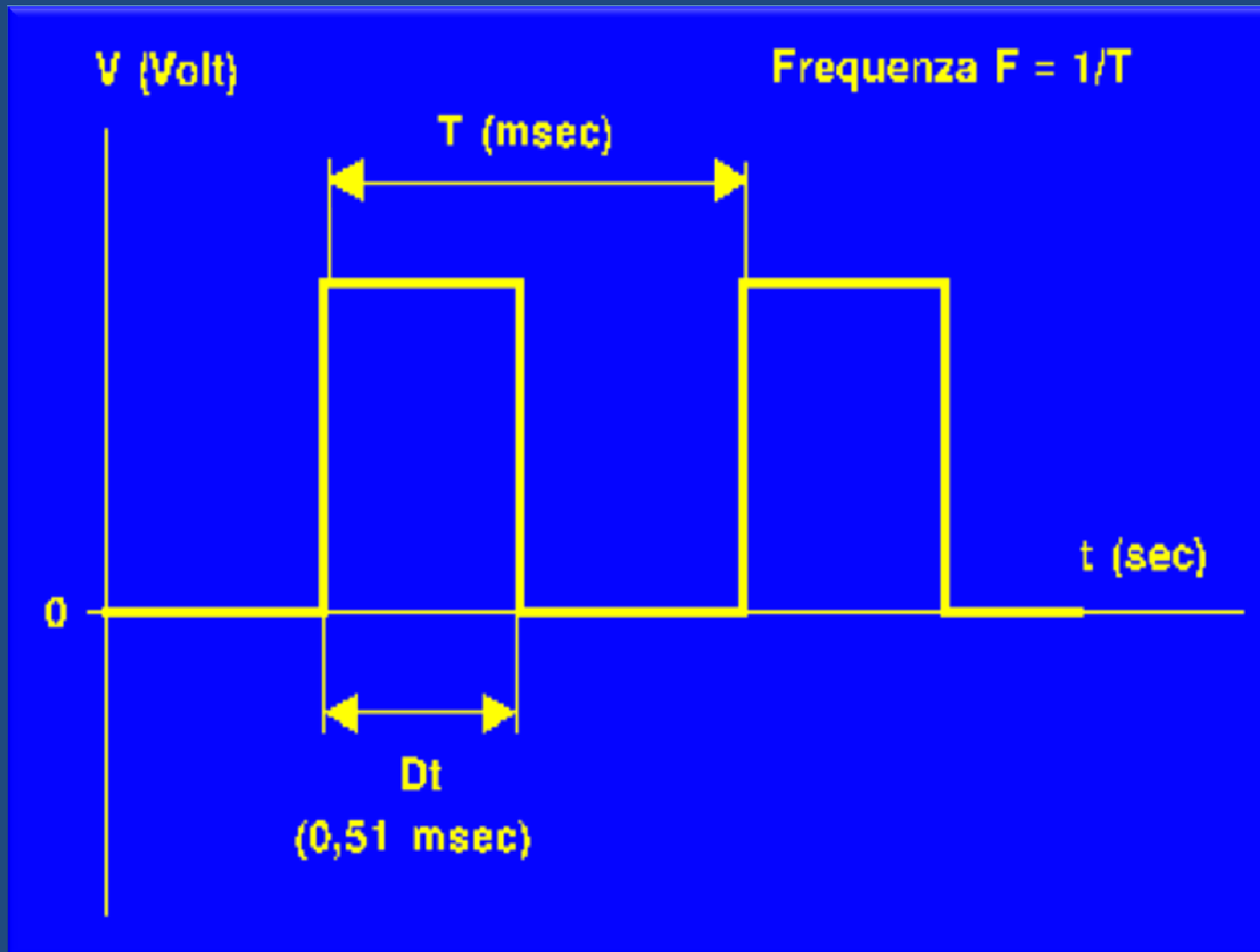
FATTORI CHE INFLUENZANO LA SOGLIA DI STIMOLAZIONE ELETTRICA (2)

9. CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DELL'ELETTRODO STIMOLANTE
10. DENSITA' DI CORRENTE
11. FORMA DELLO STIMOLO ELETTRICO
12. DURATA DELLO STIMOLO ELETTRICO
13. POLARITA' DELLA CORRENTE
14. FREQUENZA DI STIMOLAZIONE
15. METODO DI MISURA

$\frac{K_i}{K_e}$ ↑ Soglia ↑

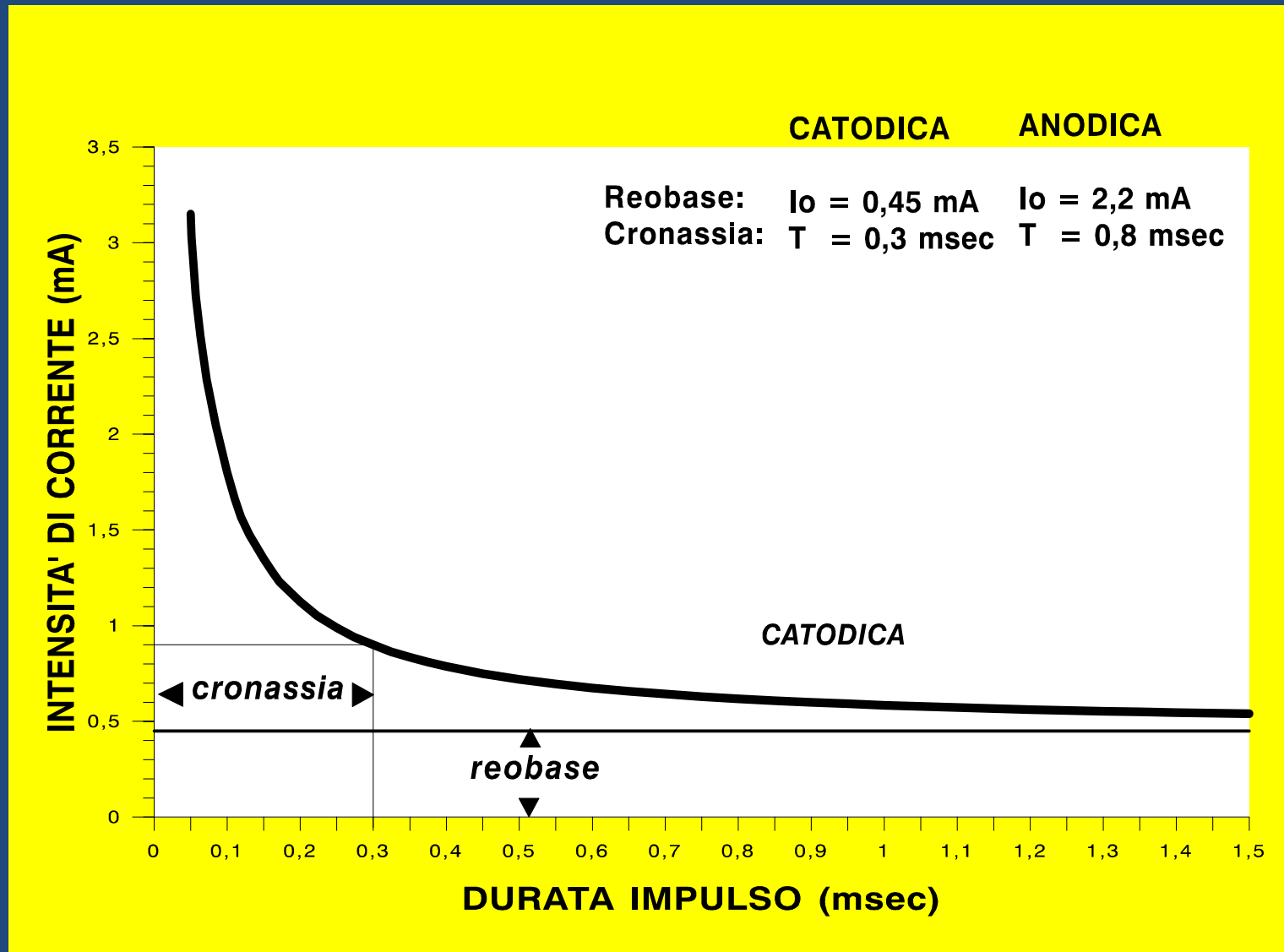
$\frac{K_i}{K_e}$ ↓ Soglia ↓

QUESTION TIME



QUESTION TIME

FATTORI	EFFETTI
1. AMINE SIMPATICOMIMETICHE	-
2. GLICOCORTICOIDI	-
3. MINERALOCORTICOIDI	-
4. SOLUZIONI SALINE IPERTONICHE	+
5. GLUCOSIO E INSULINA	+
6. PASTI	+
7. POTASSIO	-
8. ATTIVITÀ	-
9. BETABLOCCANTI	0
10. CALCIO	0
11. ATROPINA	0
12. FARMACI ANTIARITMICI	0



$$i_t = i_0 (1 + c_r/t)$$

i_t = intensità della corrente di soglia con un impulso di durata t ;

i_0 = reobase;

c_r = cronassia;

t = durata dell'impulso

Linee-guida per Impianto Endocardico

**L'impianto di un PM é un
atto chirurgico**

Linee-guida per Impianto Endocardico

L'impianto di PM bicamerale endocardico deve essere effettuato nel pettorale contro laterale al braccio dominante con una incisione sottoclaveare e con la **PREPARAZIONE CHIRURGICA** della vena cefalica; doppia flebotomia, inserzione dei due elettrodo-cateteri che vengano posizionati in ventricolo dx il primo e nell'atrio dx il secondo; **LEGATURE SEPARATE**. Misure Intraoperatorie, emostasi, collegamento degli elettrodi al PM che viene collocato in tasca sottocutanea; sutura a strati.

Linee-guida per Impianto Endocardico

In presenza di anomalie venose, A MENO DI CONTROINDICAZIONI, si procede alla puntura della vena succlavia secondo la metodica di Seldinger; unica spiralina metallica, doppio introduttore-dilatatore, inserzione dei due elettrodo-cateteri che vengono posizionati nel ventricolo dx il primo e nell'atrio dx il secondo; bloccaggio separato degli elettrodi al sottocute con punti di sutura sugli appositi tubicini di silicone.

Linee-guida per Impianto Endocardico

Controindicazioni alla puntura della vena succlavia sono:

- 1. Insufficienza respiratoria grave**
- 2. Alterazione della coagulazione**

In caso di controindicazioni alla puntura della vena succlavia, si procede, nel pettorale relativo al braccio dominante, con una incisione sottoclaveare e con la PREPARAZIONE CHIRURGICA della vena cefalica; le modalità di impianto saranno le stesse sopra descritte.

Linee-guida per Impianto Endocardico

In caso di ulteriori anomalie venose si procede alla puntura della vena succlavia nel pettorale contro laterale al braccio dominante. La puntura della vena succlavia DEVE essere eseguita con l'ausilio della scopia, dopo somministrazione di mezzo di contrasto, attraverso una vena periferica del braccio. Per la puntura della vena succlavia si deve utilizzare la metodica di Seldinger.

Vie di Accesso per Intervento di PM Endocardico

- Giugulare esterna dx con passaggio dell'elettrodo sopraclaveare o sottoclaveare
- Giugulare interna dx
- Borsa di tabacco su succlavia o legatura succlavia
- Ramo vena succlavia
- Cefalica dx
- Cefalica sin
- Puntura vena succlavia con metodica di Seldinger (1993)

Il Controllo del Portatore di PM

**Il controllo del portatore di PM
rappresenta una tappa obbligata
nella vita di ogni cardiostimolato**

Il Controllo del Portatore di PM

Il controllo ha il significato di verifica di uno stato funzionale sia per gli aspetti clinici che per quelli tecnici ed ha riflessi su quelli sociali.

Porre separazione fra i tre aspetti del controllo non é possibile.

Il Controllo del Portatore di PM

Il controllo va quindi effettuato nella sua completezza (controllo standard più controlli funzionali); in caso contrario é preferibile non effettuarlo.

Il Controllo del Portatore di PM

1. Aspetti Clinici

a) Valutazione psicologica

Adattamento del paziente al PM

b) Valutazione funzionale cardiovasale (compromissione)

Correzione farmacologica

Completamento indagine strumentale

Variatione parametri del PM

Sostituzione PM

c) Valutazione integrità siti d'impianto

Il Controllo del Portatore di PM

2. Aspetti Tecnici

a) Controllo standard del PM

Anamnesi; esame obiettivo

Controllo sensing ed efficacia stimolazione

ECG base a PM inibito

Misura periodo, Dt, V max, morfologia impulso

b) Controlli aggiuntivi su PM speciali

Il Controllo del Portatore di PM

3. Aspetti Sociali

a) Momento ottimale di sostituzione (MOS)

Garanzia fabbricante (dato commerciale)

MOS individuato mediante controllo standard

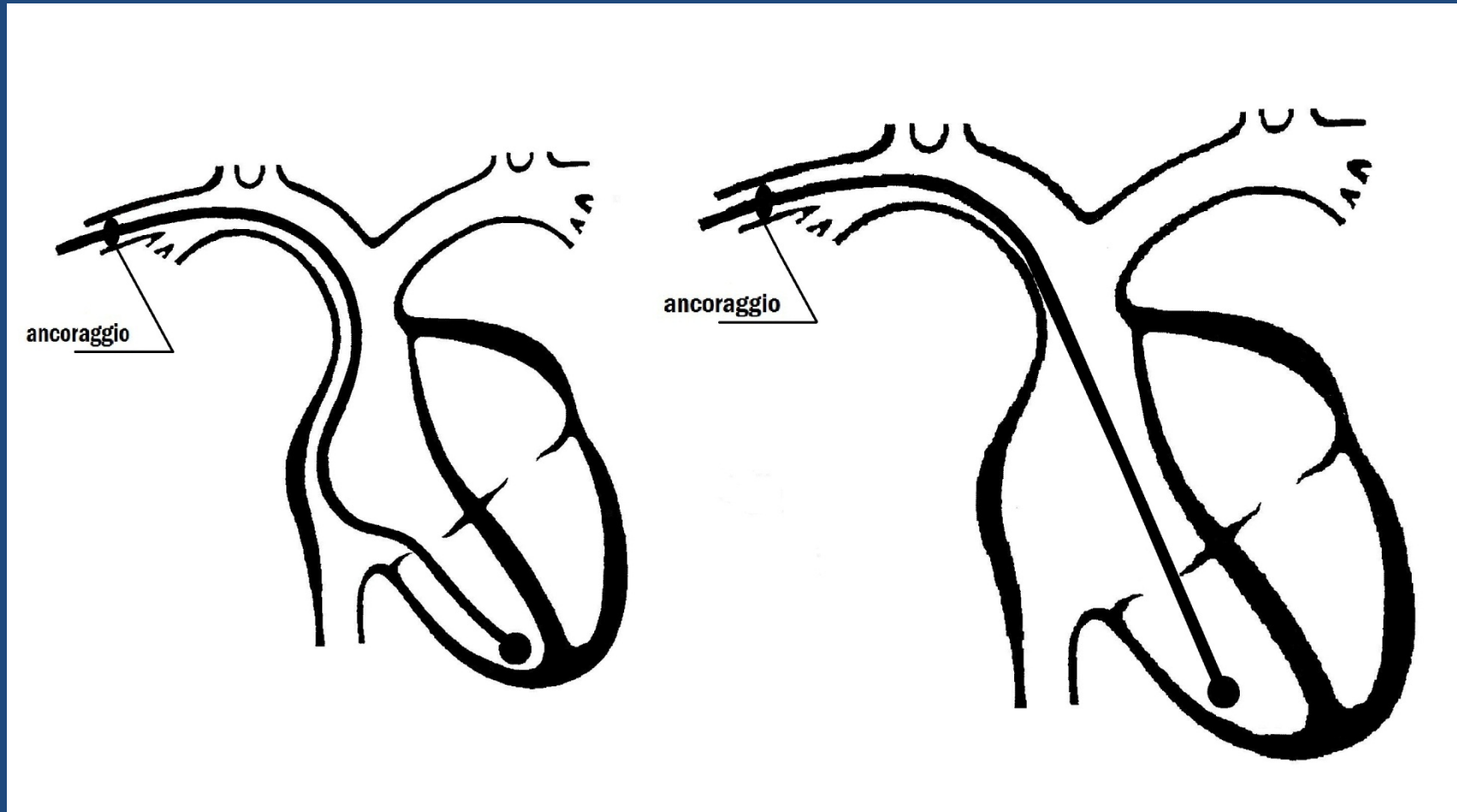
Ottimizzazione energetica

Aumentare la durata del PM comporta una riduzione notevole del costo della terapia di elettrostimolazione cardiaca con notevole vantaggio per il paziente e per la comunità

Impianto di PM in Neonati e Bambini

L'impianto di un PM nei neonati e nei bambini é complicato dall'accrescimento corporeo (Legge di Godin) che provoca una progressiva tensione dell'elettrodo-catetere fra i punti di ancoraggio, fino a rottura definitiva e quindi all'assenza di stimolazione.

Impianto di PM in Neonati e Bambini



Impianto di PM in Neonati e Bambini

Anno 1976:

De Bellis e coll. mettono a punto la nuova tecnica di impianto di PM endocardico per neonati e bambini, che prevede una curva (loop) in atrio per assecondare la crescita del piccolo paziente.

Nel giugno 1978, la nuova tecnica di impianto endocardico in neonati e bambini viene presentata al II Congresso di Elettrostimolazione Cardiaca di Roma.

Impianto di PM in Neonati e Bambini

La nuova tecnica d'impianto endocardico messa a punto nel 1976 da De Bellis e coll. prevedeva due fasi di intervento:

- **la prima fase, per l'impianto del PM**
- **la seconda fase, dopo circa 6 mesi, per liberare l'elettrodo-catetere dall'ancoraggio sulla vena ed introdurlo all'interno dell'atrio.**

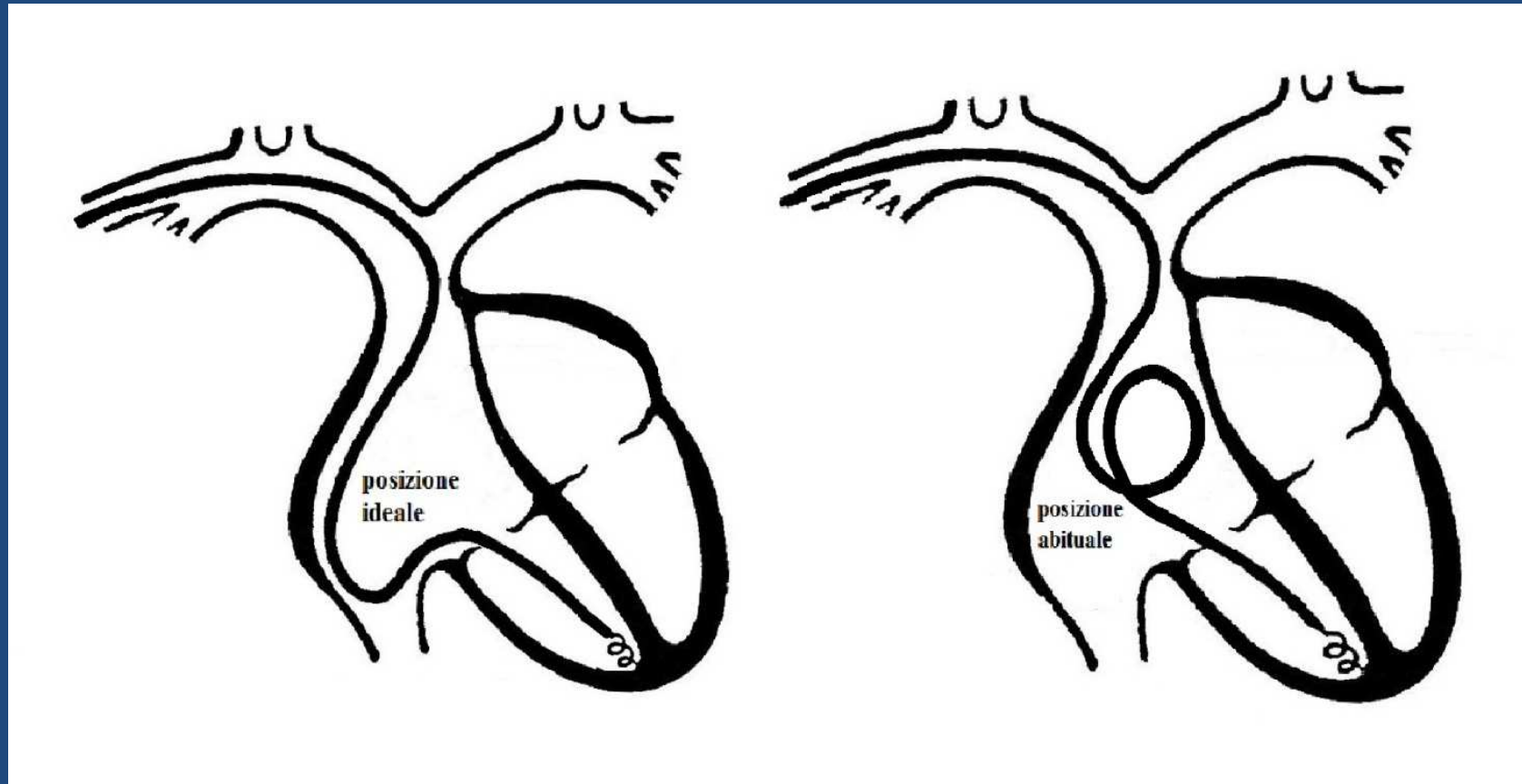
Impianto di PM in Neonati e Bambini

Con l'avvento dell'elettrodo-catetere a vite, De Bellis e coll. hanno affinato la tecnica in modo da effettuare un solo intervento durante il quale vengono introdotti nella vena circa 29 cm di elettrodo-catetere sufficienti a compensare l'accrescimento corporeo senza causare tensioni meccaniche e rischi di interruzione della stimolazione.

Impianto di PM in Neonati e Bambini

La maggiore lunghezza dell'elettrodo-catetere (nell'adulto circa 42 cm, nel bambino circa 29 cm) forma nell'atrio destro un'ampia ansa che successivamente tende ad assumere una tipica curvatura a spirale (il cosiddetto loop).

Impianto di PM in Neonati e Bambini



Impianto di PM in Neonati e Bambini

Paziente TC ♀ 1972
BAV congenito completo

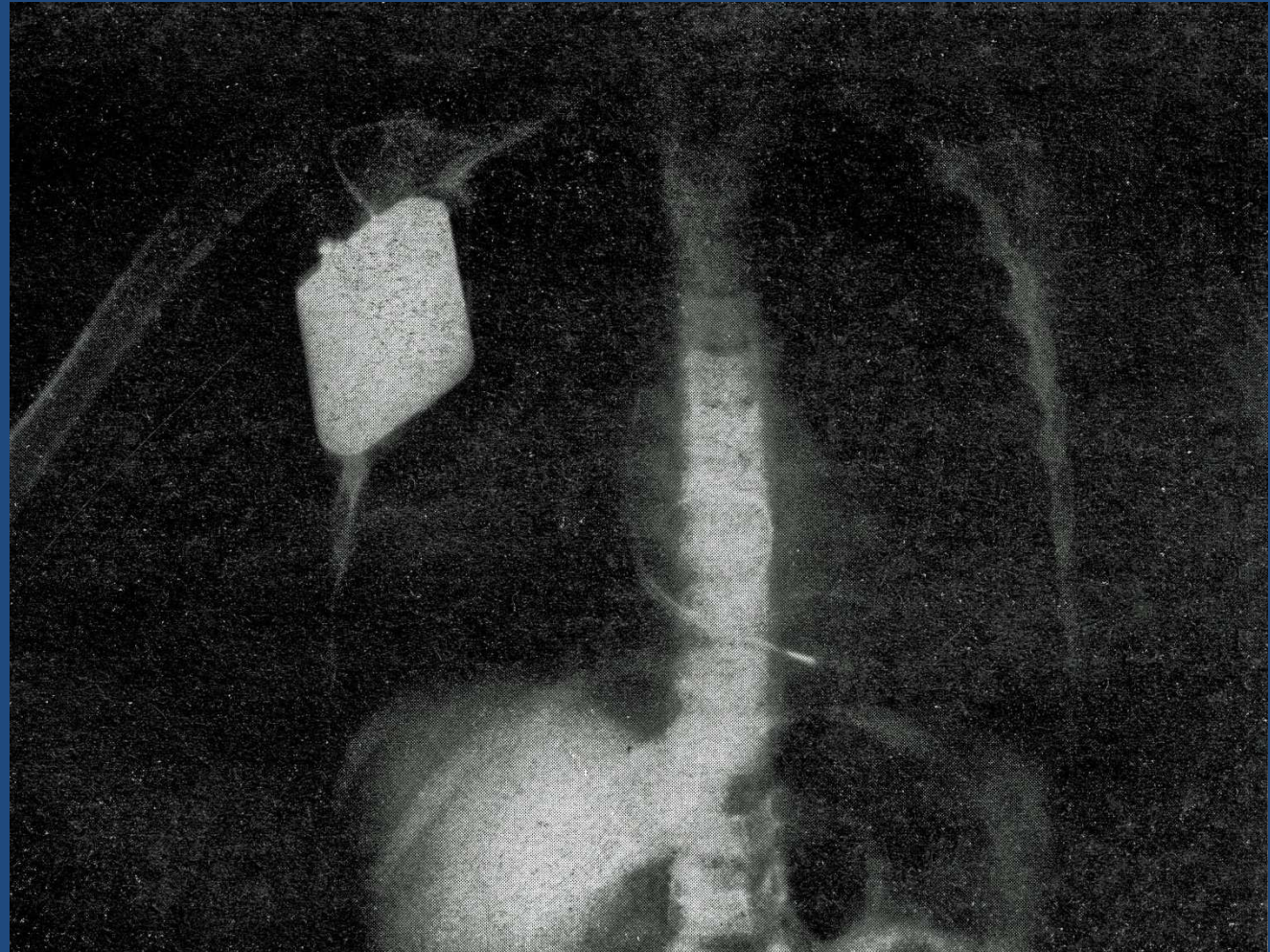
*Operata nel 1976,
rioperata nel 1983
per rottura elettrodo-
catetere, sostituito con
nuovo elettrodo a vite
con introduzione di 42
cm di catetere*



Impianto di PM in Neonati e Bambini

Paziente MM ♂ 1973
BAV congenito
completo

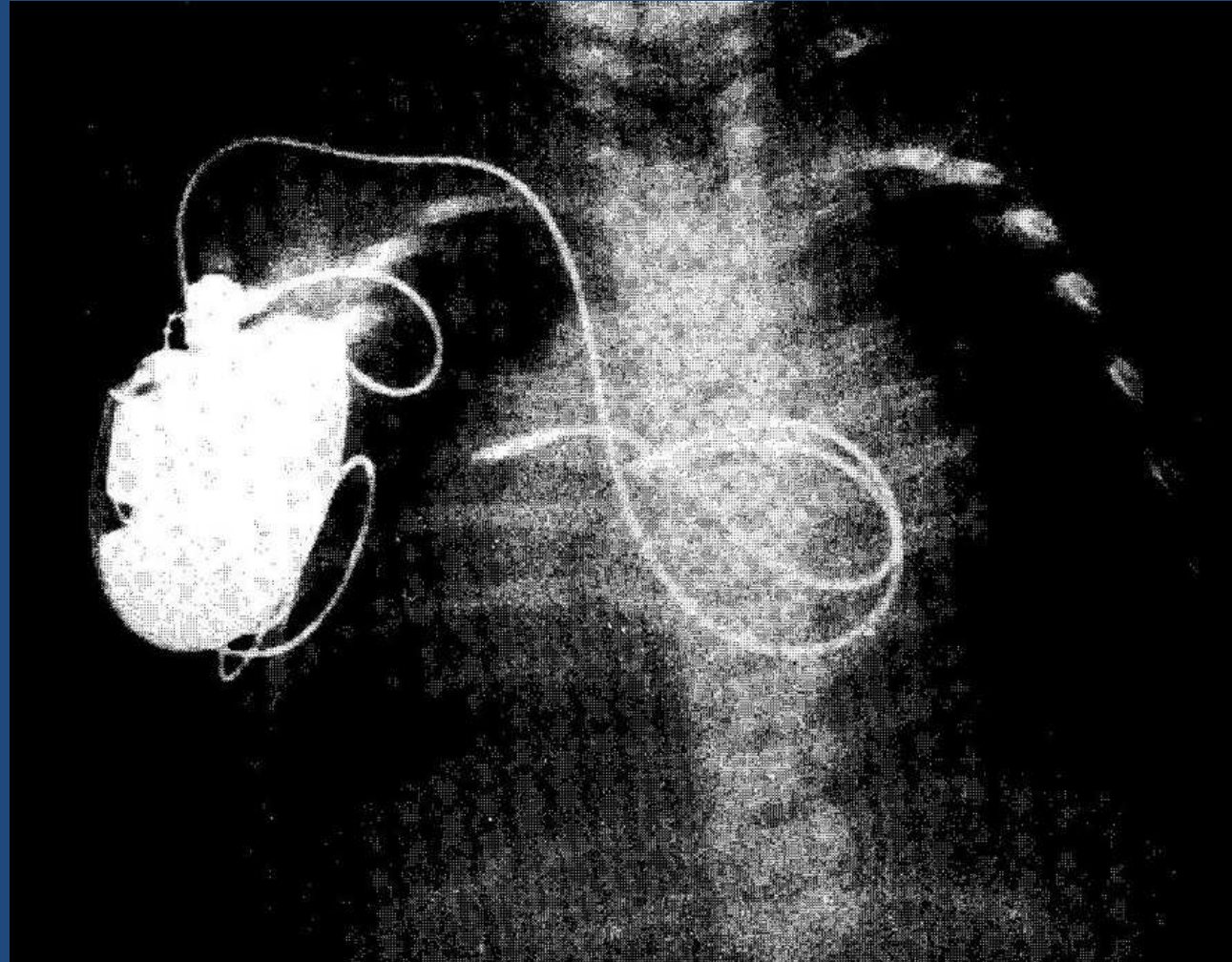
*Operato nel 1977 con la
tecnica dell'elettrodo-
catetere a vite con
introduzione di 36 cm di
catetere*



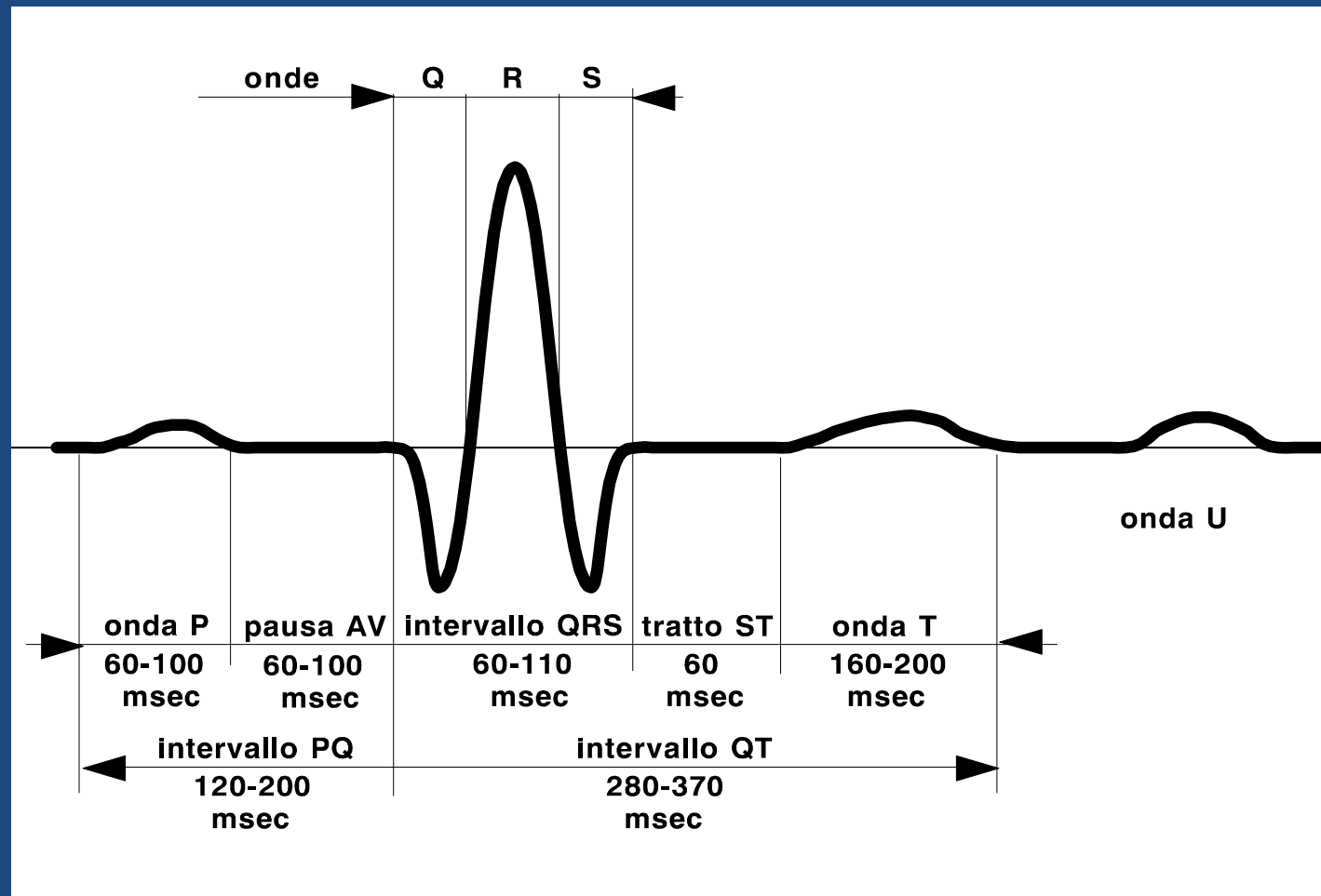
Impianto di PM in Neonati e Bambini

Paziente SDG ♀ 1982
Situs inversus visceri,
pervietà ventricolare,
bradicardia spinta a
40-60 p/m.

*Operata nel 1982 (età
2 mesi) secondo la
tecnica dell'elettrodo-
catetere a vite con
inserimento di 24 cm
di catetere.*



Tracciato elettrocardiografico.



Durata delle varie onde dell'ECG

ONDA	Durata minima (msec)	Durata massima (msec)
P	60	100
pausa AV	60	100
PQ	120	200
QRS	60	110
ST	60	60
T	160	200
QT	280	370

Anno 1983:

Il VII Congresso Mondiale di Stimolazione Cardiaca di Vienna doveva rappresentare il *boom* della stimolazione sequenziale (DDD).

La non perfetta programmazione dei PM e la notevole complicazione dell'impianto contemporaneo di due elettrodi (uno in atrio ed uno in ventricolo) orientarono i cardiologi all'uso di PM con sensori para-fisiologici in modo tale da ottenere una portata cardiaca adeguata a compensare gli sforzi fisici che il paziente può sostenere.

Sensori parafisiologici e non-fisiologici

- ❑ Misura del PH sanguigno
- ❑ Accelerometrici (variazione di campo magnetico)
- ❑ Misura della bio-impedenza toracica per rilevare gli atti respiratori

PM Fisiologico senza Sensori (1987)

La tecnica messa a punto da De Bellis e coll. prevede la realizzazione di una stimolazione “fisiologica” che utilizza la volontarietà del paziente quale sensore.

All’atto dell’impianto del PM, al paziente viene fornito un Programmatore Personale esterno che consente al paziente stesso di programmare una seconda frequenza di stimolazione ottimale per l’attività fisica da svolgere.

PM Fisiologico senza Sensori (1987)

La seconda frequenza di stimolazione che il paziente può volontariamente inserire, è la frequenza alla quale, tenuto conto dell'età, delle condizioni cliniche e del costume di vita, si ottiene la portata cardiaca ottimale sotto sforzo.

Tale seconda frequenza viene individuata con una serie di Prove Emodinamiche Cicloergometriche sub-massimali personalizzate.

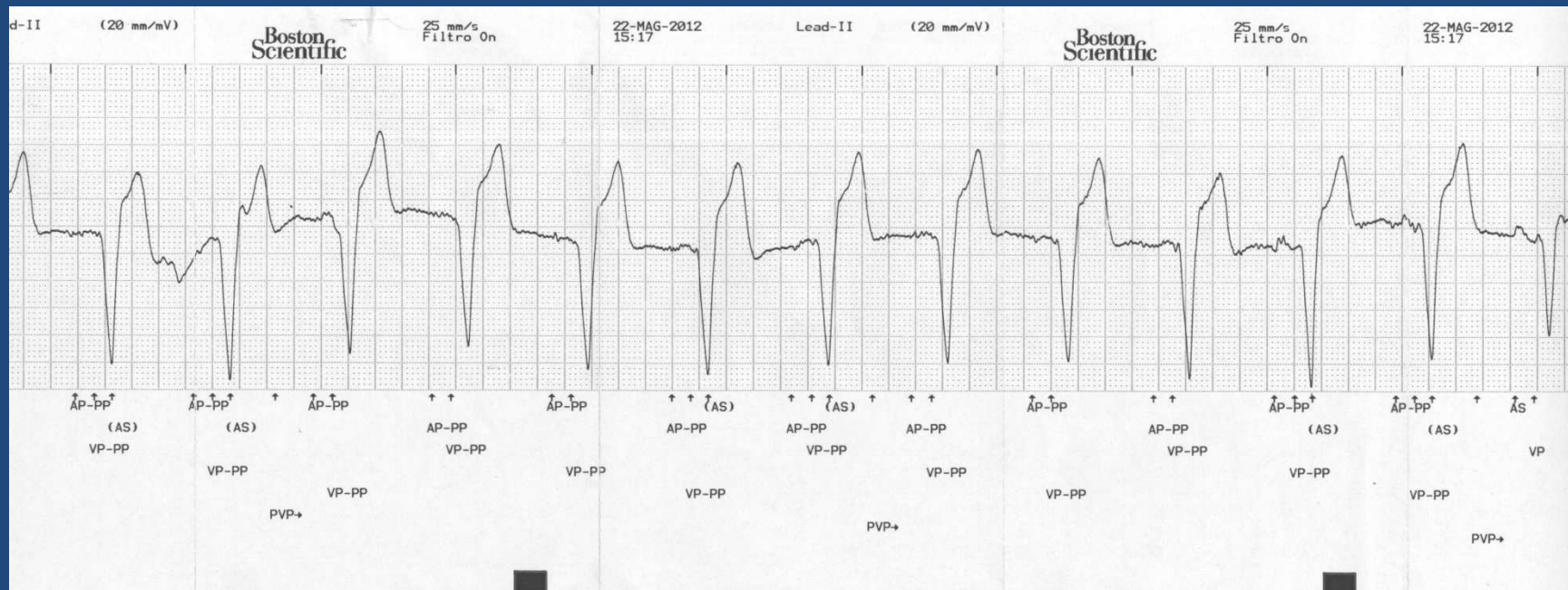
La gittata cardiaca e la portata vengono misurate mediante apparecchiatura Bomed che misura, in modo non-invasivo, l'impedenza toracica

Anno 1995:

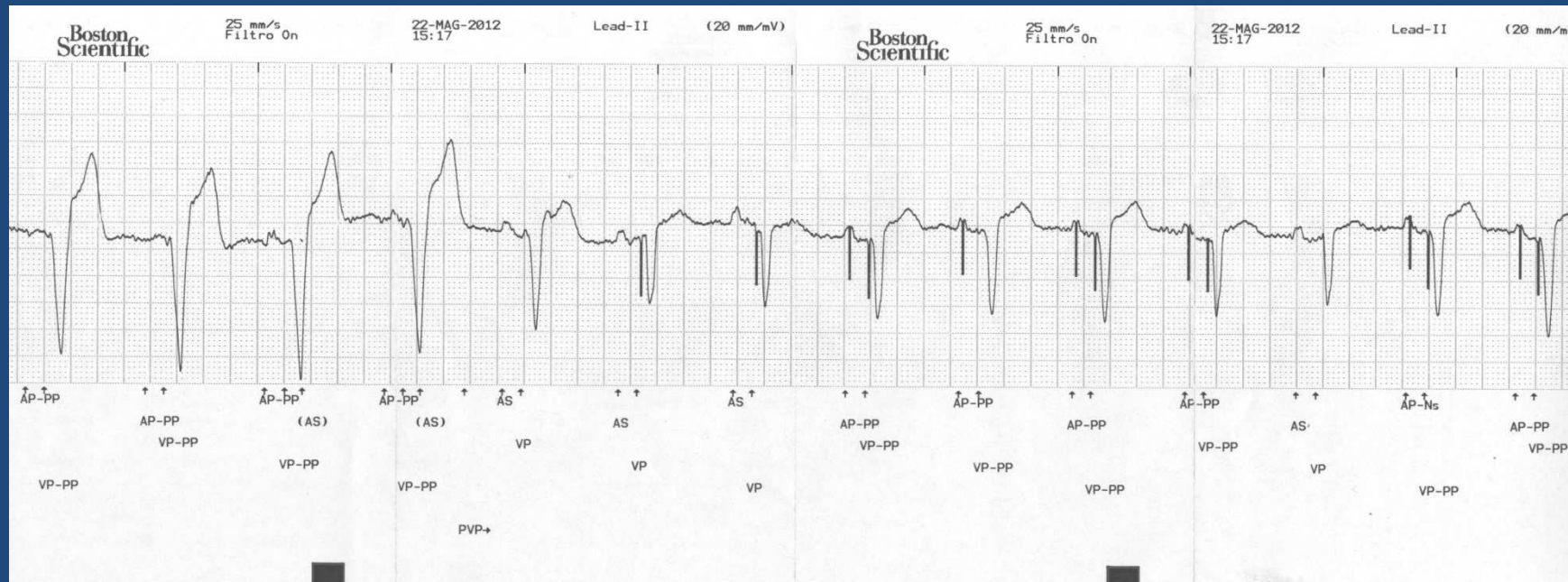
Avviene la definitiva *consacrazione* del PM sequenziale; da questo momento, impiantare un PM significa impiantare un PM sequenziale.

Gli altri tipi di PM si utilizzano soltanto se esistono controindicazioni all'utilizzo del PM sequenziale.

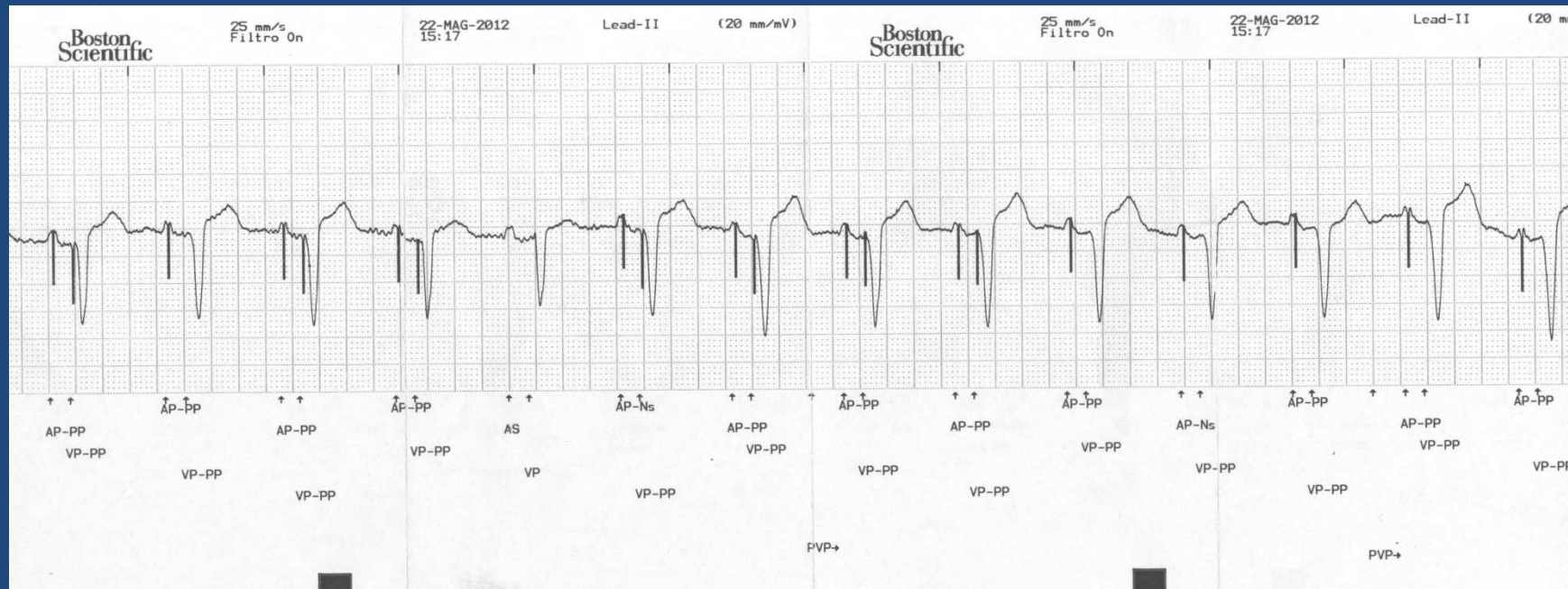
ECG in Portatori di PM o Def con Elettrodi Bipolari Tracciato 1 a



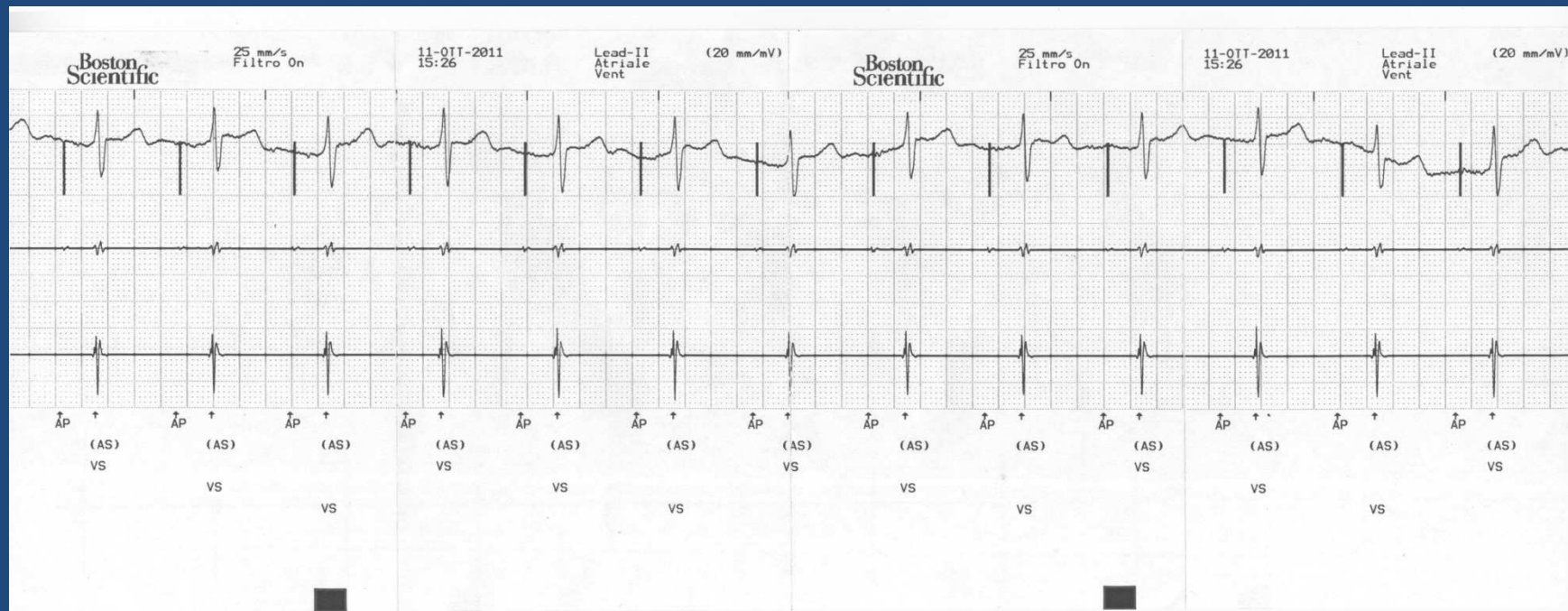
ECG in Portatori di PM o Def con Elettrodi Bipolari Tracciato 1 b



ECG in Portatori di PM o Def con Elettrodi Bipolari Tracciato 1 c



ECG in Portatori di PM o Def con Elettrodi Bipolari Tracciato 2 a



ECG in Portatori di PM o Def con Elettrodi Bipolari Tracciato 2 b

