

## L'elettrocardiogramma nel paziente anziano portatore di pacemaker

Lorenzo Adinolfi<sup>(1)</sup>, Paola Ponticelli<sup>(1)</sup>, Annapatrizia Marino<sup>(2)</sup>, Flavia Loffredo<sup>(1)</sup>, Serena Pollice<sup>(1)</sup>, Vincenzo Canonico<sup>(1)</sup>, Cinzia Pagni<sup>(1)</sup>, Felice Mazza<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Dipartimento Clinico di Medicina Interna, Geriatria, Patologia Cardiovascolare ed Immunitaria e Cardiochirurgia Policlinico Università degli Studi di Napoli - FEDERICO II

<sup>(2)</sup> Divisione di Cardiologia, Ospedale Civile "Santa Maria delle Grazie" Pozzuoli, A.S.L. 2 della Regione Campania

### Summary

Multiprogrammable p.m. evolution, also with one, two or three electrodes has to induces knowledgements of ECG features.

Correct diagnosis are performed, not also by medical and paramedical staff, but also by Geriatric physicians: they must to know use and function of p.m.

However a lot part of p.m. implantations are performed on over 65 years old patients. Finally, we report some ECG-tracings with different stimulation opportunities.

### Riassunto

L'evoluzione tecnologica dei p.m., ormai con numerose funzioni programmabili e multi-cateteri, rende d'obbligo la conoscenza dei quadri elettrocardiografici.

La diagnostica per il corretto funzionamento dei moderni dispositivi impiantabili non è pertanto solo compito esclusivo del personale tecnico e sanitario addetto al controllo, ma deve far parte anche del bagaglio culturale del Geriatra.

Infatti la maggior parte degli impianti viene eseguita su pazienti ultrasessantacinquenni.

Di seguito vengono riportati alcuni esempi di tracciati ECG con varie modalità di stimolazione.

### Introduzione

La cardio-stimolazione oramai è entrata di routine nella pratica clinica dagli anni settanta. In effetti i primi tentativi di stimolare elettricamente il cuore risalgono alla fine del '700 basati sulla intuizione di Giovan Battista Morgagni; già diversi anni prima aveva descritto il quadro clinico di un arresto cardio-circolatorio, riconducibile ad un blocco atrioventricolare completo, definendolo come una sincope dal polso rado. Risale a quel periodo il primo tentativo di rianimazione mediante shock elettrico. Squires di Soho applicò stimoli elettrici cardiaci sul torace di un uomo anziano caduto dalla finestra che era in uno stato 'suspended anima-

tion'. A primi tentativi di cardiostimolazione elettrica effettuati sotto la spinta di intuizione geniali (Galvani) o, talvolta, soltanto per mera curiosità, ne seguirono altri per tutto l'800. Invero i primi tentativi di stimolazione cardiaca risalgono alla fine del settecento durante la rivoluzione francese.

Nei soggetti condannati a morte per decapitazione furono effettuate stimolazioni cardiache mediante correnti galvaniche (erano quelli gli anni della scoperta della corrente elettrica) ad opera di Aldini e Vassalli collegando la pila ad un orologio a pendolo che scandiva la frequenza di stimolazione.

Il primo paziente cardio-stimolato (anno 1958, ad opera di S. Furman) era collegato ad una apparecchiatura esterna di notevoli dimensioni.

Prima lettera	Seconda lettera	Terza lettera
<b>Camera stimolata</b>	<b>Camera sentita</b>	<b>Modo di risposta</b>
O: Niente sensing	O: Nessuna risposta	
V: Ventricolo	V: Ventricolo	I: Inibito
A: Atrio	A: Atrio	T: Guidato
D: Doppia (atrio e ventricolo)	D: Doppi (atrio e ventricolo)	D: Il sensing striale inizia la stimolazione ventricolare, il sensing ventricolare inibisce la stimolazione striale, ventricolare o entrambe

Tab. 1 - Codice dei pacemaker a tre lettere.

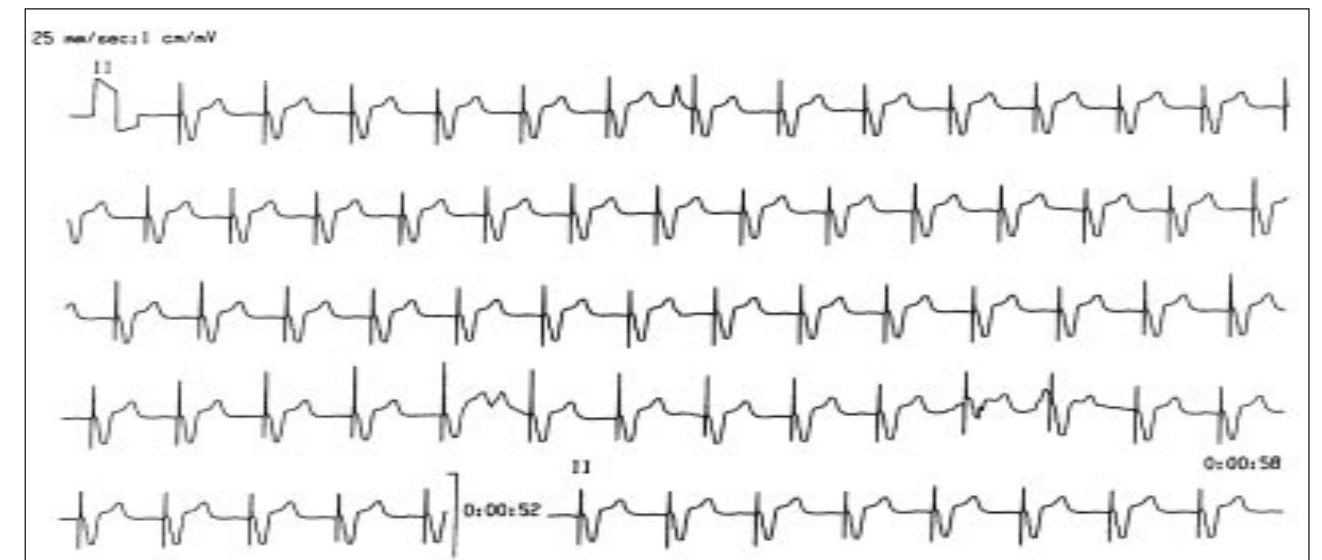


Fig. 1 - Pacemaker VVI normofunzionante.

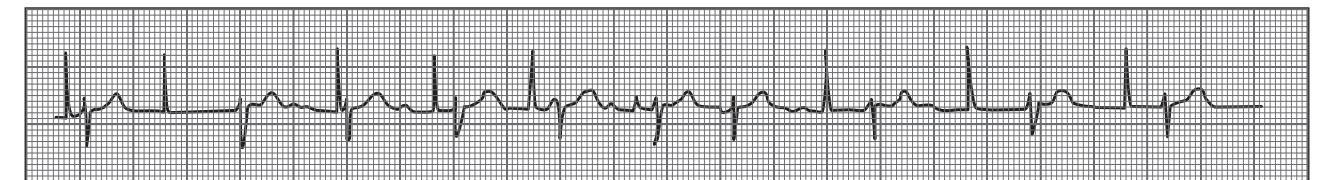


Fig. 2 - Pacemaker con mancata funzione di pacing per spostamento dell'elettrocatetere.



Fig. 3 - Pacemaker malfunzionante (difetto di pacing). Gli unici complessi elettroindotti sono quelli il cui spike, casualmente, si iscrive sulla parte finale dell'onda T (\*). Tale fenomeno si chiama "conduzione supernormale": uno stimolo subliminale che solo in quella fase della ripolarizzazione è capace di determinare un evento elettrico.

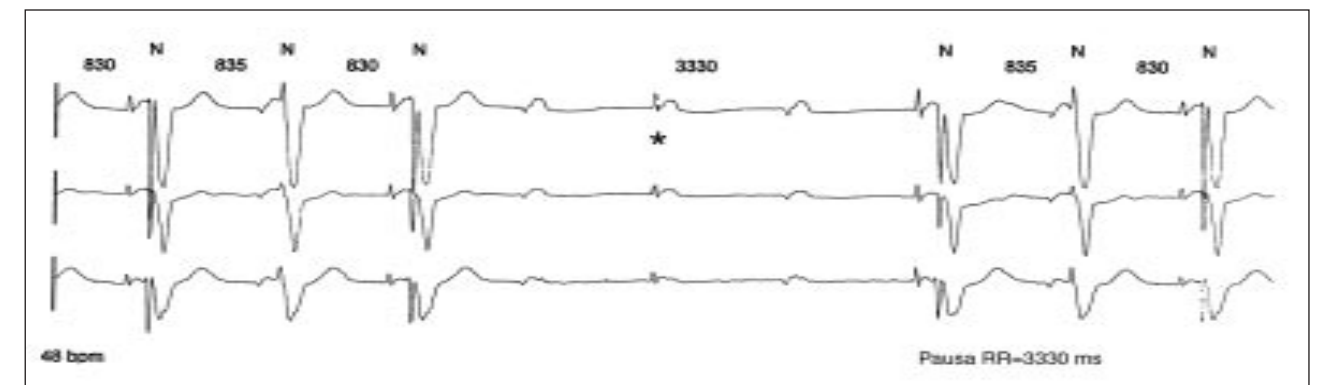


Fig. 4 - Ritmo elettroindotto da Pacemaker DDD. Da notare la successione di tre spikes atriali efficaci (\*), non seguiti da attività ventricolare elettroindotta (deficit di pacing ventricolare).



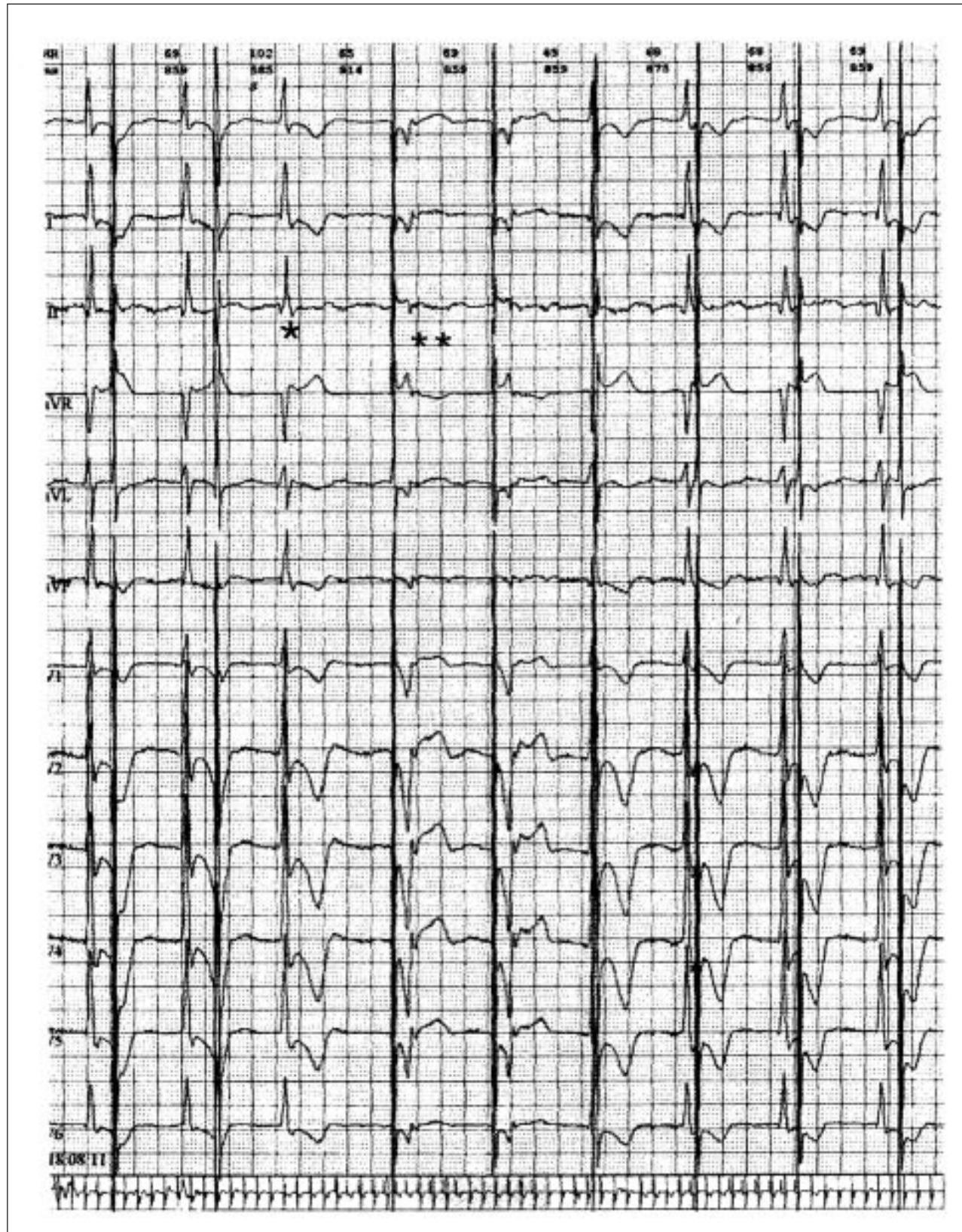


Fig. 5 - Pacemaker VVI malfunzionante per difetto di sensing: alcuni spike si incidono al termine del QRS (tratto ST); solo in un caso la funzione di sensing è conservata(\*). La funzione di pacing è corretta: allorché lo stimolo "cade" al di fuori della refrattarietà ventricolare, conseguente al battito spontaneo, si verifica una corretta depolarizzazione ventricolare elettroindotta(\*\*).

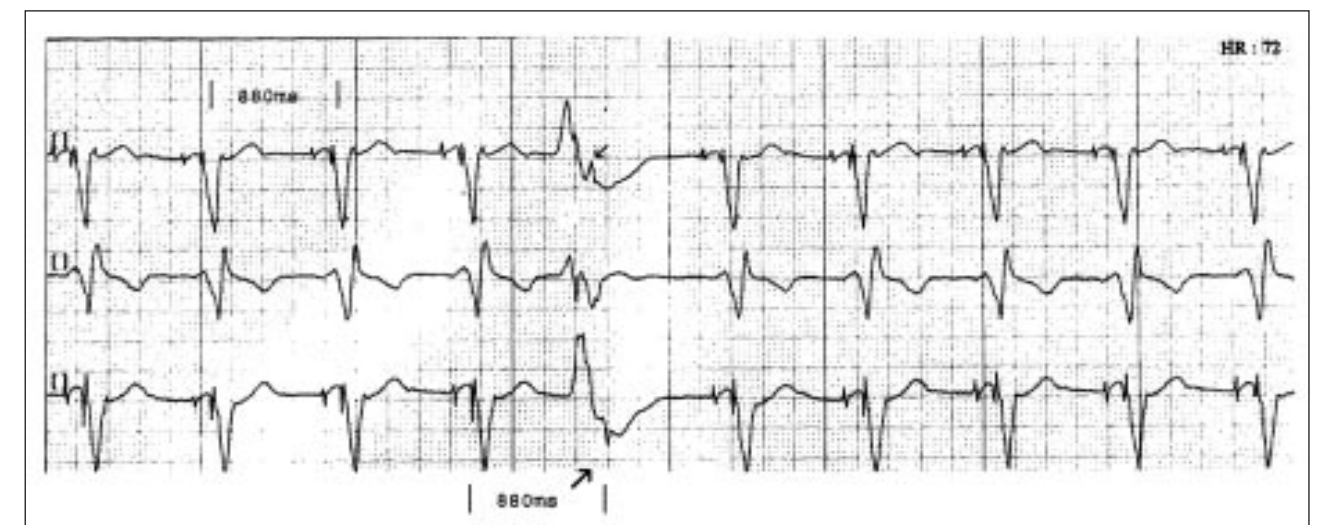


Fig. 6 - Ritmo elettroindotto (Pacemaker DDD). Presenza di battito prematuro ventricolare (BEV); sul tratto ST si rileva uno spike certamente ventricolare: infatti il ciclo della stimolazione ventricolare è conservato (800 ms). Il BEV è stato interpretato come attività atriale e pertanto è assente lo spike atriale; si comprende quindi come tale attività ectopica, sentita erroneamente come atriale, possa indurre stimolazione ventricolare (oversensing); lo spike non è seguito da risposta dal momento che il ventricolo è refrattario.

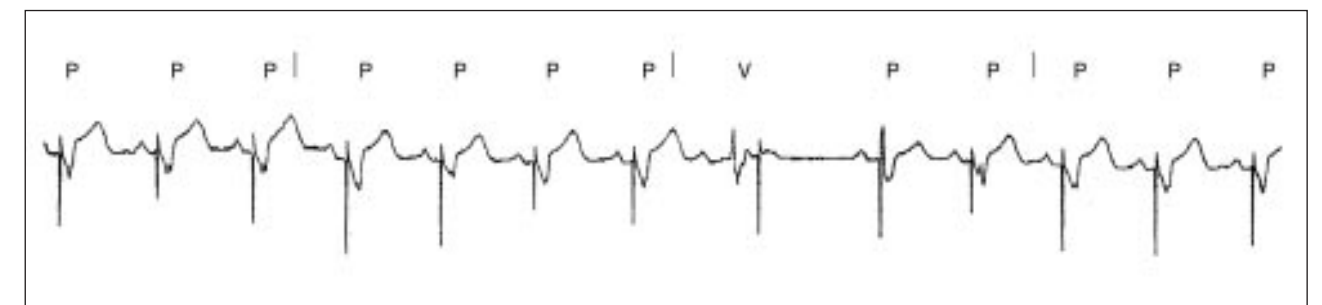


Fig. 7 - Ritmo elettroindotto da pacemaker verosimilmente VDD. Dopo un battito prematuro atriale, condotto al ventricolo con un PR lungo, emerge uno spike inappropriato(\*) che si iscrive sul segmento ST del battito prematuro (difetto di sensing ventricolare). La inefficacia di detto spike dipende dalla refrattarietà ventricolare indotta dall'impulso ectopico.

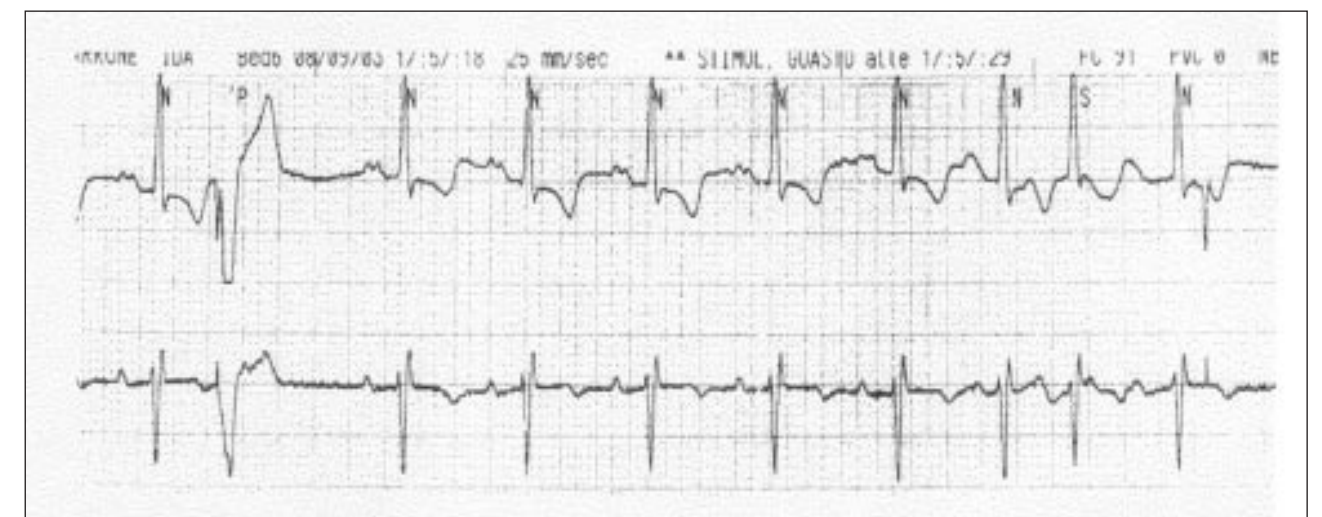


Fig. 7 bis - Difetto di sensing. Erogazione di spikes inappropriati sull'onda T, talvolta in grado di evocare risposta ventricolare in altre occasioni, inscrivendosi, sul periodo refrattario nessuna risposta.



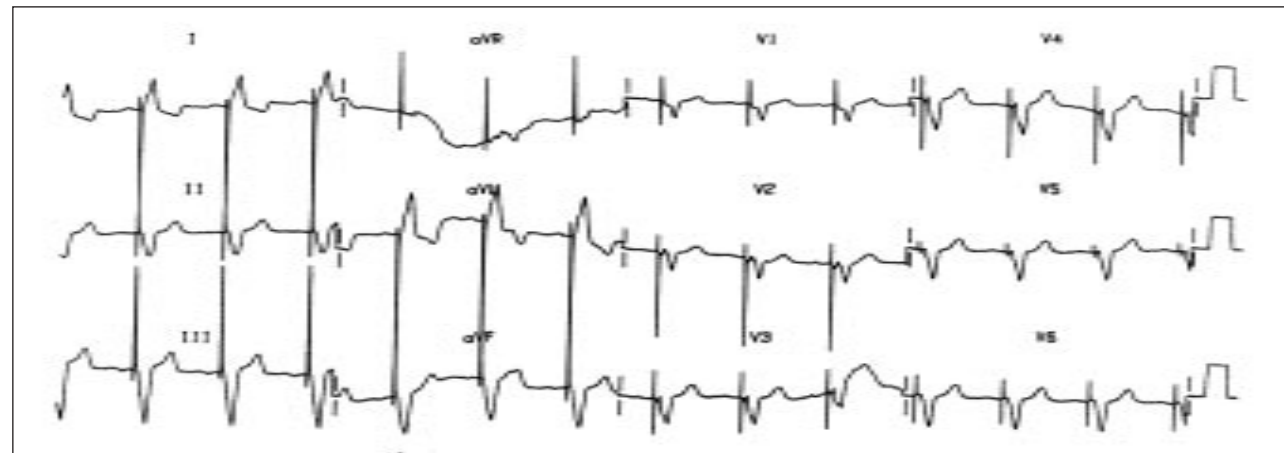


Fig. 8 - Ritmo elettroindotto da pacemaker apparentemente di tipo VVI (presenza del solo spike ventricolare); tuttavia, la costante presenza di onde P che costantemente precedono i QRS elettroindotti con un intervallo PR regolare, non può essere casuale: ciò depone per un pacemaker DDD non-funzionante: inibizione dello spike atriale (corretto sensing) in presenza di una spontanea attività sinusale.

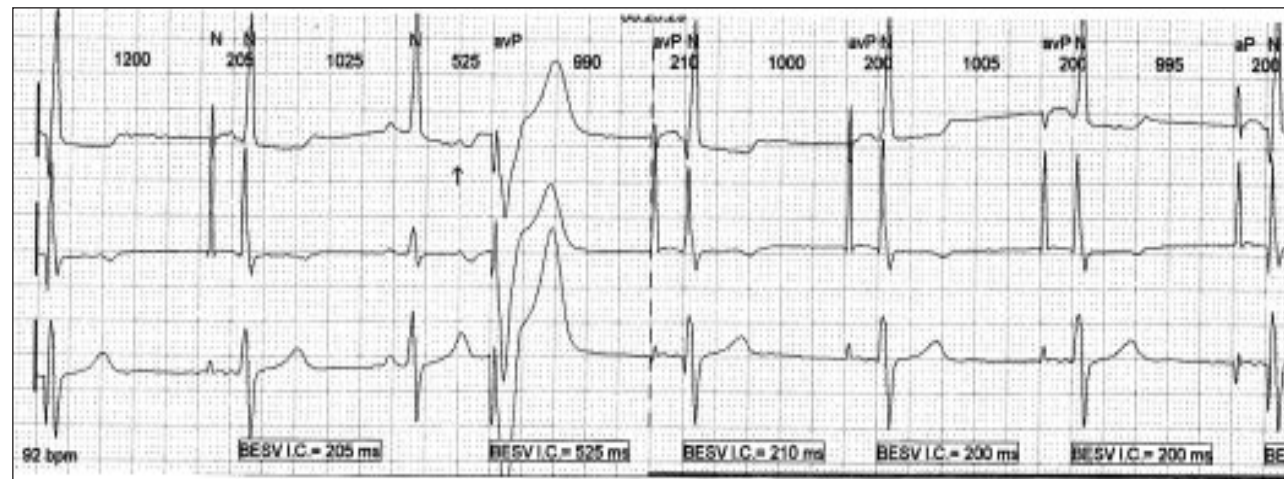


Fig. 9 - Ritmo elettroindotto da Pacemaker DDD. Dopo un battito prematuro atriale (#) emerge, dopo il programmato ritardo A-V, un impulso ventricolare elettroindotto. Il pacemaker non riesce a discriminare se l'attività atriale è sinusale o ectopica.

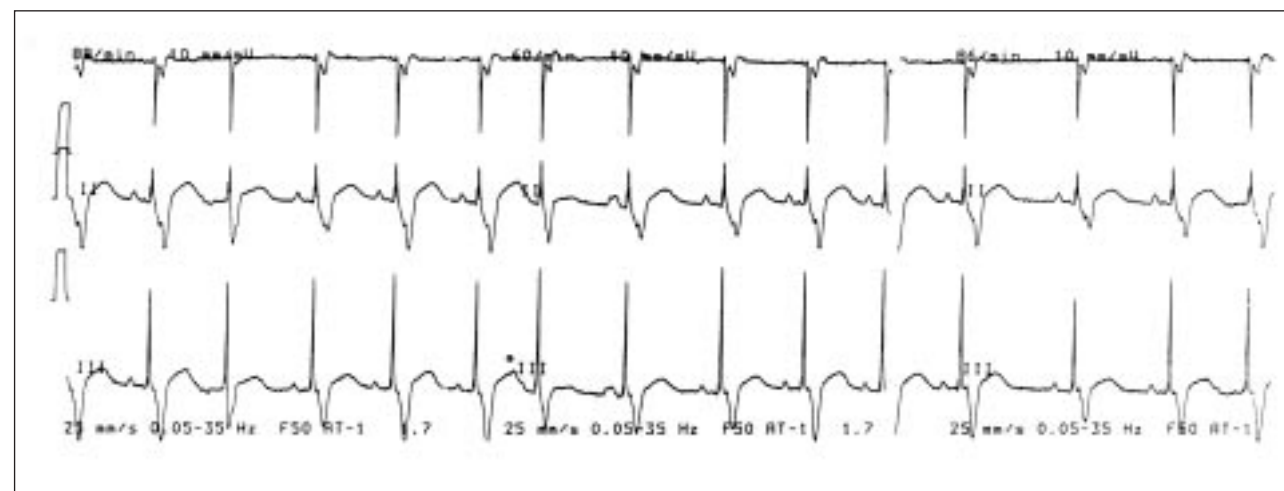


Fig. 10 - La presenza di un singolo spike ventricolare non autorizza la diagnosi di un pm monocamerale. Si nota che prima dello spike è costantemente presente un'onda P, questo evento non può ritenersi casuale, ma sta a significare la presenza di un sensing in atrio che condiziona la stimolazione ventricolare; un battito ectopico sopraventricolare (\*) induce depolarizzazione ventricolare elettroindotta.

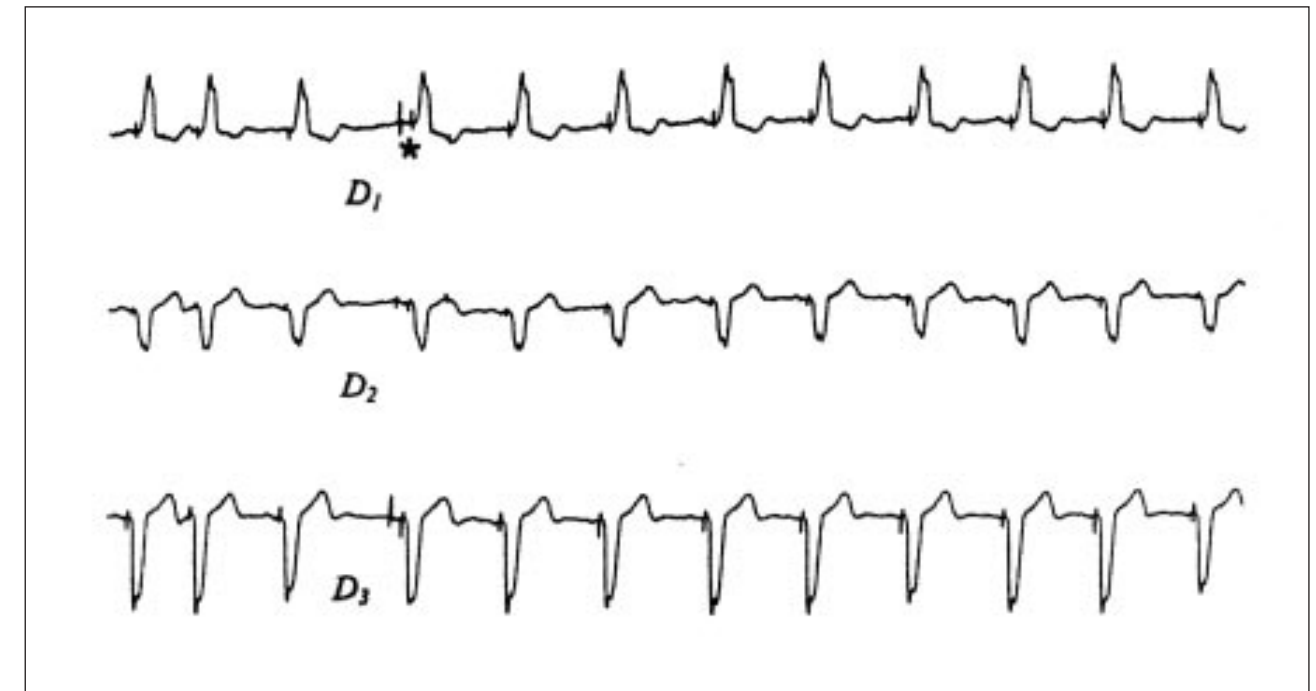


Fig. 11 - Ritmo elettroindotto (P.M. DDI). Il secondo complesso ventricolare segue un battito prematuro atriale (ciclo st-st più breve). Talora i complessi sono atrio-guidati (\*).

I primi pace-maker erano di tipo asincrono: stimolazione permanente anche in presenza di ritmo spontaneo. L'evoluzione tecnologica ha oggi consentito di commercializzare pace-maker di piccole dimensioni e molteplici funzioni, per cui l'interpretazione degli

elettrocardiogrammi nel paziente cardiostimolato deve presupporre una esatta approfondita conoscenza, non solo delle varie modalità di stimolazione, ma anche delle nozioni di fisica, in particolare delle misure elettriche<sup>2-4</sup>.

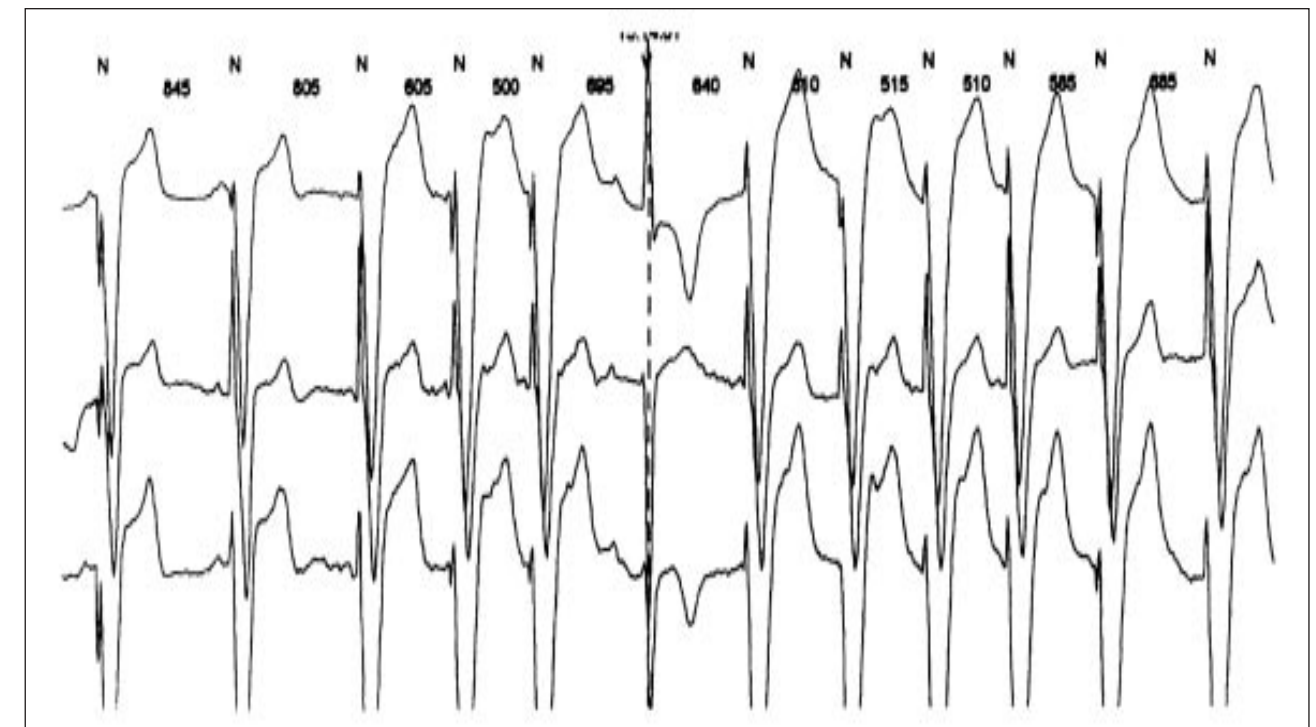


Fig. 12 - Ritmo da P.M. tipo DDD interrotto da battito prematuro sopraventricolare e successiva stimolazione ventricolare.





Fig. 13 - Ritmo sinusale con emergenza di spike atriale e ventricolare: Pacemaker DDD. A: extrasistole atriale (%) che rilevata del Pacemaker evoca uno spike ventricolare che cade in fusione. B: ritmo atriale elettroindotto con spikes ventricolari che cadono in fusione. C: ritmo atriale elettroindotto e fisiologica attività ventricolare (assenza di spike). In questo pacemaker dovrebbe essere riprogrammato l'intervallo A-V.

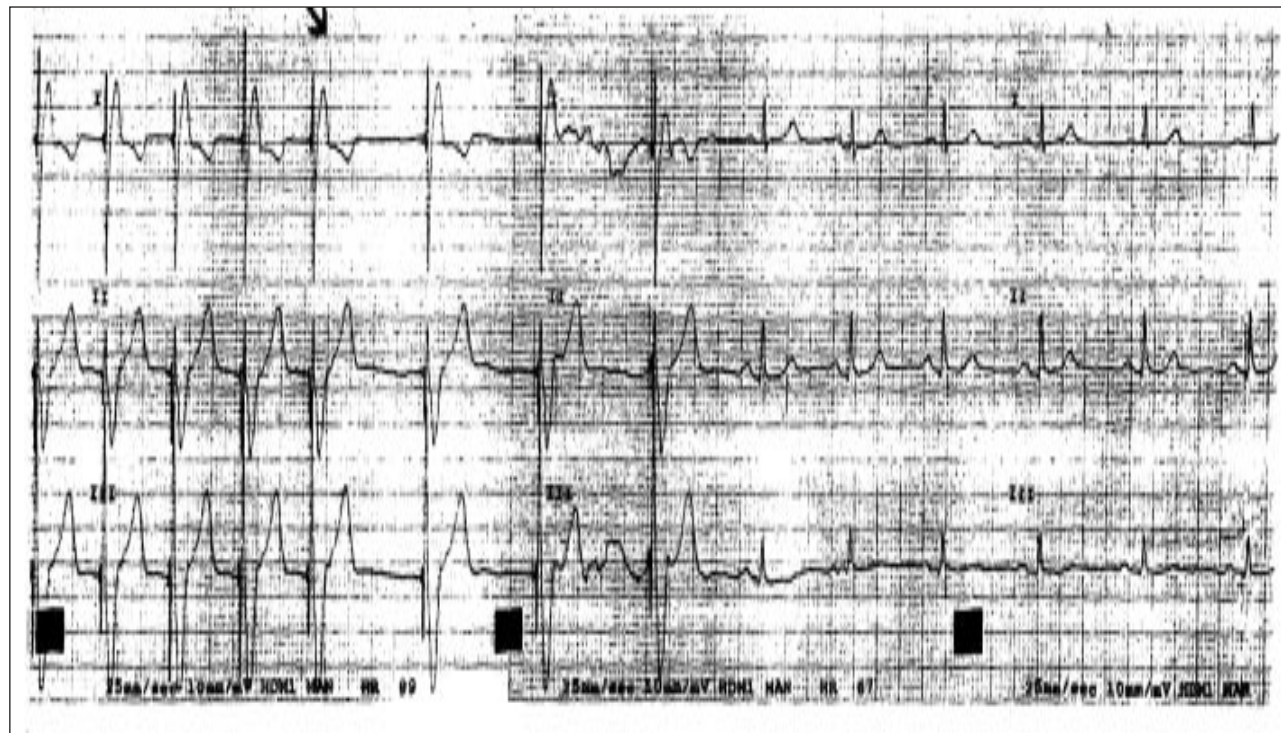


Fig. 14 - Ritmo elettroindotto da P.M. DDD. All'inizio si osserva una stimolazione ventricolare a frequenza di 100 bpm: è presente tachicardia atriale che, rilevata da p.m., evoca una risposta ventricolare a 100 bpm poiché lo "switch" è regolato su tale frequenza; successivamente cessa l'aritmia atriale (()) e il p.m. stimola alla frequenza minima programmata. La funzione "switch" non consente la stimolazione ventricolare oltre una frequenza programmata, in modo da proteggere il ventricolo da elevate risposte in caso di flutter atriale o altre aritmie atriali.

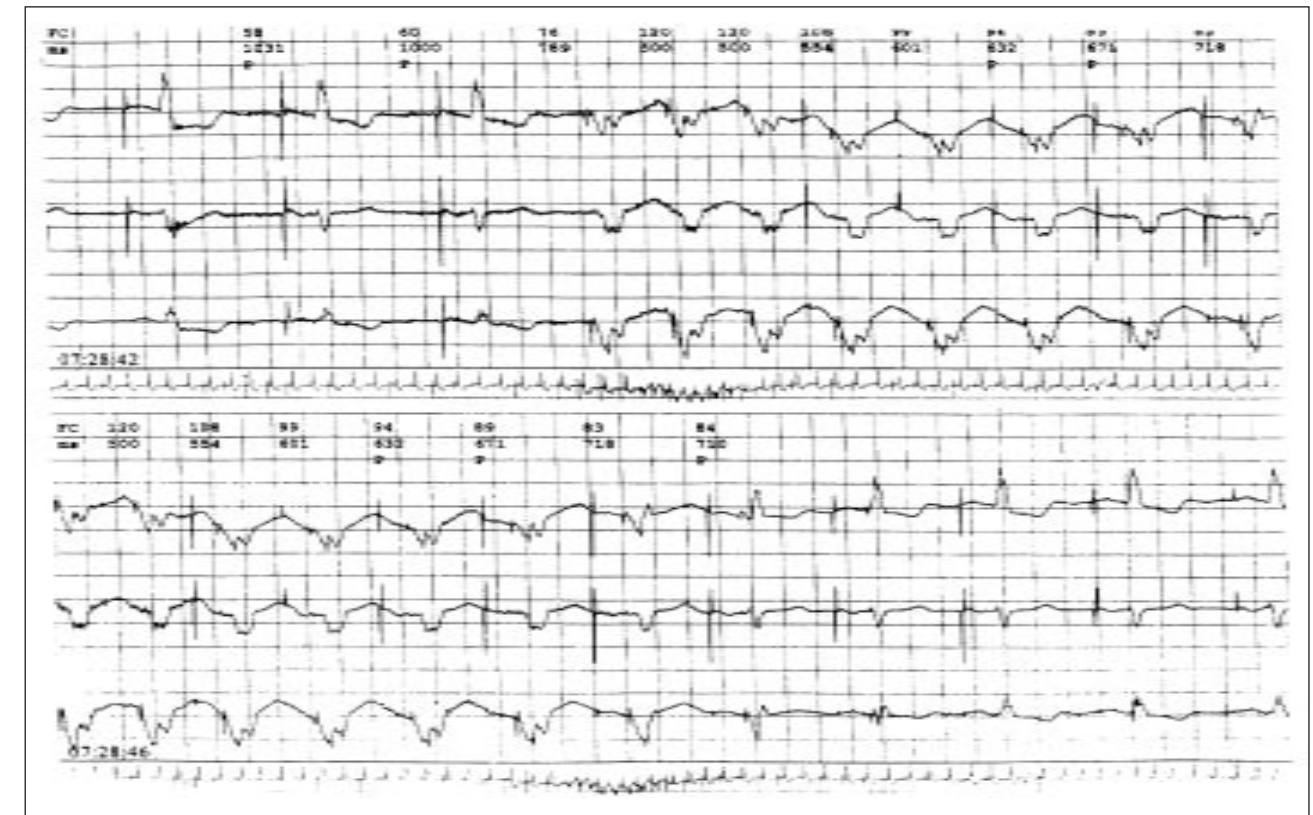


Fig. 15 - P.M. DDDR, il quarto battito elettroindotto al ventricolo è dovuto al passaggio attraverso un campo elettromagnetico. Si nota, infatti, che dal 4° battito e per gli altri due successivi si ha un brusco aumento della frequenza ventricolare (assenza di attività e spike atriale). Successiva comparsa di stimolazione atriale e ventricolare con progressivo allungamento dei cicli (funzione rate-responsive).

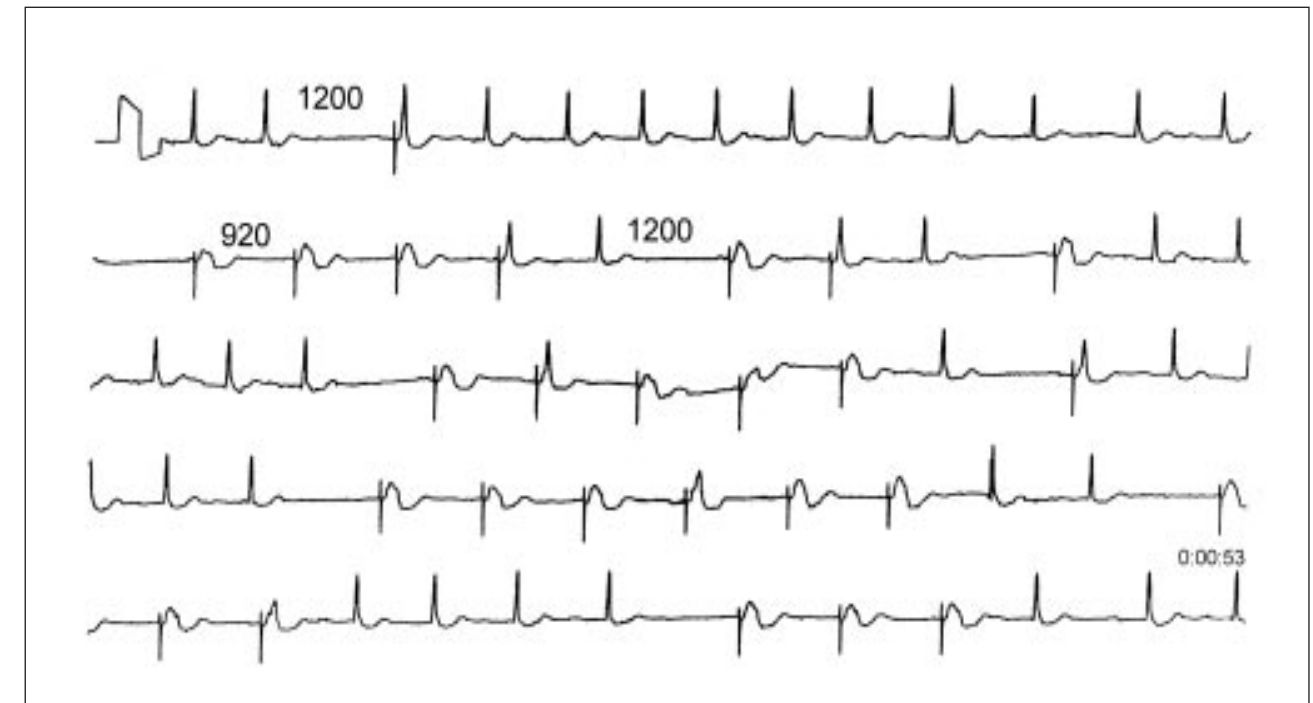


Fig. 16 - L'irregolarità, la "latenza", del primo battito elettroindotto dopo ritmo spontaneo (1200 msec Vs 920 msec del ciclo programmato di stimolazione) sta ad indicare la funzione programmata di isteresi.



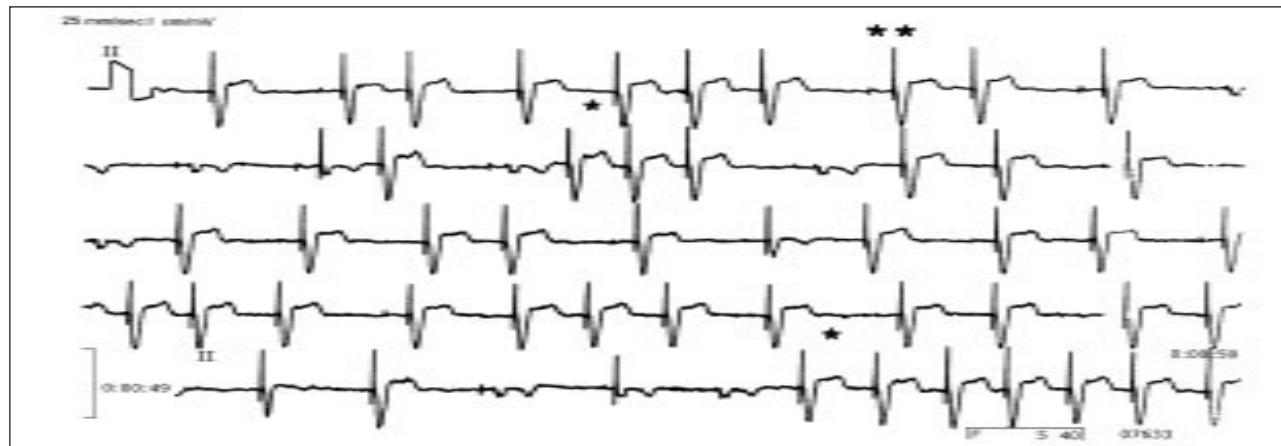


Fig. 17 - Ritmo elettroindotto (Pacemaker DDD) in presenza di fibrillazione atriale. Talora il p.m. sente l'attività atriale, desincronizzata, e stimola il ventricolo con frequenza fino a 110 bpm(\*); talora non sente l'attività atriale ed emette lo spike atriale seguito da quello ventricolare(\*\*).

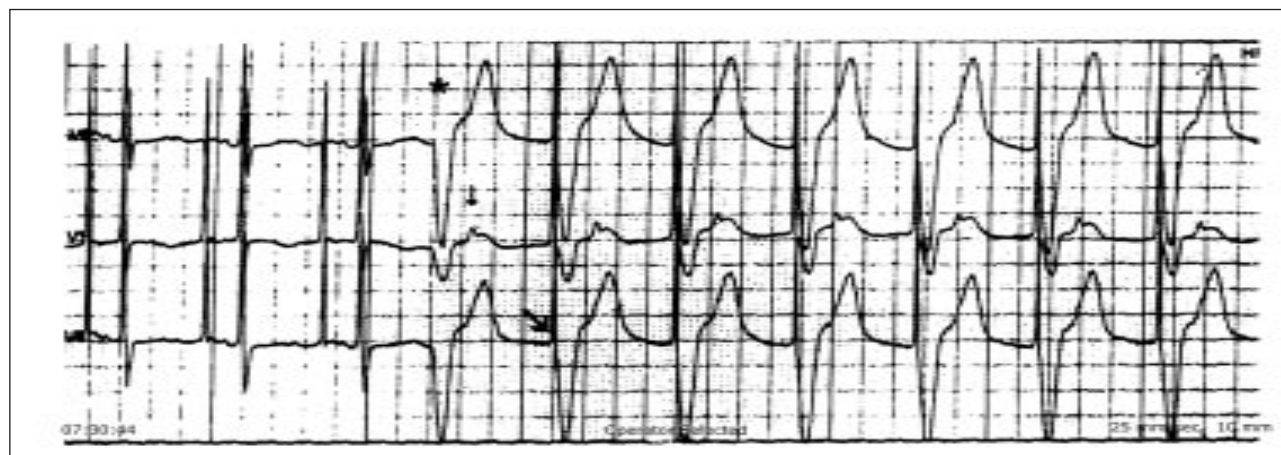


Fig. 18 - P.M. DDD. I primi tre battiti sono elettroindotti all'atrio, e in fusione nel ventricolo. Un battito prematuro ventricolare (\*) viene retrocondotto all'atrio (S) e, pertanto, è inibito lo spike atriale (corretto sensing); lo spike ventricolare non può essere emesso dopo tale P perché la funzione di regolazione programmata -p.m.- della refrattarietà ventricolare non consente l'emissione di tale impulso. Subentra, quindi, solo successivamente lo spike ventricolare (V) con nuova retroconduzione all'atrio, inibizione della spike atriale e così via.



Fig. 19 - Pacemaker VVI. Presenza di inibizione da miopotenziali. È verosimile che l'elettrocatteter sia programmato col sensing unipolare.

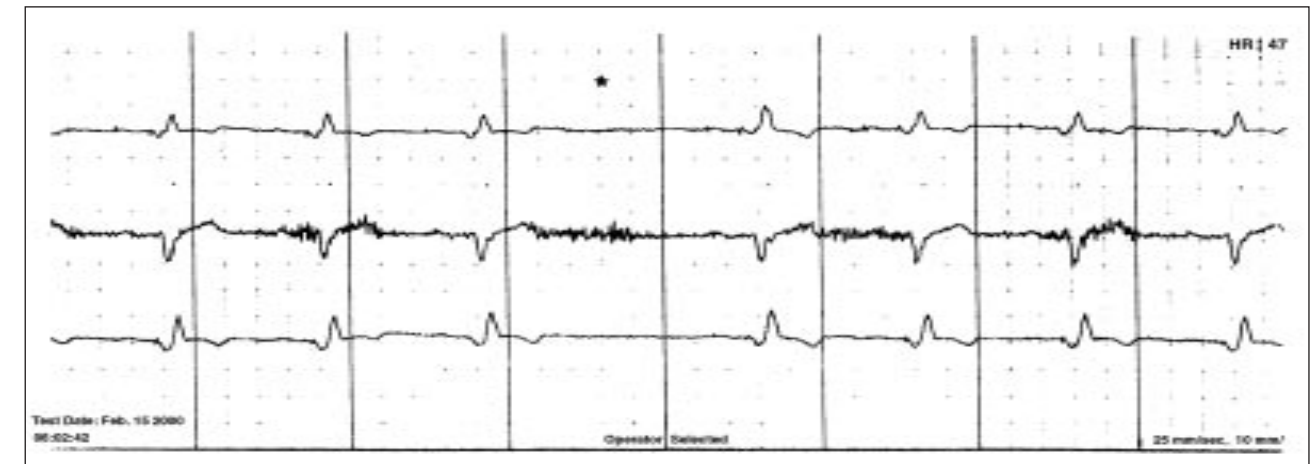


Fig. 20 - Pacemaker DDD. Presenza di inibizione da miopotenziali (\*). È verosimile che l'elettrocatteter sia programmato in unipolare.

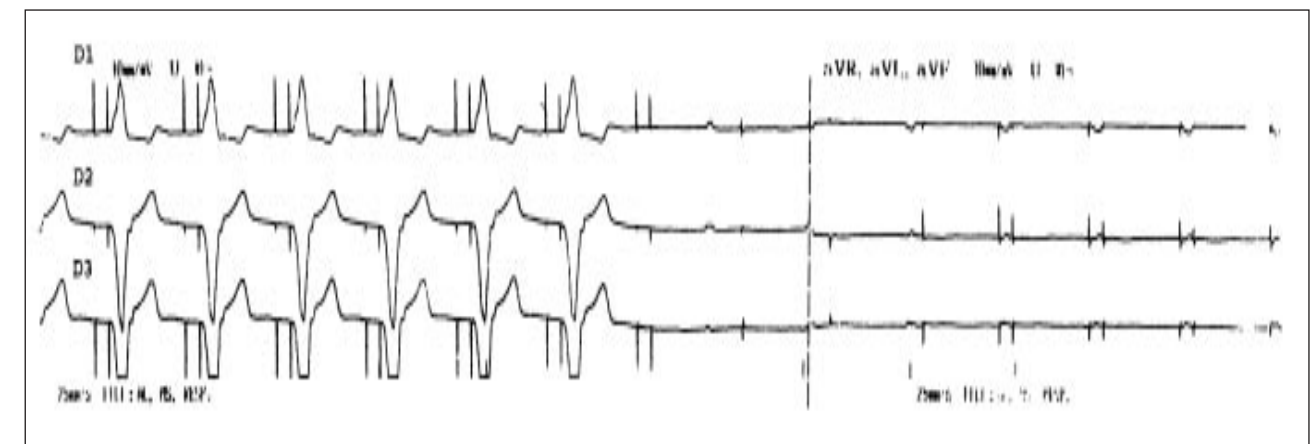


Fig. 21 - Ritmo elettroindotto da Pacemaker DDD in via di totale esaurimento. Perdita della funzione di pacing ventricolare, mentre è ancora conservato il sensing atriale.

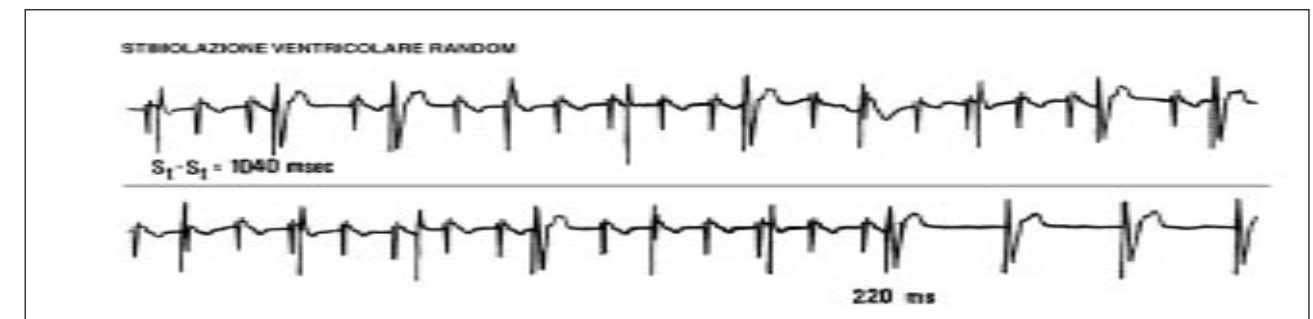


Fig. 22 - Tachicardia sopraventricolare in pz. portatore di Pacemaker VVI. La stimolazione asincrona (VOO) del ventricolo è in grado di interrompere l'aritmia: per un evento del tutto casuale, uno spike con un intervallo di accoppiamento di 220 ms è in grado di attivare la camera ventricolare cadendo nel periodo eccitabile; l'aritmia viene interrotta dal momento che il successivo impulso "artificiale" sopraventricolare trova tessuto refrattario. Successiva emergenza di ritmo elettroindotto.

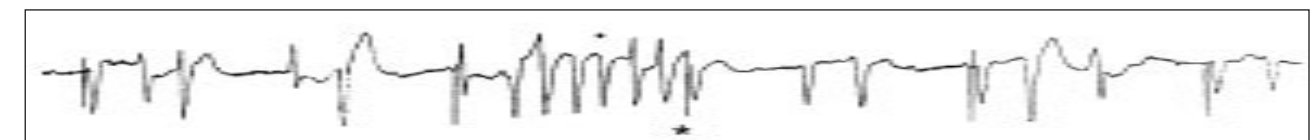


Fig. 23 - Pacemaker verosimilmente VVI malfunzionante: durante episodio di TV, per un difetto di sensing ventricolare, si ha l'emissione di uno spike inappropriato(\*) che, per un puro evento casuale, non induce FV, ma interrompe l'aritmia.

Per la comparsa di sistemi di stimolazione sempre più complessi è emersa la necessità di un codice internazionale al fine di descrivere le varie modalità di stimolazione<sup>5-7</sup>.

Crediamo pertanto che una ampia documentazione iconografica sia maggiormente utile di un testo in cui l'argomento sia espresso in maniera estensiva. Nella figura 1 si osserva un Pacemaker con modalità di stimolazione VVI, si osserva la corretta funzione sia di pacing che di sensing, la "P" appare dissociata da camera ventricolare elettroindotta.

Nella Tab. 1 è riportato il codice internazionale a tre - quattro lettere delle varie possibilità di stimolazione.

La prima e seconda lettera si riferiscono rispettivamente alla camera stimolata e a quella sentita (A: atrio, V: ventricolo, D: doppia, entrambe, 0: nessuna). La terza si riferisce alla modalità di risposta quando il pacemaker sente dei potenziali endocavitari (I: inibito, T: guidato-triggerato, D: doppia stimolazione sia in atrio che in ventricolo, 0: nessuna funzione programmata cioè asincrono).

Ad esempio un pace-maker VVI indica: a) stimolazione ventricolare, b) sensing nella camera ventricolare, c) inibizione della camera sentita; VAT: stimolazione ventricolare "triggerata" dall'atrio.

Può talvolta avverarsi un difetto di funzionamento del pacemaker, qualora il paziente presenta ancora ritmo spontaneo le complicanze quoad vitam sono minime, ma allorquando il paziente è pacemaker dipendente un malfunzionamento può rappresentare un estremo pericolo. Su tali presupposti il controllo clinico, elettrocardiografico ed elettronico del dispositivo deve effettuarsi periodicamente. Le cause più frequenti di malfunzionamento del pacemaker possono essere così classificate: difetto di pacing; difetto di sensing (come ad esempio l'inibizione da miopotenziali); mancata corrispondenza tra la frequenza in uscita e quella programmata.

La maggior incidenza di difetti di pacing (Figg. 2, 3, 4) e di sensing (Figg. 5, 6, 7 e 7 bis) si avverano nelle prime settimane dall'impianto, sia per una dislocazione dell'elettrocattetero sia per un innalzamento della soglia di stimolazione da fibrosi o da uso di antiaritmici.

La presenza di un singolo spike ventricolare non autorizza la diagnosi di pacemaker monocamerale. Nella figura 8 si nota che, costantemente prima dello spike, è presente un'onda "P": tale evento non è da ritenersi casuale, è indicativa la presenza di un sensing in atrio e quindi stimolazione ventricolare.

In altre occasioni un'extrasistole atriale (Fig. 9) viene condotta al ventricolo (lo stimolatore non è in grado di discriminare se l'attività atriale è sinusale o ectopica). Ulteriori esempi sono riportati nella (Figg. 10, 11, 12, 13).

In altre occasioni si può riscontrare che un'aritmia atriale induce una frequenza ventricolare relativamente elevata (Figg. 14, 15).

Talvolta si osserva, dopo ritmo spontaneo, una latenza del primo battito elettroindotto rispetto al ciclo st-st di stimolazione programmata. Tale funzione programmata del pm, denominata Isteresi, è finalizzata ad evitare l'istaurarsi di una competizione tra il ritmo cardiaco spontaneo e quello dello stimolatore (Fig. 16).

Nei casi in cui una totale desincronizzazione dell'atrio (fibrillazione atriale) sostituisce il ritmo sinusale di base, si possono, in presenza di pacemaker DDD, rilevare spike atriali inappropriati (Fig. 17).

La retroconduzione - all'atrio - dello stimolo ventricolare può indurre modificazioni nella modalità di stimolazione (Fig. 18).

In presenza di una stimolazione ventricolare di tipo unipolare (un polo del circuito è rappresentato dall'anodo dell'elettrocattetero, l'altro dal catodo del device) si possono avverare delle inibizioni da attività elettrica muscolare (Figg. 19, 20).

Una riprogrammazione del Pacemaker da uni in bipolare (anodo e catodo all'estremità dell'elettrocattetero) è in grado sopprimere il difetto, è per tale motivo che oramai non sono più impiantati elettrocatteteri di tipo unicamente unipolare.

Nella figura 21 si può ben osservare un pacemaker DDD in via di totale esaurimento, perdita della funzione di pacing per decadimento dei potenziali della batteria.

La stimolazione asincrona del ventricolo (VOO) non è usata da decenni stante la possibile competizione tra il ritmo spontaneo ed elettroindotto: uno spike può inscrivere sull'onda T e generare gravi aritmie.

Pur tuttavia la stimolazione asincrona si avvera per pochi secondi quando si appone il programmatore sul Pacemaker ovvero una tale unzione può essere desiderabile per breve tempo poiché può rivestire un ruolo terapeutico. L'apposizione di magneti sul pacemaker trasforma la modalità di pacing, qualsivoglia programmata precedentemente, in asincrona (Fig. 22).

Concludiamo con la Fig. 23 in cui un pacemaker malfunzionante è in grado, per un evento del tutto casuale, di interrompere un'aritmia minacciosa.

## Bibliografia

1. L. Cammilli, G.A. Feruglio: *Breve Cronistoria della Cardiosstimolazione Elettrica*
2. T. R Harrison: *Principi di Medicina Interna*. Mc Graw Hill
3. A. Martin, A. J. Camm: *Cardiologia Geriatrica, principi e pratica*. Mosby Italia
4. W. R. Hazzard: *Principi di Geriatria e Gerontologia*. Mc Graw Hill
5. M. Costantini, M. Cimenti: *Elettrocardiografia delle Aritmie*. Selecta Medica
6. D. J. Rowlands: *Interpretazione dell'elettrocardiogramma*
7. P. Rossi, C. Ranzi, F. De Bellis: *La Stimolazione elettrica del cuore*. Piccin Editore