

G. Taino¹, F. Frigerio²

L'inserimento lavorativo del soggetto portatore di pacemaker: problematiche sanitarie connesse con le interferenze di tipo elettromagnetico

Fondazione S. Maugeri, Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, IRCCS, Istituto di Pavia

¹ Unità Operativa Medicina Ambientale e Medicina Occupazionale

² Unità Operativa Igiene Industriale e Ambientale - ffrigerio@fsm.it

RIASSUNTO. Un problema di attuale rilievo, soprattutto nell'opinione pubblica, è quello rappresentato dai potenziali effetti dei campi elettromagnetici conseguenti alla presenza ormai ubiquitaria in tutti gli ambienti di vita e di lavoro della società moderna di dispositivi elettronici che espongono l'uomo a radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti. Il problema assume un significato particolare e rilevante di fronte al reinserimento sociale e lavorativo dei soggetti cardiopatici portatori di pacemaker (PM) o defibrillatore impiantabile (DI). L'effetto prodotto da una interferenza di tipo elettromagnetico è quello di provocare malfunzionamenti temporanei o permanenti nei dispositivi elettronici. Nel caso di dispositivi medici critici dal cui corretto funzionamento dipende la vita del paziente (pacemaker e defibrillatori impiantabili) la sicurezza elettromagnetica assume un particolare significato. Le precauzioni normalmente messe in atto dai soggetti portatori di PM o DI sono in genere adeguate e sufficienti quando finalizzate alla protezione del paziente dalle interferenze potenzialmente presenti negli ambienti di vita; per la protezione nell'ambiente di lavoro non vengono spesso fornite informazioni adeguate, anche perché non sempre viene tempestivamente coinvolto il medico del lavoro. Il presente lavoro intende effettuare un approfondimento su un ambiente di lavoro specifico, l'officina di carpenteria con lavorazioni di saldatura, partendo dal caso di un soggetto portatore di PM che ha richiesto la consulenza del Medico Competente per valutare le eventuali problematiche connesse con il suo reinserimento lavorativo. Sono stati misurati i livelli di campo elettrico e magnetico prodotti dalle attrezzature presenti nell'ambiente di lavoro ed i valori rilevati sono stati confrontati con i dati della letteratura per valutare la possibilità di interazione con il corretto funzionamento di dispositivi elettronici impiantabili. Sulla base dell'esperienza in esame, sono stati individuati e presi in esame alcuni criteri di valutazione del rischio specifici utili per la definizione di protocolli operativi per l'inserimento lavorativo di soggetti portatori di pacemaker o defibrillatori impiantabili, anche in considerazione dell'attuale carenza di indicazioni o procedure specifiche per il Medico del Lavoro che si trova in prima persona ad affrontare il problema. I dati raccolti, nonché il confronto con la letteratura, evidenziano che le lavorazioni di saldatura possono essere attività a rischio per il portatore di PM in quanto risulta possibile il raggiungimento di livelli di campo che, in condizioni di laboratorio, per dispositivi particolarmente sensibili o regolati in maniera errata, si sono dimostrati a rischio.

Parole chiave: pacemaker, inserimento lavorativo, interferenze elettromagnetiche.

ABSTRACT. www.gimle.fsm.it

RETURN TO WORK OF A PACEMAKER BEARING WORKER: THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTH PROBLEMS AND ELECTROMAGNETIC INTERFERENCES. The potential effects of electromagnetic fields is a problem that interest the public opinion, as the modern society expose all people to electromagnetic non ionizing radiations. The problem has a particular and important meaning facing the return to normal life and work conditions of a cardiopatic

subject bearing a pacemaker (PM) or implantable cardioverter defibrillator (ICD). Electromagnetic interferences can produce temporary or permanent malfunctions in these devices. Checking for the absence of electromagnetic interferences is necessary considering that correct functioning of these medical devices is essential for the life of the bearer. Precautions normally adopted by these subjects are generally adequate to ensure protection from interferences present in life environment; for occupational environment, there is often lack of adequate information, also due to late involving of the doctor specialist in occupational health. This work intends to study in depth a specific job, a carpentry-workshop with welding activities, starting with a case of a PM bearer who asked a doctor specialist in occupational health to evaluate the problems involved in his return to work. Electric and magnetic fields produced by equipments present in the workshop were measured and compared to data supplied by the literature to evaluate the possibility of interactions in the normally functioning of implanted electronic devices. On the basis of our experience, we have found some criterions for specific risk assesment to adopt for the definition of operatory protocols for return to work of PM or ICD carriers, also considering the lack of specific procedures and indications for the doctor specialist in occupational health. The collected information and data from the literature suggest that welding can be a risk for a subject with PM; as observed in experimental conditions, electromagnetic radiations can alter particular sensitive devices and those with uncorrected settings.

Key words: pacemaker, return to work, electromagnetic interference.

Introduzione

La conoscenza dei potenziali effetti sulla salute dell'uomo causati dall'esposizione a radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti rappresenta a tutt'oggi un problema oggetto di numerose ricerche, sia per la necessità di verificare ed eventualmente approfondire alcuni degli effetti descritti, sia per la notevole risonanza che il problema ha presso l'opinione pubblica, anche dietro la spinta dei media che tendono sempre più a focalizzare l'attenzione sugli effetti, spesso non accertati, che i campi stessi potrebbero avere sugli individui sani.

Un problema di particolare rilievo nell'opinione pubblica è quello rappresentato dai potenziali effetti dei campi elettromagnetici conseguenti alla presenza ormai ubiquitaria in tutti gli ambienti di vita e di lavoro della società moderna di dispositivi elettronici che espongono l'uomo a radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti.

Un esempio è rappresentato dalla problematica del reinserimento sociale e lavorativo dei soggetti cardiopatici portatori di pacemaker (PM) o defibrillatore impiantabile (DI).

Considerata la diffusione di tecnologie basate sulle onde elettromagnetiche, negli ultimi anni si è prestata un'attenzione crescente nell'elaborare e fornire a questi pazienti informazioni il più possibile dettagliate per poter condurre una vita "normale" in un ambiente affollato di dispositivi potenzialmente interferenti.

L'effetto prodotto da una interferenza di tipo elettromagnetico è quello di provocare malfunzionamenti temporanei o permanenti nei dispositivi elettronici; ogni dispositivo infatti è costituito da un circuito elettronico che può essere sensibile a questo tipo di interferenza. Nel caso di dispositivi medici critici dal cui corretto funzionamento dipende la vita del paziente (pacemaker e defibrillatori impiantabili) la sicurezza elettromagnetica assume un particolare significato. Sono stati riferiti casi di malfunzionamento di questi dispositivi sia per esposizioni di breve durata e forte intensità, sia per esposizioni prolungate di più bassa intensità (1, 2). Le possibili risposte del pacemaker alle interferenze includono:

1. Inibizione di un singolo battito
2. Inibizione totale del pacemaker
3. Stimolazione in modalità asincrona
4. Aumento della frequenza di stimolazione
5. Stimolazione ad una frequenza errata.

La risposta del pacemaker alle interferenze elettromagnetiche dipende da un gran numero di variabili, comprese la natura e la potenza del segnale, la distanza dalla sorgente, alcune caratteristiche intrinseche del dispositivo. La maggior parte di questi dispositivi presenta filtri in grado di attenuare le interferenze elettromagnetiche, tuttavia alcune interferenze possono produrre segnali simili a quelli dell'attività cardiaca e causare disturbi del ritmo cardiaco.

Inoltre, alle alte frequenze l'elettrocaterete agisce come un'antenna producendo un effetto che varia in funzione del sito dell'impianto e della frequenza. Alcuni esperimenti hanno mostrato che, per impianti classici, i campi consentiti possono indurre tensioni fino a 4 V/rms nel conduttore del catetere. Alle alte frequenze queste tensioni potrebbero presentare un rischio di danno termico per il cuore (2).

Le precauzioni normalmente messe in atto dai soggetti portatori di PM o DI sono in genere adeguate e sufficienti quando finalizzate alla protezione del paziente dalle interferenze potenzialmente presenti negli ambienti di vita; per la protezione nell'ambiente di lavoro non vengono spesso fornite informazioni adeguate, anche perché non sempre viene tempestivamente coinvolto il medico del lavoro.

D'altra parte, mentre è ormai disponibile una discreta quantità di letteratura scientifica di riferimento, ad esempio per la problematica dell'interferenza dei telefoni cellulari con i PM e i DI, gli studi sugli ambienti di lavoro sono pochi e poco aggiornati rispetto all'evoluzione della tecnologia che in questo campo è molto rapida (3).

Alcuni ambienti di lavoro sono caratterizzati da intensi campi elettromagnetici che possono interagire con i PM ed i DI. I settori lavorativi a rischio sono quelli che comportano la presenza e/o l'utilizzo di altoparlanti, forti magneti (come quelli utilizzati nei luna park per le giostre), generatori di corrente, saldatrici industriali ad arco e mo-

tori, utensili a batteria come cacciavite e trapani, linee di potenza ad alta tensione, forni fusori, stazioni radar, antenne di trasmettitori (1, 4).

Il presente lavoro intende effettuare un approfondimento su un ambiente di lavoro specifico, l'officina di carpenteria con lavorazioni di saldatura, partendo dal caso di un soggetto titolare di un'officina e portatore di PM che ha richiesto la consulenza del Medico Competente per valutare le eventuali problematiche connesse con il suo reinserimento lavorativo.

Identificazione delle sorgenti

Trattasi di officina artigiana (11 addetti, da 1 a 3 addetti possono essere distaccati sui cantieri per l'installazione) per la produzione di manufatti in ferro o acciaio, destinati prevalentemente all'edilizia, quali cancellate, ringhiere etc.

Ciascun addetto esegue di norma l'intero ciclo di lavorazione di un dato manufatto così che in ogni postazione di lavoro si alternano le operazioni di saldatura con quelle di sbavatura, montaggio manuale, etc.

Anche le ricerche effettuate per valutare il rischio di malfunzionamenti dei PM eventualmente indotti dai telefoni cellulari, indicano nelle componenti a bassa e bassissima frequenza dovute alla demodulazione operata dal circuito elettrico del PM il rischio maggiore (5).

I campi a bassa frequenza generati dalle macchine utensili, comprese quelle portatili per le quali è più probabile il contatto fra il corpo e la sorgente di campo, hanno intensità e caratteristiche temporali simili agli elettrodomestici già normalmente considerati nella casistica delle esposizioni in ambienti di vita.

Per quanto sopra, la valutazione è stata focalizzata sui campi elettrici e magnetici generati dalle macchine per saldatura in quanto tali apparecchiature generano campi a bassa e bassissima frequenza con caratteristiche peculiari:

- la frequenza è spesso diversa dalla frequenza nominale di rete e può variare, anche con una certa rapidità, generalmente tra 50 e 250 Hz;
- l'intensità è normalmente trascurabile quando il generatore è in funzione ma la macchina non eroga corrente e raggiunge rapidamente il livello massimo durante la produzione dell'arco;
- la sorgente del campo non è concentrata in un punto, come nel caso dei motori degli elettrodomestici, ma può assumere una configurazione lineare.

In funzione della tipologia delle apparecchiature impiegate sono state identificate le sorgenti riportate in Tabella I.

Tabella I. Sorgenti identificate

Identificazione apparecchiatura	
TIG	Saldatura TIG
CEA	Saldatura a filo continuo CEA TR 80
PLA	Taglio al plasma TELWIN
STEL	Saldatrice portatile STEL + 140
SINC	Saldatura a filo continuo SINCOALD COMBI 2
DECA	Saldatrice portatile DECA DOMUS

Metodo di misura

Nel caso delle apparecchiature TIG, CEA e PLA è stato comunque effettuato anche un controllo delle emissioni a radiofrequenza, per tutte sono stati misurati gli andamenti del campo di induzione magnetica a bassa frequenza misurando l'intensità del campo 3 volte al secondo con la seguente strumentazione:

- monitor Wandel & Goltermann EFA3 dotato di:
- sonda interna per il campo **B**, BN 2245/03, campo di misura fra 10 nT e 10 mT, accuratezza 6%
- sonda E - field sensor per il campo **E**, BN 2245/90.30, campo di misura da 0,5 V/m a 100 kV/m, accuratezza 5%.

Lo strumento è idoneo per la misura dei campi fino a 30 kHz ed è dotato di frequenzimetro con la possibilità di effettuare misure a banda stretta.

Il sensore è stato posto in posizione fissa in prossimità della postazione di lavoro mentre l'addetto effettuava le normali operazioni di saldatura.

Le posizioni di misura sono state scelte al fine di misurare il campo ad una distanza fra sorgente e PM quale si può creare nelle normali condizioni di lavoro sia per l'operatore sia, in questo caso, per il titolare. Questi può trovarsi a breve distanza dalle sorgenti per il solo tempo necessario a verificare l'andamento dei lavori, quindi senza la presenza dell'arco elettrico; in una ipotetica condizione di piena riabilitazione potrebbe effettuare personalmente alcune lavorazioni, tipicamente con saldatrici portatili sui cantieri.

La distanza fra postazioni di lavoro contigue in officina, dati gli ingombri dei pezzi lavorati, è di almeno 2 m; al fine di valutare eventuali effetti di sommatoria fra i campi generati fra postazioni di lavoro diverse è stata anche eseguita una misura al centro dell'officina con tutti gli addetti disponibili impegnati in operazioni di saldatura. In questo caso, in qualche postazione sono state eseguite saldature di prova su pezzi di scarto in quanto nelle normali condizioni operative in molte posizioni la saldatrice non viene utilizzata.

I valori misurati sono stati registrati su PC per ottenere l'andamento temporale del campo durante le operazioni di saldatura in ciascuna posizione.

Successivamente, i valori misurati sono stati rielaborati al fine di ottenere i valori medi e massimi del campo riferiti alla fase di saldatura vera propria, cioè durante l'emissione dell'arco elettrico.

Per le apparecchiature TIG e PLA, le cui caratteristiche di funzionamento comportano l'emissione di campi a radiofrequenza, sono state eseguite misure di campo elettrico e magnetico a banda larga con la seguente strumentazione:

- monitor Wandel & Golterman EMR 300
- sonda E Field, Type 8.2, H-0040
 - campo di misura: da 1 a 800 V/m¹
 - accuratezza da 100 kHz a 3 GHz: $\pm 2,4$ dB.

Le misure sono state eseguite in conformità alla *Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz - 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione*, pubblicata dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, RTI CTN_AGF 1/2000.

Considerati i bassi valori di campo rilevati, non è stata effettuata la ponderazione sulla superficie corporea ivi prevista, ma è stato assunto il massimo dei valori rilevabili alle tre quote di riferimento.

Lo stesso tipo di misura è stato eseguito durante il funzionamento del sistema CEA e in centro ambiente.

Risultati delle misure

Come atteso, il campo elettrico a bassa frequenza, essendo facilmente dissipato attraverso le strutture conduttive messe a terra non è risultato rilevabile.

In Figura 1 è mostrato l'andamento del campo di induzione magnetica (campo **B**) a 40 cm dal generatore dell'apparecchiatura CEA.

È chiaramente distinguibile la fase di saldatura, quando l'arco è innescato, dalla fase di riposo nella quale il generatore è in funzione ma non viene erogata corrente.

Tutte le apparecchiature presentano un andamento simile, eccettuata l'apparecchiatura DECA per la quale, anche in fase di riposo, il campo generato è non trascurabile (Figura 2).

Si evidenzia che, in questo caso, i livelli massimi risultano inferiori anche perché la misura è stata eseguita a 60 cm dal generatore, ponendo lo strumento sulla verticale dello stesso. Tale condizione è stata scelta in quanto trattasi di saldatrice portatile.

Nella Tabella II sono riportati i risultati delle misure eseguite, riferite alla fase di arco elettrico innescato. Nella stessa tabella sono inoltre riportati i valori tipici letti dal frequenzimetro incorporato nello strumento.

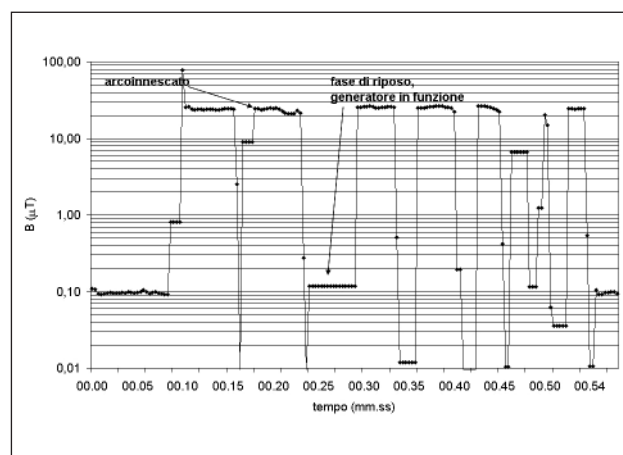


Figura 1. Andamento del campo **B** a 40 cm dal generatore della sorgente CEA

¹ Da verifiche effettuate con altri strumenti, la sonda fornisce valori attendibili anche al di sotto del valore nominale di 1 V/m, fino a circa 0,2 V/m.

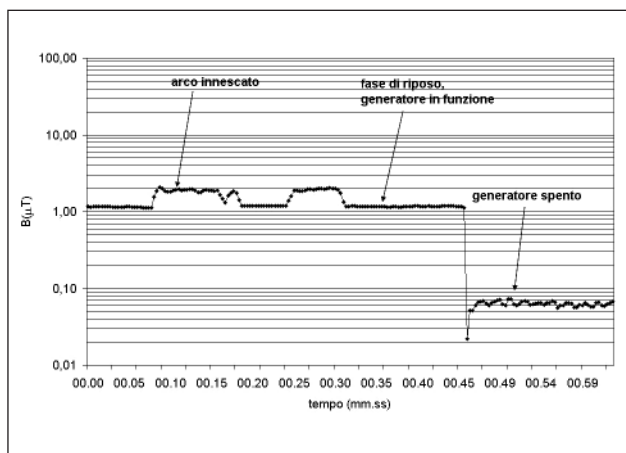


Figura 2. Andamento del campo sulla verticale del generatore della sorgente DECA

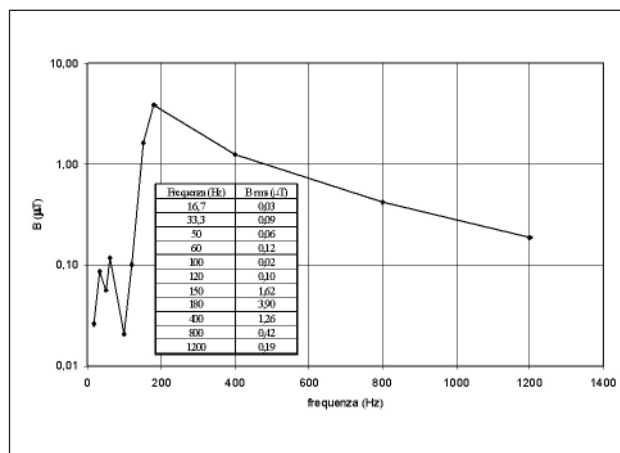


Figura 3. Spettro in frequenza del campo generato da un sistema di saldatura navale

Tabella II. Risultati delle misure di B riferite alla fase di erogazione dell'arco elettrico

Apparecchiatura	Posizione	B medio (μT)	B max (μT)	Gamma di frequenza tipica
TIG	60 cm da generatore	0,63	8,38	50 - 60 Hz
TIG	20 cm da arco	0,11	0,14	230 - 280 Hz
CEA	40 cm da generatore	21,67	78,34	70 - 80 Hz
CEA	1 m da generatore	2,46	2,81	70 - 80 Hz
CEA	40 cm da arco	16,40	18,00	60 - 70 Hz
CEA	60 cm da arco	3,78	4,04	60 - 70 Hz
PLA	60 cm da generatore	13,27	14,76	50 Hz
PLA	1 m da generatore	2,12	3,31	50 Hz
STEL	60 cm da generatore	0,22	0,25	100 - 110 Hz
STEL	60 cm da arco	4,73	5,00	0 - 100 Hz
STEL	40 cm da generatore	11,65	13,36	26 - 102 Hz
SINC	60 cm da generatore	8,74	10,26	90 - 112 Hz
SINC	60 cm da arco	2,49	3,04	70 - 140 Hz
SINC	40 cm da arco	8,26	12,88	60 - 140 Hz
SINC	1 m da arco	1,73	2,43	60 - 140 Hz
DECA	60 cm da arco	5,92	7,30	50 Hz
DECA	1 m da arco	1,46	1,77	50 Hz
DECA	Sopra generatore in funzione	1,17	1,48	50 Hz
DECA	Sopra generatore durante saldatura	1,87	2,08	50 Hz
	Centro ambiente	0,11	0,17	-

Questi valori sono rappresentativi della più rilevante componente in frequenza dello spettro misurabile durante la fase di saldatura.

Nel caso di impulsi brevi, come capita spesso in questo tipo di lavorazioni, lo spettro in frequenza contiene diverse componenti armoniche, spesso di intensità confrontabile; lo spettro tende a stringersi quando il flusso di corrente è stabilizzato e la scarica avviene per un periodo sufficientemente lungo.

L'analisi spettrale corretta del campo generato durante operazioni di saldatura non ripetitive richiede una dotazio-

ne strumentale che va al di là delle normali necessità imposte dalle valutazioni finalizzate alla tutela della salute dei lavoratori. A titolo di esempio, in Figura 3 è riportato l'andamento spettrale rilevato presso un'officina navale durante l'effettuazione di saldature prolungate. Il sistema di saldatura, utilizzato in questo caso per lamiere di alluminio di notevole spessore, non è del tutto confrontabile con i sistemi normalmente impiegati nelle officine artigiane.

Si noti che, nel caso della misura eseguita in centro ambiente, il valore del campo è inferiore al campo di funzionamento del frequenzimetro.

Nel caso in questione, il massimo dello spettro dovrebbe risultare più spostato verso le basse frequenze.

Quanto al campo misurato al centro dell'officina con tutte le postazioni di lavoro in funzione si evidenzia che, se l'andamento del campo è strumentalmente rilevabile, tuttavia il valore si mantiene al di sotto di $0,2 \mu\text{T}$; sommando quadraticamente tale valore agli altri risultati riportati in tabella, si può concludere che la mutua interferenza fra i campi generati in postazione di lavoro diverse è trascurabile.

Nella Figura 4 è riportato l'andamento del campo elettrico a radiofrequenza misurato al centro dell'officina nelle stesse condizioni di cui sopra.

L'andamento del campo risulta strumentalmente rilevabile e ben distinguibile dal fondo, ma si mantiene ben al di sotto del valore di 6 V/m stabilito dalla normativa nazionale come obiettivo di qualità per l'esposizione della popolazione.

Poiché si assume che gli effetti dell'esposizione a campi a radiofrequenza siano di tipo termico, i valori misurati vengono, in sede di valutazione e confronto con i criteri protezionistici, mediati su intervalli di 6 minuti (6).

I risultati delle misure di campo elettrico a radiofrequenza sono pertanto riportati nella Tabella III dove sono confrontati i valori massimi, i valori medi, nonché il livello superato per il 10% del tempo di misura.

Come atteso, il sistema TIG è quello che espone ai più elevati livelli di campo a radiofrequenza; il confronto con i valori rilevati in centro ambiente porta a ritenere che il campo elettrico a radiofrequenza rilevabile nell'officina sia dovuto essenzialmente all'impiego della saldatura TIG, risultando trascurabile il contributo delle altre sorgenti.

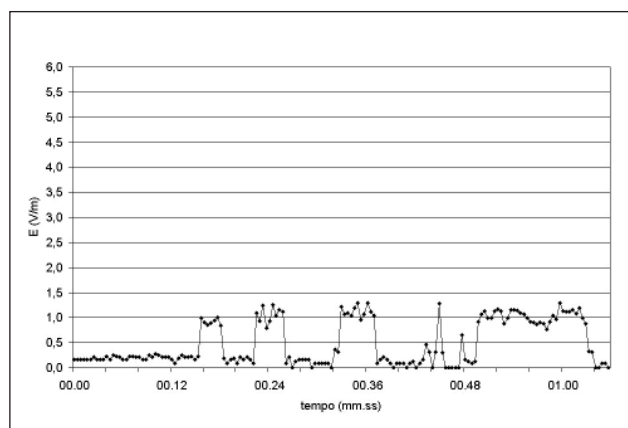


Figura 4. Andamento del campo E a radiofrequenza al centro dell'officina

Tabella III. Livelli di campo elettrico a radiofrequenza (valori espressi in V/m)

	A 60 cm da generatore TIG	A 60 cm da arco TIG	A 60 cm da generatore PLA	A 60 cm da generatore CEA	Centro ambiente
max	7,2	8,0	0,6	0,2	1,3
media	1,8	1,6	< 0,2	< 0,2	0,5
L10	6,5	5,0	< 0,2	< 0,2	1,1

Confronto con i dati di letteratura

Frank et al., in un lavoro pubblicato nel 2003, hanno valutato gli effetti sui PM di campi a bassa frequenza con intensità di $50 \mu\text{T}$ (7).

La loro conclusione è che a questi livelli di campo sono possibili effetti transitori solo se la sensibilità del PM è regolata a livelli particolarmente elevati. Con una regolazione del dispositivo "corretta" dal punto di vista medico, i dispositivi da loro testati non hanno presentato inconvenienti.

Un altro autore (8), sempre nello stesso periodo, riferisce un livello di campo interferente compreso fra 552 e $16 \mu\text{T}$ nel caso di PM a controllo atriale e con soglia di interferenza particolarmente bassa; lo stesso conclude che se l'interferenza in ambiente di vita è possibile, il fenomeno è tuttavia improbabile "nella vita di tutti i giorni".

Queste ricerche, nelle quali il campo elettromagnetico veniva generato con strumentazione di laboratorio o avvicinando al paziente degli elettrodomestici, non sono, per i motivi già discussi, completamente trasferibili al caso della saldatura; i risultati sono tuttavia compatibili con il già citato lavoro del 1992 (3) che riferisce l'inibizione di un PM, installato in un dispositivo di prova in laboratorio, alla distanza di 2 m dal generatore e di 1 m dall'arco voltaico.

Nel caso specifico osservato, la casa costruttrice riferisce che il modello di PM impiantato nel soggetto risulta sicuro per livelli di campo inferiori a $400 \mu\text{T}$; questo dato conferma che esiste comunque una forte variabilità tra i dispositivi sul mercato.

Discussione e conclusioni

I dati raccolti nonché il confronto con la letteratura evidenziano che le lavorazioni di saldatura possono essere attività a rischio per il portatore di PM in quanto è possibile il superamento di livelli di campo che, in condizioni di laboratorio, per dispositivi particolarmente sensibili o regolati in maniera errata, si sono dimostrati a rischio.

La mancanza di una vera casistica di "incidenti" legata alle interferenze dei campi elettromagnetici sui PM conferma che l'insorgenza di inconvenienti seri è legata ad una serie di eventi che devono verificarsi contemporaneamente:

- elevata sensibilità del PM;
- impianto in posizione particolarmente esposta;
- breve distanza dalla sorgente del campo.

Il dato più rilevante è che i livelli di campo riportati in letteratura risultano inferiori al valore limite consigliato per i portatori di PM dall'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), pari a $100 \mu\text{T}$ per i campi ELF, valore coincidente con il limite per la popolazione.

Per il Medico del Lavoro che deve curare l'inserimento lavorativo del soggetto è evidente la carenza di linee guida e protocolli di riferimento per il trattamento di questi pazienti.

Dal punto di vista normativo infatti le misure generali di tutela imposte al Datore di Lavoro dal D.Lgs 626/94 non risultano, per la problematica specifica, ulteriormente esplicitate.

Non sono stati emanati i decreti applicativi della Legge 22 febbraio 2001, n° 36 “*Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*” che devono stabilire i limiti di esposizione per i lavoratori; l’unico riferimento nella normativa vigente a limitazioni specifiche per i portatori di PM è pertanto la normativa per la sicurezza delle diagnostiche a risonanza magnetica nucleare dove è stabilito il limite di 0,5 mT, riferito però al solo campo statico.

Anche nelle Linee Guida proposte dall’Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM) per la Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici pubblicate nel 1997 (8), dove pure vengono indicate una serie di condizioni patologiche che possono controindicare l’esposizione professionale a campi elettromagnetici, non si fa riferimento alcuno alla condizione di lavoratori portatori di dispositivi elettronici, né tantomeno vengono suggeriti raccomandazioni o criteri procedurali specifici nella elaborazione di un Protocollo di Sorveglianza Sanitaria che tenga conto della possibile presenza di lavoratori portatori di PM.

Nella valutazione di rischio è difficile poter rintracciare informazioni utili all’inserimento lavorativo di questi pazienti in quanto la valutazione dell’esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici è, nella migliore delle ipotesi, riferita alle aree di lavoro/mansioni per le quali è prevedibile un’esposizione professionale, intesa come esposizione consapevole di soggetti sani ad apparecchiature che impiegano o generano come effetto secondario campi elettromagnetici.

La necessità di inserire in azienda un portatore di PM dovrebbe invece spingere ad approfondire la valutazione a tutte le sorgenti potenzialmente rilevanti.

Un corretto percorso per il reinserimento lavorativo dei portatori di PM dovrebbe prevedere da subito una stretta interazione fra i servizi di ingegneria clinica, normalmente dedicati solo all’interno degli ospedali, e il medico del lavoro per fornire allo stesso tutte le informazioni utili a effettuare una valutazione preventiva e approfondita dell’ambiente di lavoro prima di esprimere un giudizio di idoneità.

I criteri che devono guidare il reinserimento lavorativo di un soggetto portatore di PM o DI dovrebbero tenere conto dei seguenti elementi di giudizio:

1. Conoscenza ed esame dell’ambiente di lavoro e di tutti i compiti lavorativi previsti dalla mansione specifica.
2. Censimento di tutte le attrezzature di lavoro presenti o utilizzate dal lavoratore nello svolgimento della sua mansione ed esame delle stesse anche attraverso lo studio delle relative schede tecniche; tale esame dovrà essere mirato alla individuazione dei livelli di campo elettrico e magnetico prodotti da ciascuna attrezzatura. Spesso nelle realtà artigianali (come nell’officina di carpenteria oggetto dello studio) sono presenti attrezzature prive di scheda tecnica, talvolta obsolete e/o modificate dagli utilizzatori negli anni.

3. Misurazione dei valori di campo elettrico e magnetico nelle posizioni potenzialmente più critiche, tenendo conto di tutti i possibili fattori aggravanti: effetti combinati di più sorgenti, esposizioni preferenziali di specifici distretti corporei, tempi di permanenza etc.
4. Acquisizione, da parte del medico del lavoro, dallo specialista cardiologo che ha provveduto all’impianto del PM e/o direttamente dall’azienda costruttrice del dispositivo, di tutte le informazioni tecniche relative alle modalità di funzionamento del PM, alla presenza ed efficacia di filtri antiinterferenza e, soprattutto, dei livelli di campo elettromagnetico sotto i quali venga garantita la sicurezza di funzionamento del dispositivo.
5. Confronto fra le informazioni acquisite e i valori di campo rilevati al fine di poter valutare la possibilità di interferenze con il funzionamento corretto del dispositivo. Occorre ricordare che, per i dispositivi medici (PM e DI) presenti sul mercato, esiste una notevole variabilità nei livelli di campo dichiarati dal costruttore ai quali è possibile una interferenza con il funzionamento del dispositivo.
6. Riesame dell’ambiente di lavoro alla luce delle valutazioni di cui ai punti precedenti, analizzando in particolare le posizioni di lavoro occupate dal lavoratore nello svolgimento della mansione specifica e prestando particolare attenzione ai livelli di campo elettromagnetico rilevati o prodotti in ciascuna posizione; occorre tenere conto anche dei percorsi e degli spostamenti all’interno dell’ambiente di lavoro che possono far avvicinare il soggetto portatore di PM o DI a sorgenti con livelli di campo tali da poter interferire con il corretto funzionamento del dispositivo.
7. Individuazione nell’ambito delle attività svolte dal lavoratore portatore di PM, delle posizioni giudicate sicure quanto a livello di campo elettromagnetico, tenendo conto che, comunque, le indicazioni in letteratura raccomandano sempre di mantenersi il più possibile distante da macchine che producono campi elettromagnetici. Se, per i livelli di campo rilevati o per le caratteristiche delle attrezzature e dell’ambiente di lavoro (possibili effetti di sommatoria di campi provenienti da sorgenti diverse), risulta controindicata la potenziale esposizione al rischio, verrà formulato un giudizio di non idoneità alla mansione lavorativa svolta e si procederà all’individuazione di una nuova attività di lavoro confacente allo stato di salute del lavoratore e alla sua condizione di portatore di PM.

Nel caso particolare oggetto dello studio, il transito all’interno dell’officina avviene normalmente ad una distanza superiore a 2 m dalle saldatrici in funzione e non espone quindi il soggetto ad un rischio reale, anche adottando i criteri più cautelativi. Secondo la casa costruttrice del PM impiantato nel soggetto è esclusa la possibilità di qualsiasi interferenza per campi inferiori a 400 μ T, valore che in questo caso specifico non viene raggiunto; tuttavia, la presenza in letteratura di dati che riferiscono di interferenze per livelli di campo confrontabili con quelli riportati nella Tabella II, rende comunque sconsigliabile l’effettuazione di operazioni di saldatura.

La diffusione delle tecnologie basate sulle onde elettromagnetiche non accenna ad arrestarsi: si segnala a titolo di esempio il caso delle reti informatiche in via di migrazione dal cavo in fibra ottica al cosiddetto "wireless". Diventerà pertanto sempre più necessario approfondire le ricerche sulla compatibilità elettromagnetica di tutti i dispositivi medici impiantabili e sviluppare agili strumenti valutativi che siano di ausilio al Medico Competente per formulare il giudizio di idoneità.

Sotto questo profilo risulta interessante la possibilità di avvalersi di laboratori di fisica industriale dotati di una minima conoscenza delle problematiche elettromedicali e anche di strumenti di valutazione in corso di sviluppo (9).

Si richiama infine la necessità di mantenere la normativa in materia aggiornata al progresso scientifico e all'evoluzione tecnologica.

A titolo di esempio negativo si può senz'altro segnalare il recente D.P.C.M 8/7/2003 "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*". Da un lato si continua a concentrare l'attenzione sui campi elettromagnetici prodotti dagli elettrodotti trascurando tutte le altre sorgenti di campo che ormai sono sempre più diffuse nell'ambiente di vita; dall'altro viene fissato, "a titolo di misura di cautela", un valore di attenzione di 10 μ T, che potrebbe sembrare un significativo passo nella direzione di una maggiore tutela anche dei portatori di PM se non fosse per come viene calcolato il limite stesso, definito come mediana dei valori delle 24 ore.

Al di là della considerazione specifica è evidente come, a fronte di una sempre più ampia diffusione di tecnologie con elevato impatto elettromagnetico, sia opportuno concentrare l'attenzione della ricerca più che su ipotetici effetti a lungo termine, spesso ancora da verificare, sulle possibili interazioni fra sistemi elettronici comple-

tamente diversi, anche difficilmente prevedibili a priori, ma che possono produrre realmente effetti negativi sulla salute dell'uomo.

Bibliografia

- 1) Santomauro M, Minichio S, Costanzo A, Cresta R, Solimene F, Marrazzo N, Chiarello M. Vademecum per i pazienti con pacemaker e defibrillatore: consigli pratici contro le interferenze elettromagnetiche. IX Corso AIAC di aggiornamento in elettrostimolazione cardiaca permanente e aritmologia - Rimini, 1999.
- 2) Levy S, FESC: ESC. Statement on possible interference between electronic article surveillance system and implanted pacemakers or defibrillators. Newsletter May 1999; Volume 8, n° 2.
- 3) Marco D, Eisinger G, Hayes DL. Testing of work environments for electromagnetic interference. Pacing Clin Electrophysiol. 1992 Nov; 15(11 Pt 2): 2016-22.
- 4) Fetter JG, Benditt DG et al. Interferenza elettromagnetica della saldatura e dei motori sui defibrillatori impiantabili in base a quanto valutato in ambiente di lavoro elettricamente ostile. J Am Coll Cardiol 1996; 28: 423-427.
- 5) Barbaro V, Bartolini P, Calcagnini G, Censi F, Beard B, Ruggera P, Witters D. On the mechanisms of interference between mobile phones and pacemakers: parasitic demodulation of GSM signal by the sensing amplifier. Phys Med Biol 2003 Jun 7; 48(11): 1661-71.
- 6) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 1998; 74.
- 7) Frank R, Souques M, Himbert C, Hidden-Lucet F, Petitot JC, Fontaine G, Lambrozo J, Magne I, Bailly JM. Effects of 50 to 60 Hz and of 20 to 50 kHz magnetic fields on the operation of implanted cardiac pacemakers. Arch Mal Coeur Vaiss 2003 Apr; 96 Spec No 3: 35-41.
- 8) Associazione Italiana Radioprotezione Medica. Linee Guida per la Sorveglianza medica di lavoratori esposti a radiazioni a radiofrequenza. A cura di L'Abbate N, Righi E, Saioa B, Terrana T, Pubblicazione n° 25/1997. Edizioni S.E.Cu.P. Srl Roma, 1997.
- 9) Gustrau F, Bahr A, Goltz S, Eggert S. Active medical implants and occupational safety-measurement and numerical calculation of interference voltage. Biomed Tech (Berl). 2002; 47 Suppl 1 Pt 2: 656-9.

Richiesta estratti: Dott. G. Taino - Unità Operativa di Medicina Ambientale e Medicina Occupazionale - Fondazione Salvatore Maugeri - Via Ferrata 4, 27100 Pavia, Italy