

# Sorgenti di campo elettrico e magnetico con forma d'onda complessa in ambito sanitario

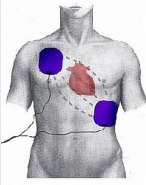
D. Andreuccetti (1), A. Bogi (2), L. Pinto (2), N. Stacchini (2), N. Zoppetti (1)

(1) IFAC-CNR, via Madonna del Piano 10 - 50019 Sesto Fiorentino (FI) : [d.andreuccetti@ifac.cnr.it](mailto:d.andreuccetti@ifac.cnr.it), [n.zoppetti@ifac.cnr.it](mailto:n.zoppetti@ifac.cnr.it),

(2) Azienda U.S.L. 7 di Siena Laboratorio Agenti Fisici, Strada di Ruffolo 4 - 53100 Siena : [a.bogi@usl7.toscana.it](mailto:a.bogi@usl7.toscana.it), [i.pinto@usl7.toscana.it](mailto:i.pinto@usl7.toscana.it),

Il presente lavoro contiene una sintesi dei risultati preliminari delle valutazioni del rischio da esposizione a campi elettromagnetici (CEM) che sono state condotte presso strutture sanitarie della Regione Toscana nell'ambito del Piano Mirato Triennale per la formazione del personale dei SPP delle 16 Aziende Sanitarie Toscane e la formulazione di specifici criteri di valutazione del rischio - Area Tematica 5: Campi elettromagnetici, il cui coordinamento è affidato al Laboratorio Agenti Fisici della USL 7 di Siena, il quale si è avvalso della collaborazione dell'Istituto IFAC-CNR.

## Defibrillatori

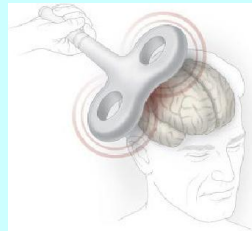


Tipologia	Marca	Modello
manuale	Medtronic	Life Pak 15
manuale	Medtronic	Life Pak 12
manuale	Schiller Medical	Defigard 5000
semiautomatico	Schiller Medical	Fred Easy

I defibrillatori sono dispositivi usati per applicare scariche elettriche di elevata intensità e breve durata attraverso il torace del paziente, mediante elettrodi, allo scopo di ripristinare una normale attività cardiaca.

La forma d'onda prodotta in uscita dal defibrillatore può essere di tipo monofasico a sinusoidale smorzata con decadimento graduale o monofasico ad esponenziale troncato con decadimento istantaneo. Di più recente introduzione risulta l'impiego di forme d'onda di tipo bifasico per le quali la corrente liberata scorre in un primo momento in una direzione positiva e successivamente in una direzione negativa, richiedendo minor energia per la defibrillazione.

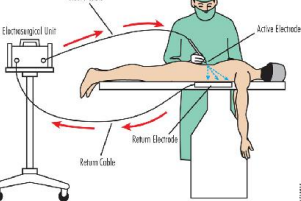
## Gli stimolatori transcranici



Marca	Modello
MEDTRONIC	MAGPRO30+M- (DC)
MEDTRONIC	MAGPRO COMPACT
MAGSTIM	Magstim Rapid 2
MAGSTIM	MAGSTIM 200
DANTEC	MAG LITE

La Stimolazione Magnetica Transcranica (TMS) è una tecnica che consente di stimolare o inibire la corteccia cerebrale in modo non invasivo. Le sue caratteristiche tecniche la rendono un importante e promettente strumento di analisi delle funzioni cognitive superiori e della via motoria centrale, rendendo possibile l'esplorazione dell'eccitabilità corticale e della conduzione motoria. La TMS impiega un impulso magnetico di forte intensità, focalizzato in una porzione limitata di spazio, che viene somministrato attraverso una bobina di stimolazione (coil).

## Elettrobisturi



Marca	Modello
ConMed Electrosurgery	System 5000 60-8005-00
ERBE Germany	VIO 300 D
Valleylab	Force Fx-8C
Valleylab	Force F2

L'elettrobisturo è uno strumento che taglia e coagula tessuti biologici utilizzando il riscaldamento prodotto per effetto Joule dal passaggio di corrente a radiofrequenza fornita all'estremità di un manipolo. L'aumento di temperatura, in funzione della densità di potenza e del tempo di applicazione, determina l'effetto di coagulazione o taglio.

L'elettrobisturo è collegato al paziente attraverso un elettrodo attivo o bisturi, di piccole dimensioni, ed un elettrodo neutro o piastra, di elevata superficie. Il primo, a seconda della necessità chirurgica può presentare forma appiattita, sferica, ad anello o ad ago. Il secondo è caratterizzato da una grande superficie di contatto e raccoglie la corrente ad alta frequenza uscente dall'elettrodo attivo, chiudendo il circuito. Tale configurazione di funzionamento è detta monopolare. La configurazione bipolare utilizza invece una sola impugnatura, detta pinza bipolare, nella quale sono inseriti due elettrodi, uno con funzione di elettrodo attivo, l'altro passivo.

## Metodica di valutazione

Gli stimolatori magnetici transcranici e i defibrillatori producono, nella modalità operativa più rilevante dal punto di vista radioprotezionistico, impulsi singoli di varia forma, il cui spettro è confinato entro i 100 kHz. La metrica di valutazione più appropriata per queste tipologie di elettromedicali consiste nell'applicazione del cosiddetto **metodo del picco ponderato** previsto dalle linee guida ICNIRP

$$I_{WP} = \left| \sum \frac{B_i^{pk}}{B_{LIM}(f_i)\sqrt{2}} \cos[2\pi f_i t + \theta_i + \phi(f_i)] \right| \leq 1$$

- Nel dominio del tempo:**
- Filtri analogici in HW
  - Campionamento + filtri numerici in SW
- Nel dominio della frequenza:**
- Campionamento + elab. SW (DFT/FFT)

- limitare il valore istantaneo dei campi
- può essere applicato in relazione ai limiti delle linee guida ICNIRP del 1998 e del 2010
- limiti per i lavoratori professionalmente esposti sia a quelli per la popolazione generale
- metodo 'di elezione' per trattare le esposizioni a bassa frequenza

Per gli elettrobisturi si è utilizzato il **metodo standard**:

$$\frac{\sum B_{rms}(f_i)}{B_{L-rms}} < 1$$

- condizioni estremamente cautelative → indici più alti
- Tempo di funzionamento continuo molto inferiore a 6 minuti → effetti termici sugli operatori trascurabili
- Configurazione di elettrodi e cavi standard

## Distanze di rispetto dei limiti per lavoratori e

Tipologia	apparecchio	100% lav	100% pop
transcranica	Magstim Rapid 2	60	80
transcranica	DANTEC MAG LITE	120	180
transcranica	MEDTRONIC MAGPRO COMPACT	120	200
transcranica	MAGSTIM 200	160	210
transcranica	MEDTRONIC MAGPRO R 30+M	170	210
defibrillatore manuale	Medtronic LifePak 15	20	25
defibrillatore manuale	Medtronic LifePak 12	15	25
defibrillatore manuale	Schiller Medical - Defigard 500	30	40
defibrillatore semiauto	Schiller Medical - Fred-Easy	50	80
elettrobisturi	ConMed Electrosurgery	30	70
elettrobisturi	ERBE Germany	5	
elettrobisturi	Valleylab Force Fx-8C	10	70
elettrobisturi	Valleylab Force F2	10	70

## Conclusioni

**Stimolatori transcranici**, anche il tronco ed il cranio dell'operatore sono sempre esposti a livelli superiori ai valori d'azione per i lavoratori. Tali apparecchiature dovranno essere installate in locali idonei in modo da evitare che vi siano zone di superamento dei livelli di riferimento per la popolazione in aree ad accesso libero per il personale e le persone del pubblico.

**Elettrobisturi**: i lavoratori che operano con gli elettrobisturi devono essere classificati come professionalmente esposti a campi elettromagnetici, in quanto in generale il tronco ed il cranio sono esposti a campi superiori al livello di riferimento per la popolazione e le mani possono essere esposte a campi superiori ai valori di azione per i lavoratori

**Defibrillatori** è possibile con opportune procedure, evitare che gli operatori siano immersi con tronco e cranio nelle zone dove si è registrato un superamento del livello di riferimento per la popolazione.

**I manuali d'uso** delle apparecchiature esaminate sono carenti sotto il profilo delle informazioni fornite sui rischi associati all'impiego del macchinario, in relazione alle emissioni dei campi elettromagnetici da questo irradiati. In particolare la manualistica non riporta la tipologia ed entità dei campi elettromagnetici irradiati in relazione alla salute e sicurezza del paziente e dei lavoratori

### Bibliografia

- 1 ICNIRP "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)", Health Physics, Vol.74, N.4, April 1998, pp.494-522, April 1998
- 2 ICNIRP. "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)". Health Physics, Vol.99, N.6, pp.818-836, December 2010
- 3 ICNIRP Statement: "Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines", Health Physics, Vol.84, N.3, March 2003, pp.383-387, March 2003
- 4 Nicola Zoppetti, Daniele Andreuccetti, Andrea Bogi, Iole Pinto "Impatto dell'evoluzione normativa sulla valutazione del rischio da esposizione occupazionale a campi magnetici fino a 100 kHz in ambito industriale e sanitario" Atti (su supporto elettronico) del quinto convegno nazionale "Controllo degli agenti fisici: ambiente, salute e qualità della vita", Novara, 6-8 giugno (2012)
- 5 A. Merlino, G. Quadrio, D. Andreuccetti, N. Zoppetti, A. Bogi, L. Pinto "Misure di campo elettromagnetico in ambito sanitario" Atti (su supporto elettronico) del XXXV Congresso Nazionale AIRP di Radioprotezione, 17-19 ottobre 2012 Venezia.