

RISCHI FISICI

RF 01

MONITORAGGIO CAMPI ELETTROMAGNETICI: DALLA TEORIA ALLA PRATICA - CASO STUDIO DI UTILIZZAZIONE CONTEMPORANEA DI APPARECCHIATURE DICHIARATE CONFORMI DAL FABBRICANTE

P. Buffa¹, M. Casamirra², M. Di Liberto¹, E. Tomarchio³, E. Tranchina⁴, G. Tranchina⁴

¹ SIN s.r.l.

² Servizio di Radioprotezione - Università degli Studi di Palermo

³ Dipartimento Energia - Università degli Studi di Palermo

⁴ Dipartimento di Scienze per la Promozione della Salute "G. D'Alessandro" - Sez. Medicina del Lavoro - Università degli Studi di Palermo

RIASSUNTO. Nel presente lavoro sono illustrati i risultati di una campagna di misurazioni di campi elettromagnetici all'interno di locali adibiti a laboratorio di clinica forense dotato di LC-MS. Sulla base della norma tecnica EN 50499 (Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici), i luoghi di lavoro in cui sono installate apparecchiature marcate CE, utilizzate e mantenute in conformità al manuale d'uso, sono da considerarsi rispondenti *a priori* ai requisiti fissati dalla direttiva 2004/40/CE. Scopo dello studio è stato quello di effettuare una verifica sperimentale del rispetto dei limiti di esposizione nel caso di un tipico laboratorio ad alta tecnologia in cui siano compresenti molteplici apparecchiature utilizzate contemporaneamente. A tale fine è stata messa a punto una procedura di misura con riferimento alle norme CEI 211-6 e CEI 211-7, utilizzando strumentazione dotata di un'ampia gamma di sensori isotropici.

INTRODUZIONE

Il capitolo relativo ai campi elettromagnetici occupa ai nostri giorni grande interesse in quanto nonostante i numerosi studi sull'argomento gli eventuali effetti sul corpo umano non sono ancora stati definiti. Questo interesse si evidenzia nella normativa vigente che con il D. Lgs 81/08 ha recepito le direttive 2004/40/CE sui requisiti minimi di tutela dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici (1). La norma in atto prende in considerazione solo gli effetti nocivi a breve termine sul corpo umano. Tali effetti sono di tipo deterministico la cui soglia cioè è stata definita e la cui gravità può variare in funzione dell'intensità dell'esposizione. Per quanto riguarda gli effetti a lungo termine comprendenti anche la possibile cancerogenicità i dati scientifici allo stato attuale non permettono di stabilire il nesso di causalità (2, 3). Solo i campi elettromagnetici con frequenza compresa tra 0 e 100-500 Hz (ELF) (4) sono stati classificati dalla IARC come possibili cancerogeni (gruppo 2 A). Sempre per quanto riguarda le ELF inoltre altri studi hanno approfondito eventuali effetti neuropsicologici, malattie psichiatriche e neurodegenerative, effetti sull'apparato cardiovascolare e sulla riproduzione ma tali ricerche devono ancora essere oggetto di ulteriori approfondimenti (5). Infine grande importanza riveste anche la tematica relativa ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio e quindi quei lavoratori che potrebbero essere maggiormente suscettibili agli effetti dei campi elettromagnetici.

A seguito dell'introduzione della direttiva 2004/40/CE il Comitato Europeo di Normazione Elettrotecnica (CENELEC) ha elaborato, su mandato della commissione europea, con la norma EN 50499 una "procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici" conforme ai requisiti della direttiva medesima (6). Tale norma (analizzata nel dettaglio ad es. da (7)) definisce un percorso di valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici basato su una preliminare caratterizzazione del luogo di lavoro anche per mezzo della individuazione e localizzazione delle attrezzature di lavoro aventi capacità di generare campi elettromagnetici. In particolare, la norma elenca luoghi di lavoro conformi "a priori" ai requisiti della direttiva ci-

sono presenti apparecchiature marcate CE. Nel caso in cui siano presenti attrezzature non dotate di marcatura CE la norma prevede che si verifichi l'esistenza di adatti standard di valutazione e calcolo per lo specifico posto di lavoro. In assenza di tali standard si richiede che venga effettuata una valutazione approfondita del rischio dovuto ai campi elettromagnetici, ed in tal senso la norma riporta un elenco (non esaustivo) di luoghi che necessitano di detta valutazione.

MATERIALI E METODI

Obiettivo del presente lavoro è stato quello di verificare che in un tipico laboratorio di ricerca ad elevata tecnologia, nella fattispecie un laboratorio di clinica forense, dotato di numerose apparecchiature tutte fornite di certificato di conformità CE, e pertanto conforme a priori in base alla EN 50499, siano realmente rispettati i limiti di esposizione previsti dalla normativa vigente in tutte le postazioni di lavoro. Lo studio condotto risulta complementare a quanto effettuato da Bini et al. (8) con riferimento a luoghi che necessitano invece di specifica valutazione del rischio.

Nel caso particolare, verificato che nessuno dei locali limitrofi appartenga alla categoria di quelli con necessità di specifica valutazione, la procedura di misura applicata consta dei seguenti passi:

1. Mappatura del laboratorio, con verifica della disposizione e tipologia (principio di funzionamento, potenza impegnata, etc.) delle apparecchiature (LC-MS) e identificazione delle postazioni operatore e dei punti di misura da rilevare (Figura 1).
2. Individuazione, tramite analizzatore di spettro (R&S FS300) ed adeguato set di antenne (loop e biconiche), delle principali componenti spettrali del campo elettromagnetico.
3. Esecuzione di una campagna di misure come previsto dalle norme CEI 211-6,7 (9).

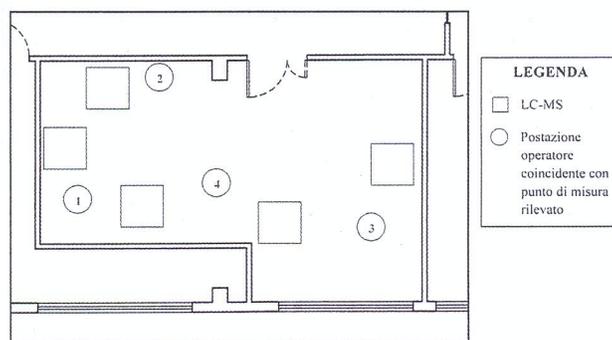


Figura 1. Planimetria con indicazione della posizione di apparecchiature e postazioni di lavoro

L'attrezzatura utilizzata consiste di un misuratore di campi elettrico, magnetico ed elettromagnetico (Narda PMM 8053B) e di un set di sensori isotropici con *range* complessivo di misura da 5Hz a 3GHz (EHP50C, EP 330, HP 032, HP 102).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella tabella che segue sono riportati i risultati delle misurazioni (in banda larga) effettuate in termini di valore RMS (Root Mean Square) del campo elettrico o magnetico - in dipendenza dalla sonda impiegata - rilevato. Sono altresì riportati, per confronto, i valori d'azione per campo elettrico e magnetico, che rappresentano i valori di soglia al superamento dei quali subentra l'obbligo di adottare una o più delle misure previste al Capo IV del Titolo VIII della Legge 81/08, estratti dalla Tabella 2 dell'Allegato XXXVI della medesima legge con riferimento al valore più cautelativo nell'intervallo di frequenze considerato.

L'analisi dei dati rilevati mostra che i valori di campo elettrico e magnetico nelle postazioni di lavoro esaminate rispettano appieno quanto previsto dalla normativa vigente, essendo in tutti i casi considerevolmente più bassi dei valori di azione prestabiliti e quindi, dei limiti di esposizione (Tabella 1 - Allegato XXXVI - L. 81/08). Le misure preliminari effettuate con l'analizzatore di spettro (non riportate in questa sede per brevità) evidenziano uno spettro del campo EM con picchi caratteristici che lasciano supporre che la principale componente

(ripetitori di telefonia mobile e radio, wi-fi), piuttosto che ad emissioni prodotte dai macchinari presenti all'interno del laboratorio. Ciò è avvalorato dal fatto che durante la fase di caratterizzazione del campo EM, il tracciato ottenuto è rimasto immutato nelle condizioni di apparecchiature accese/spente. Tale questione richiama quindi l'attenzione sulla problematica degli "inquinanti" che emessi da terze parti riguardano in modo ubiquitario sia gli ambienti di lavoro sia quelli di vita.

Tabella I. Valori RMS rilevati e valori di azione previsti dalla Legge 81/08

	Grandezza	Postazione 1	Postazione 2	Postazione 3	Postazione 4	Valori d'azione
EHP 50C 5 Hz - 100kHz	E [V/m]	0,433	0,410	0,368	0,415	610
EP 330 100kHz - 3GHz	E [V/m]	0,380	0,390	0,390	0,450	137
EHP 50C 5 Hz - 100kHz	B [μ T]	0,092	0,081	0,072	0,087	20
HP 032 0,1 - 30MHz	H [A/m]	0,036	0,037	0,039	0,037	0,2
HP 102 30MHz - 1GHz	H [A/m]	0,026	0,026	0,024	0,025	0,45

BIBLIOGRAFIA

- 1) Direttiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici), Gazz. Uff. dell'UE (ed. Italiana), L.184, 1-9, 2004.
- 2) Moccaldi R., Grandi C., "L'idoneità dei lavoratori con particolare sensibilità alle radiazioni non ionizzanti", G Ital Med Lav Erg, 2011 33:2, 134-148, PI-ME, Pavia.
- 3) Gobba F., "La valutazione dell'esposizione dei lavoratori", 2007 Atti del XX Congresso Nazionale AIRM, 317-334, Alghero (SS).
- 4) Campurra G., Manuale di Medicina del Lavoro 2010, Assago (MI), Italia Wolters Kluwer Italia s.r.l. 2010.
- 5) Carta P., "Le NIR: stato delle indagini epidemiologiche", 2007 Atti del XX Congresso Nazionale AIRM, 269-286, Alghero (SS).
- 6) European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), "Procedure for the assessment of the exposure of workers to electromagnetic fields" (Standard EN 50499), CENELEC, Bruxelles, Belgio, 2008.
- 7) Marigo M., "Protezione dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici e norma EN 50499", ISL - Igiene e Sicurezza del Lavoro, 2009 n. 6/2009, 316-323, Wolters Kluwer Italia s.r.l., Assago (MI), Italia.
- 8) Bini M. et al., "Sicurezza e Compatibilità Elettromagnetica in ambiente Ospedaliero", 2012 TSRR, Vol. 4, 1-39, IFAC-CNR, Firenze, Italia.
- 9) Comitato Elettrotecnico Italiano, "Guida per la misura dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana" (CEI 211-6) e "Guida per la misura dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana" (CEI 211-7), CEI, Milano, Italia, 2001.

RF 02

EFFETTI ACUTI IN ESPOSTI AI CAMPI ELETTROMAGNETICI INDOTTI DALLA RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE (RMN): REVISIONE DEI DATI DI LETTERATURA

G. Zanotti¹, F. Gobba^{1,2}

¹ Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro - Università di Modena e Reggio Emilia

² Cattedra di Medicina del Lavoro - Università di Modena e Reggio Emilia

RIASSUNTO. La RMN comporta un'esposizione a campi statici e a frequenza variabile. Le conoscenze sui possibili rischi per gli opera-

tori sanitari esposti sono scarse. È stata condotta una ricerca sistematica degli studi presenti nella letteratura scientifica sulla relazione tra l'esposizione ai campi elettromagnetici indotti dalla Risonanza Magnetica Nucleare (RMN) e l'insorgenza di effetti nei lavoratori. Sono stati raccolti 14 studi. I risultati dimostrano alcuni disturbi soggettivi, come percezione di sapore metallico, vertigini, senso di movimento, nausea e cefalea, ed effetti neurocomportamentali quali alterazioni della coordinazione oculo-motoria e performance visiva. Gli effetti sono essenzialmente dose dipendenti, e regrediscono rapidamente al termine dell'esposizione. Carenti sono le conoscenze su eventuali effetti a lungo termine.

Parole chiave: effetti acuti, campi elettromagnetici, risonanza magnetica nucleare

ABSTRACT. MRI involves exposure to static fields and variable frequency. So far, knowledge about the possible risks in workers occupationally exposed are lacking.

We have conducted a systematic search of studies from the scientific literature on the relationship between exposure to electromagnetic fields induced by Magnetic Resonance Imaging (MRI) and the development of effects in workers.

Some subjective effects were observed as the perception of metallic taste, dizziness and movement, nausea and headache, and some neuro-behavioral effects including primarily test motor-eye coordination and visual performance. All these were essentially dose-dependent and rapidly reversible after the end of exposure. Knowledge on possible long term effects is lacking.

INTRODUZIONE

Le apparecchiature per la RMN comportano un'esposizione sia a campi elettromagnetici (CEM) statici che, durante le procedure di imaging, anche a campi a frequenza variabile. Gli operatori della RM e, comunque, tutto il personale che opera negli ambienti dove vengono effettuate procedure di RMN a scopi medici e/o per ricerca, è esposto a tali campi.

Gli scanner per la RMN attualmente più diffusi hanno potenze di 1,5 T o, talvolta, 3 T, ma i più recenti possono raggiungere 7 T o più (1). Questo comporterà, verosimilmente, esposizioni sempre più elevate nel personale per il futuro.

Vari studi son stati condotti sui possibili rischi dovuti a queste esposizioni nei pazienti, mentre molto più scarsi sono i dati per quanto riguarda i lavoratori professionalmente esposti.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di raccogliere gli studi presenti nella letteratura scientifica sulla relazione tra l'esposizione ai campi elettromagnetici indotti dalla Risonanza Magnetica Nucleare (RMN) e l'insorgenza di effetti avversi nei lavoratori.

MATERIALI E METODI

Prendendo in esame le banche dati Embase, Medline, PubMed e Scopus, sono stati cercati gli studi, pubblicati dal 2003 ad oggi, inerenti la correlazione tra esposizione a CEM indotti dalla RMN e insorgenza di sintomi soggettivi e di effetti acuti, specie neurocomportamentali, negli operatori.

Sono stati utilizzati i seguenti termini: *MRI occupational exposure, safety human MRI, acute effect, static magnetic field, gradient magnetic field, subjective symptoms, human vital signs, cognitive functions, neurobehavioral effects*. Sono stati trovati 31 lavori, che sono stati poi selezionati in base ai seguenti criteri:

- studi sperimentali;
- possibilità di reperire il testo mediante servizio bibliotecario universitario;
- lavori pubblicati in lingua inglese.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono stati così selezionati 14 studi, condotti con apparecchiature di RMN da 0,5 a 9,4 T.

Nella gran parte degli studi sono stati valutati gli effetti indotti da esposizioni sperimentali in volontari (8 lavori) o in operatori di RMN, quale personale sanitario o tecnici addetti alla produzione/messa a punto di apparecchiature (6 lavori); in uno studio è stata anche valutata la sintomatologia anamnesticca in un gruppo di operatori sanitari.