VOL.1 | ISSUE 03 | YEAR 2021

LETTER TO THE EDITOR

ISSN 2674-0028

**Questo articolo sarà al centro del podcast di Rescue Press del
25/10/2021**

**#FUORIDITURNO | 118 e Dintorni. Vuoi discutere con l'autore
dell'articolo?**

[ISCRIVITI AL PODCAST](#)

***Titolo originale:** L'importanza di una calamita nelle dotazioni del personale dei servizi di
emergenza-urgenza in DEA e sul territorio*

AUTORI:

**Dott. Francesco Patrone; Servizio 118 Genova Soccorso Policlinico San Martino
Genova e Servizio Elisoccorso Regione Liguria**

**Dott. Lorenzo Borgo: Servizio 118 Genova Soccorso Policlinico San Martino Genova
e Servizio Elisoccorso Regione Liguria**

INTRODUZIONE

Nel Luglio 2017 riceviamo una richiesta di intervento in ambulatorio medico, per sospetta tachicardia. All' arrivo del personale del mezzo di soccorso avanzato, la paziente riferisce **cardiopalmò**, appare **pallida** e **diaforetica**. Il collega mostra un tracciato con tachicardia a complessi larghi... che lui ritiene si tratti di una **VT**.

In effetti valutando la morfologia, **se non fosse per gli spike ben identificabili**, il sospetto di tachicardia ventricolare sarebbe più che lecito.

La paziente ovviamente è una portatrice di Pacemaker (da ora in avanti: **PM**) che inspiegabilmente stimola il miocardio con frequenza molto elevata.

Una tachicardia in paziente portatore di pacemaker non è un evento raro, tuttavia **la presenza del device a volte può mettere in difficoltà il medico non cardiologo**. Le cause che sottendono all'aumento della frequenza, possono essere molteplici:

- Errato settaggio con velocità di risposta troppo elevata;
- Interferenze elettromagnetiche (rare con device di ultima generazione);
- Comparsa di un ritmo atriale veloce (tachicardia atriale, flutter atriale, fibrillazione atriale) che rilevato dal PM (**funzionante in modalità atrioguidata**) può essere "seguito" fino al limite massimo di frequenza impostato;

Teoria: La tachicardia mediata dal pacemaker

La tachicardia mediata dal pacemaker (endless loop tachycardia), è la causa più frequente di tachicardia nei pazienti elettrostimolati, può essere definita come una condizione in cui il

ritmo elettroindotto, risulta inappropriatamente elevato. E' causata da un rientro, dove la stimolazione del ventricolo viene condotta a ritroso attraverso il nodo atrio-ventricolare, con conseguente depolarizzazione dell'atrio e stimolazione dell'attività del PM. Il meccanismo è molto simile alla tachicardia da rientro (AVRT) che si può osservare nel WPW, solo che in questo caso il circuito accessorio è formato dal sistema di conduzione del PM.

Classicamente il catetere forma il fascio anterogrado atrio-ventricolare e il nodo AV quello retrogrado, il PM deve essere programmato in modalità DDD o VAT ma non DDI o monocamerale. Il paziente deve avere una conduzione retrograda ventricolare-atriale con un tempo di attivazione atriale più lungo del PVARP (programmed postventricular atrial refractory period).

Un battito ventricolare elettroindotto (oppure un extrasistole ventricolare) condotto in maniera retrograda attraverso il nodo AV o attraverso una via accessoria se presente, **depolarizza l'atrio**, se questo avviene dopo il PVARP impostato ma prima della depolarizzazione atriale stimolata da PM, **la stimolazione ventricolare viene triggerata**.

Per comprendere tale meccanismo, occorre ricordare che **oltre un terzo dei pazienti con blocco atrioventricolare conserva perfettamente intatta la capacità di condurre in direzione retrograda**. La tachicardia tende ad avere frequenze vicine al limite massimo programmato e una volta instaurata tende a perdurare fino a quando è presente la stimolazione atriale retrograda al di fuori del PVARP. Questo tipo di tachicardia in alcuni casi si può auto-risolvere ma più spesso è necessario un intervento terapeutico.

Trattamento della tachicardia nel paziente sintomatico

In situazioni di emergenza, con il paziente sintomatico, il trattamento della tachicardia mediata da PM è molto semplice.

I dispositivi moderni hanno sistemi avanzati di protezione dagli stimoli elettromagnetici ambientali, come telefoni cellulari, strumenti dentali ed elettrostimolatori muscolari, tuttavia un magnete sistemato sulla cute in corrispondenza del generatore, può indurre temporaneamente una stimolazione asincrona fino al momento in cui non sarà risolta la situazione clinica, oppure fino a quando non sarà possibile riprogrammare il dispositivo, in caso di malfunzionamento dello stesso.

In generale, l'applicazione del magnete produce una stimolazione asincrona in tutti i pacemaker, se questo non dovesse accadere e specificatamente non si verificasse nessuna modificazione del tracciato ECG, il PM potrebbe essere stato programmato per ignorare il

magnete (molto raro), potrebbe avere la batteria scarica o il campo magnetico potrebbe non raggiungere il dispositivo con sufficiente intensità.

Tutti i pm rispondono all'applicazione del magnete passando alla modalità asincrona con il ritardo atrio-ventricolare programmato dal costruttore e con una frequenza che dipende anch'essa dalle impostazioni del fabbricante oltre che dallo stato della batteria.

In definitiva la modalità di stimolazione passa da DDD a DOO, da VVI a VOO e da AAI a AOO.

Ripassiamo brevemente il significato di queste lettere:

Position Category:	I Chamber(s) paced	II Chamber(s) sensed	III Response(s) to sensing	IV Programmability, rate modulation	V Anti- tachyarrhythmia function(s)
	O =None A =Atrium V =Ventricle D =Dual (A+V)	O =None A =Atrium V =Ventricle D =Dual (A+V)	O =None T =Triggered I = Inhibited D =Dual (T+I)	O =None P =Simple programmable M =Multi- programmable C =Communicating R =Rate modulation	O =None P =Pacing (anti- tachyarrhythmia) S =Shock D =Dual (P+S)

1) Sito della stimolazione: A atrio, V ventricolo, D=A+V

2) Sito di rilevazione del segnale autologo:

A atrio, V ventricolo, D=A+V

3) Tipo di risposta: I inibizione, T trigger, D=I+T

Pratica: l'uso del magnete nelle emergenze cardiologiche

Response of pacemakers to magnet placement. In general, magnet application results in asynchronous pacing in all pacemakers with manufacturer-specific exceptions explained in the figure. The first step shows the different magnet response modes programmable in pacemakers and the corresponding electrocardiogram (ECG) responses (Each mode has been explained in detail in the text). If no ECG response is seen on magnet application, the pacemaker might have been programmed to ignore the magnet or might have a depleted battery or one of the different modes shown in the flowchart. Asynchronous pacing occurs at a fixed magnet rate according to the device manufacturer, individual models, and remaining battery life. Pacemaker programmed to DDD pace as DDD, VVI as VDD, and AAI as AOO. On magnet removal, all pacemakers revert to the original programmed pacing mode, except for Sorin pacemakers that undergo a 'capture test' with six pacing outputs at the magnet rate and 94 ms AV delay and then a 'rate test' with two paced outputs at a basic programmed rate and rest AV delay followed by pacing at a preprogrammed rate. Battery statuses: BOL, beginning of life; ERI, elective replacement indicator; ERT, elective replacement time; ERN, elective replacement near; EOL, end of life. The magnet rates at different battery status have been specified for each device manufacturer. At EOL and below, the response of pacemakers to magnet placement is unpredictable across all the manufacturers. bpm, beats per minute; AV, atrioventricular; Asynch, asynchronous; Synch, synchronous; †TMT, Threshold Margin Test; PW, pulse width. **St. Jude Medical Pacemaker Models: Affinity®, Identity®, Integrity®, Verity®, Victory®, Zephyr®, Accent®, Anthem®, ##St. Jude Medical Pacemaker Models: Meta®, Microny®, Tempo® (Regency® 100 bpm at BOL and <85 bpm at ERI).

In queste situazioni cliniche, è sufficiente posizionare un magnete sopra il PM per inibire il sensing, inducendolo a funzionare in maniera asincrona nell'atrio e nel ventricolo. Così facendo si arresta la tachicardia bloccando il fascio anterogrado del circuito di rientro.

Anche le manovre vagali e i farmaci che bloccano la conduzione attraverso il nodo atrioventricolare (adenosina, verapamil, beta-bloccanti) possono teoricamente funzionare bloccando la conduzione retrograda, sempre che non sia **presente una via accessoria che by-passa il nodo AV**.

Ricordiamo infine che qualsiasi ritmo atriale veloce, come la tachicardia atriale, il flutter atriale o la fibrillazione atriale, rilevata dall'elettrocattetere atriale, può essere seguita dallo stimolatore fino al limite massimo di velocità impostato, pur venendo a mancare il meccanismo di rientro visto sopra, anche in questo caso è il pacemaker che sostiene la frequenza elevata e il magnete posizionato sullo stimolatore può riportare la frequenza allo standard impostato.

Nel caso in oggetto si decide quindi di posizionare un magnete sopra il device con immediata interruzione della tachicardia e riduzione della sintomatologia.

In quali altre situazioni l'uso di un magnete potrebbe risultare indispensabile?

La gestione, in ambiente extraospedaliero o in PS senza cardiologia, di un paziente portatore di Defibrillatore Cardiaco Impiantato, può risultare molto complicata. Ma andiamo per gradi e cerchiamo di capire qualcosa di più in merito a questo prezioso device nel quale il medico di emergenza/urgenza, sempre più frequentemente si imbatte.

L'esito dell'ECG dopo aver posizionato il magnete sul PM

Dati di supporto: quanti sono i pazienti con un ICD (internal cardiac defibrillator? impiantato?

In Italia i pazienti portatori di questo device sono in costante aumento, i nuovi impianti vanno dai 3.630 del 2002 ai 17.116 del 2014, quindi attualmente ci sono circa **160.000 pazienti con ICD**, ovviamente con tutti i vantaggi e gli svantaggi correlati. Sostanzialmente gli ICD funzionano, sia come Pace Maker (modalità VVI, VDD, DDD R, DDDD R) che come sistema antitachicardia / Fibrillazione Ventricolare, agendo con sequenze di battiti (BURST - RAMP - SCAN) o DC shock.

Vediamo alcuni esempi:

In questo paziente si nota come una sequenza BURST di 8 battiti riporta in ritmo il paziente.

In questo caso invece si assiste ad un progressivo aumento della frequenza di overdrive (RAMP) con interruzione dell'aritmia.

Altro esempio un extrasistole con il fenomeno di R su T induce una tachicardia ventricolare

L' ICD prova a interromperla con 6 battiti in BURST senza risultato...

A questo punto l'ICD "decide " di defibrillare con successo....

Svariati studi su larga scala hanno dimostrato che il defibrillatore impiantato (ICD) in pazienti adeguatamente selezionati riduce in modo inequivocabile la mortalità.

Quante possibilità ci sono di trovarsi con un paziente che ha un ICD in erogazione di shock?

Uno dei più grandi studi sui portatori di ICD, circa 200.000 pazienti, ha evidenziato come il verificarsi di shock a 1 anno dopo l'impianto è stato del 14% e a 5 anni del 38% (1).

Non va dimenticato che esiste una forte associazione tra il numero di shock e l'aumento della mortalità nei pazienti con ICD. Non è chiaro se gli shock siano semplicemente un indice di malattia cardiovascolare più grave o contribuiscano direttamente all'aumento della mortalità. Nonostante l'erogazione dello shock sia spesso fondamentale per salvare la vita del paziente, non vanno trascurate le conseguenze negative di questa procedura, che produce conseguenze fisiche e psichiche con impatto negativo sulla qualità di vita, in particolare quando lo shock è inappropriato. Gli shock interni ad alta tensione erogati in un paziente completamente sveglio sono un problema non trascurabile, in quanto sono associati a dolore, ansia, diminuzione della qualità della vita e addirittura aumento della mortalità.

L'incidenza degli shock inappropriati e relazione con la mortalità

Incidenza degli shock in relazione ai pazienti, rispetto all'incidenza degli shock inappropriati
(6)

In letteratura si trovano molti studi in merito all'erogazione di shock da parte dei defibrillatori impiantati, i risultati sono sovrapponibili, IN 4-5 ANNI CIRCA 1/3 DEI PAZIENTI CON ICD HA PRESENTATO UN EPISODIO DI SHOCK E CIRCA IL 16-18% HA RICEVUTO UNO SHOCK INAPPROPRIATO

La pubblicazione dei dati favorevoli sull'efficacia dell'ICD in prevenzione primaria, conseguenti all'analisi del Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial (**MADIT-II**) e del Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (**SCD-HeFT**), hanno portato ad un aumento degli impianti.

Poole et al. (2) hanno analizzato i tipi di shock in 811 pazienti portatori di ICD per 46 mesi, il 33% dei pazienti ha subito almeno uno shock, solamente il 47,6% per interrompere una fibrillazione ventricolare o una tachicardia ventricolare.

Curiosamente, sia gli shock appropriati (HR 5.68, 95 % CI 3.97-8.12, $p < 0.001$) che quelli non appropriati (HR 1.98, 95 % CI 1.29-3.05, $p = 0.002$) sono stati associati ad aumento della mortalità.

Il rischio di morte cresceva ulteriormente con shock appropriati ripetuti che erano associati a un rischio di morte aumentato di otto volte, il verificarsi di shock inappropriati in aggiunta a quelli appropriati, aumentava ulteriormente il rischio di quasi 16 volte.

Quali sono gli effetti negativi degli shock sul tessuto miocardico?

Dopo una scarica elettrica da parte di un ICD, vengono rilasciati in circolo **enzimi di citonecrosi cardiaca** ma non è chiaro il significato di questo riscontro, inoltre si evidenzia successivamente all'erogazione della corrente, una diminuzione acuta della frazione di eiezione, più accentuata nei soggetti con FE < 40% che di solito impiega fino a 4 ore per tornare ai livelli pre-shock.

Questi due fenomeni potrebbero avere un effetto sulla mortalità ma l'unico dato certo è che il meccanismo finale che porta alla morte del paziente è il PEA post shock.

Il già citato ALTITUDE (7) è uno studio prospettico osservazionale su pazienti portatori di ICD o cardiac resynchronisation therapy defibrillator (CRT-D), finalizzato a differenziare il rischio di morte dopo lo shock. Studiando 3,809 pz che avevano ricevuto 1 o più shock in un follow-up di 3 anni, si evidenziava che il 41% dei pazienti ha ricevuto shock per ritmi non VT / VF. Le aritmie atriali erano la causa più comune, pari al 44%, seguita da altre aritmie sopraventricolari (41%) e da interferenze elettromagnetiche o oversensing (11%). In confronto al gruppo dove non erano stati erogati shock, il rischio di morte non era diverso se veniva erogato uno shock inappropriato a causa di aritmie sopraventricolari (HR 0,97, IC 95% 0,68-1,37, p = 0,86) o interferenza / oversensing (HR 0,91, IC 95% 0,50-1,67, p = 0,76). Al contrario, gli shock erogati per FA / flutter atriale erano associati ad un aumentato rischio di morte (HR 1,61, IC 95% 1,17-2,21, p = 0,003).

Lo shock inappropriato può avere conseguenze letali?

L'erogazione di energia elettrica, ha un rischio basso ma **possibile di effetto proaritmico**. E' descritto un caso clinico di shock fatale (3).

Lo sfortunato paziente ha subito le conseguenze di un **dislocamento dell'elettrocatetere ventricolare** a livello dell'anello tricuspide che ha portato a un'erronea rilevazione di segnale, inducendo l'ICD a trattare una tachicardia sinusale come se si trattasse di una fibrillazione ventricolare. Il quarto shock erogato in maniera impropria ha indotto una vera

FV a basso voltaggio non riconosciuta come tale e trattata solo con la funzione antibradicardia con conseguenza fatali (9).

Ma cosa vuol dire ricevere una o più scariche a paziente cosciente?

Gestire un paziente in una condizione simile può non essere semplice. Innanzi tutto occorre monitorizzare il paziente e **verificare se l'intervento del defibrillatore è motivato**. In questo caso occorre sedare il paziente ed eventualmente somministrare opportuni farmaci antiaritmici.

Invece, di fronte ad uno shock inappropriato cosa bisogna fare?

Disegno semplificato del circuito materiale interrompibile con l'uso di un magnete tratto da "Clinical applications of magnets on cardiacrhythm management devices" (8)

Le terapie inappropriate (shock o stimolazione antitachicardica), come abbiamo visto, si verificano in una discreta quota di pazienti con defibrillatori cardioverter impiantabili (ICD) (5) e rappresentano uno degli **aspetti più impegnativi della gestione medica in urgenza**. Le terapie elettriche sono generalmente molto poco tollerate dal paziente, perché si verificano mentre il paziente è cosciente. Le crescenti indicazioni all'impianto di PM e

ICD hanno aumentato enormemente il numero dei pazienti portatori di questi dispositivi, che occasionalmente si possono comportare in modo inappropriato (4). Ribadiamo che le cause di risposta anomale dell'ICD sono sostanzialmente **alterazioni del sensing**, ad esempio in seguito a **rottura dell'elettrocatteter**, difetti di **programmazione**, **tachicardie sopraventricolari erroneamente riconosciute come ventricolari** e **disturbi elettromagnetici**. Riprogrammando il dispositivo si possono impedire le risposte anomale, ma questo richiede strumenti particolari e personale altamente qualificato. Il ricorso all'aritmologo, potrebbe richiedere tempi troppo lunghi in situazioni cliniche di emergenza/urgenza. Fortunatamente i magneti se opportunamente posizionati possono indurre la stimolazione in modalità asincrona nei pacemaker...ma anche inibire la funzione anti aritmica nell' ICD. **Curiosamente il magnete anche se poco costoso e facilmente reperibile, spesso non è presente nella dotazione dei mezzi di soccorso avanzato e DEA.**

Come usare fisicamente i magneti prodotti per queste situazioni

Molti operatori sanitari non hanno familiarità con le funzioni dei dispositivi per la gestione del ritmo cardiaco (cardiac rhythm management devices CRMD), tuttavia **l'uso del magnete non richiede formazione specifica**, rendendolo un'opzione eccellente per riprogrammare i CRMD in situazioni urgenti.

Medtronic Smart Magnet™

I primi device avevano al loro interno un circuito di materiale magnetico la cui conformazione variava in caso di applicazione di campo magnetico, funzionando da interruttore (vedi figura), i dispositivi più moderni sono dotati di meccanismi maggiormente complessi ma un campo elettromagnetico perpendicolare alla conduzione della corrente nel presidio è in grado di disattivare alcune funzioni.

Il magnete deve essere posizionato sopra il sito di inserzione del CRMD, la azienda Medtronic per esempio commercializza un magnete dotato di led che si illumina

quando la localizzazione adeguata è ottenuta.

L'effetto del campo magnetico è direttamente proporzionale alla forza del magnete clinico e inversamente proporzionale alla distanza del magnete dal CRMD.

Per attivare la funzione di interruttore alterando le funzioni del dispositivo, è necessario un campo magnetico maggiore di 10 Gauss (8) allineato con l'interruttore, nei pazienti obesi spesso sono necessari due magneti.

Questo presidio di norma andrebbe posizionato direttamente al centro della parte superiore del dispositivo (Medtronic, Boston Scientific, Biotronik) con l'eccezione del ICD St. Jude che richiederebbe il posizionamento del magnete ai poli, evitando la parte centrale.

Posizionamento ideale consigliato dai vari produttori

In generale l'applicazione del magnete su un ICD sospende la funzione antitachicardia del device, senza avere effetto sulla funzione di PM. Di norma la rimozione del magnete ripristina la funzione antiaritmica dell'ICD, anche se esistono eccezioni. Vediamo brevemente come si comportano i modelli di ICD maggiormente diffusi:

- **BOSTON SCIENTIFIC**

Rispondono al posizionamento del magnete in modo complesso. Nei modelli meno recenti il posizionamento del magnete per più di 30 secondi disattiva la funzione antitachicardia (modalità OFF), questa inibizione perdura anche dopo la rimozione del magnete, questo comportamento "particolare" è finalizzato ad evitare l'invasione del campo sterile nei pazienti che devono essere sottoposti ad intervento chirurgico (per evitare shock **inappropriati** in risposta a interferenze degli elettromedicali). La funzionalità dell'ICD può essere ripristinata riposizionando il magnete per ulteriori 30 secondi (modalità ON). Mentre

i modelli più recenti hanno una risposta più conforme agli altri produttori e la disattivazione della funzione antitachicardia dura solo per il periodo in cui il magnete rimane posizionato sul device. Un segnale acustico continuo di alcuni secondi conferma la dissattivazione e la riattivazione della funzionalità antitachicardia.

- **MEDTRONIC**

Non esiste la modalità ON/OFF, **la funzione antitachicardia rimane inibita solo per il tempo in cui il magnete rimane posizionato sul device**, ovviamente la piena funzionalità del ICD riprende immediatamente dopo la rimozione. Se il ripristino non ha successo il device emette un lungo suono che richiede nuovamente il riposizionamento del magnete e la successiva rimozione. Un tono alternato ad alta e bassa frequenza è un segnale di allarme di grave malfunzionamento che necessita di assistenza tecnica specialistica.

- **BIOTRONIK**

L'inibizione della funzionalità antitachicardia permane solo per il tempo in cui il magnete è posizionato sul device e riprende in automatico alla rimozione dello stesso.

- **SORIN**

L'inibizione della funzionalità antitachicardia permane solo per il tempo in cui il magnete è posizionato sul device e riprende in automatico alla rimozione dello stesso. Tuttavia contrariamente a quanto accade per gli altri produttori, il posizionamento del magnete sull'ICD va a modificare anche la funzionalità pace maker, con stimolazione fissa a frequenza prestabilita che varia al variare dello stato di carica della batteria.

- **ST. JUDE**

In alcuni modelli la funzione antitachicardia si riattiva dopo 8 ore dal posizionamento del magnete anche se questo non viene rimosso.

Conclusioni

Concludendo, possiamo tranquillamente affermare che il magnete risulta **indispensabile** per chi si occupa quotidianamente di emergenze, per la gestione dei pazienti portatori di dispositivi per la gestione del ritmo cardiaco.

Bibliografia

1. Saxon LA, Hayes DL, Gilliam FR, et al. Long-term outcome after ICD and CRT implantation and influence of remote device follow-up: the ALTITUDE survival study. *Circulation*. 2010
2. Poole JE, Johnson GW, Hellkamp AS, et al. Prognostic importance of defibrillator shocks in patients with heart failure. *N Engl J Med*. 2008
3. Fatal inappropriate ICD shock. Veltmann C. *J Cardiovasc Electrophysiol*-2007 Daubert JP, et al. Inappropriate ICD Shocks in MADIT II. *JACC* 2008; 51:1357-1365.
4. Bardy GH, et al. SCD-HeFT. *NEJM* 2005; 352;3:225-237.
5. Saxon, Leslie et al. Predictors of Sudden Cardiac Death and Appropriate Shock in the Comparison of Medical Therapy, Pacing, and Defibrillation in Heart Failure (COMPANION) Trial. *Circulation* 2006; 114; 2766-2772.
6. Saxon Leslie et al. The ALTITUDE Survival Study. *Circulation* 2010; 122:2359-2367.
7. Clinical applications of magnets on cardiac rhythm management devices Sony Jacob, Sidakpal S. Panaich, Rahul Maheshwari, John W. Haddad, Benzy J Padanilam⁴, and Sinoj K. *Europace* (2011) 13, 1222–1230 doi:10.1093/europace/eur137
8. Inappropriate shocks in the subcutaneous ICD: Incidence, predictors and management | Louise R.A.Olde NordkampaTom F.BrouweraCraigBarrbDominic A.M.J.TheunscLucas | V.A.BoersmadJens B.JohansenePetrNeuzilfArthur A.M.WildeaNathanCartergMichaelHusbygPier D.LambiasehReinoud E. 15 September 2015
9. Fatal inappropriate ICD shock. Veltmann C, Borggrefe M, Schimpf R, Wolpert C. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007 Mar;18(3):326-8.