

Protocollo per misure su elettrobisturi monopolari v1.3

A.Bogi¹, D.Andreuccetti², G.Burriesci³, M.Comelli², R.Di Liberto⁴, R.Falsaperla³, F.Picciolo⁵, N.Stacchini¹

1. Azienda USL Toscana Sud Est, Siena
2. CNR-IFAC, Firenze
3. INAIL-DiMEILA, Monte Porzio Catone (Roma)
4. Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia
5. Dipartimento di Fisica, Università di Siena

Premessa

Nel valutare le emissioni degli elettrobisturi per i soggetti presenti nell'ambiente di utilizzo, ci troviamo sempre in una regione di campo molto vicina alla sorgente, per cui il campo elettrico e quello magnetico vanno valutati separatamente. Per questa tipologia di elettromedicali il campo elettrico risulta la grandezza rilevante dal punto di vista protezionistico, inoltre le sorgenti delle emissioni sono sia il manipolo che i cavi di andata e di ritorno verso il generatore. Di conseguenza sia la disposizione dei cavi che gli oggetti presenti nello scenario espositivo possono influenzare anche in maniera rilevante l'entità delle emissioni.

Tuttavia quello che ci interessa in questa fase è stimare una distanza di rispetto ai fini della zonizzazione delle aree con un'incertezza nota ma che non deve essere esasperata. Giusto per fare un paragone con altre situazioni, le considerazioni sulle distanze di rispetto che si devono ricavare dalle misure, sono più simili a quelle che si fanno nel calcolo delle schermature e della protezione dei lavoratori in radioprotezione, che a quelle che si fanno nel calcolo delle dosi in radioterapia. Per questo motivo ci accontentiamo di sapere se la distanza di rispetto di una dato limite è 30 cm oppure 1,5 m, ma possiamo trascurare il fatto che sia 1,5 m oppure 1,3 m (a patto di considerarla 1,5 m e non 1,3 m).

Se ci fosse da valutare una situazione espositiva che richiedesse una precisione maggiore, allora si dovrebbe entrare nel merito di quanto i vari parametri influenzano i risultati e delineare un protocollo di misura ben più rigoroso, al quale dovrebbe però seguire anche un protocollo di utilizzo altrettanto rigoroso e controllato.

Geometria della misura

Il campo elettrico risulta la grandezza rilevante dal punto di vista protezionistico, di conseguenza per effettuare le misure il macchinario viene posto sopra un tavolo in legno (eventuali viti o simili non contano), per rendere minima l'influenza dell'ambiente sul valore misurato. In alternativa si potrebbe utilizzare lo stesso supporto (ad esempio il tavolo operatorio) utilizzato nella pratica clinica in modo da riprodurre un ambiente elettromagnetico analogo.

I cavi sono le sorgenti di campo disperso e non è sempre facile capire come verranno disposti durante gli interventi. Comunque per aumentare la riproducibilità delle misure ed in vista di possibili modellizzazioni, il cavo di andata viene steso per almeno 1 metro di lunghezza ed il sensore viene messo in asse al cavo ad una distanza minima di circa 30 centimetri. A questo punto le misurazioni si possono effettuare nelle condizioni peggiori che corrispondono a mantenere il cavo di ritorno più lontano possibile da quello di andata. In alcuni ospedali anche al fine di contenere l'esposizione ai campi elettromagnetici, nella pratica clinica il generatore viene posizionato ai piedi del paziente ed i cavi di andata e ritorno vengono mantenuti vicini, lateralmente alle gambe dello stesso. Utilizzando tale configurazione si evita che i cavi debbano passare a distanza ravvicinata dal corpo di qualche operatore. Per simulare una situazione del genere le misure si possono effettuare disponendoli a 5-10 cm l'uno dall'altro, configurazione che ha anche il vantaggio di abbattere la dispersione dei campi per via della vicinanza delle due sorgenti di campo opposto.

Secondo quanto richiesto dall'ICNIRP, al fine di evitare possibili perturbazioni, le misurazioni di campo elettromagnetico andrebbero fatte nelle posizioni occupate dagli operatori, in assenza di questi. Tuttavia ciò non sempre è possibile durante le misurazioni in campo. Nel caso di valutazione delle emissioni di campo magnetico a bassa frequenza questa cautela non è critica, essendo trascurabile l'influenza dell'operatore. Invece le emissioni dell'elettrobisturi sono prevalentemente di campo elettrico a media frequenza e la presenza dell'operatore influenza il risultato della misura. Nel caso si dovessero effettuare misure in presenza dell'operatore, da alcune prove effettuate risulta che ponendo la sonda fra sorgente ed operatore il livello misurato è maggiore di circa il 30% rispetto a quello che si avrebbe in assenza dell'operatore; mentre ponendo la sonda dietro l'operatore si ha un effetto schermo che diminuisce della stessa quantità il campo misurato. Ovviamente al fine di essere maggiormente cautelativi, è preferibile tenere sempre la sonda fra operatore e sorgente.

Sempre per avere una riproducibilità più elevata dei risultati, durante la valutazione delle emissioni nella configurazione a circuito chiuso, l'elettrobisturi viene collegato all'apparecchio tester utilizzato normalmente dall'ingegneria clinica per effettuare i controlli elettrici. Normalmente sul tester è possibile impostare differenti valori di carico. Minore è il carico selezionato, maggiore è la corrente erogata, quindi maggiore è il campo magnetico, mentre quello elettrico tende a diminuire. Ad esempio per mettersi nelle condizioni peggiori di campo magnetico si possono effettuare delle misure con un carico di 50 ohm; in ogni caso questa grandezza è risultata sempre trascurabile ai fini protezionistici. Invece si può impostare un carico di 300 -500 ohm per misurare il campo elettrico.

L'erogazione di energia da parte di un elettrobisturi dovrebbe avvenire sempre con il manipolo in posizione di lavoro, in modo che vi sia immediatamente passaggio di corrente. Tuttavia parlando con medici e manutentori ci è stato detto che talvolta il medico prova l'elettrobisturi in aria prima dell'utilizzo, oppure lo attiva quando ancora non è esattamente in posizione. In queste condizioni non si ha passaggio di corrente, quindi l'intensità di campo elettrico disperso è massima. Per questo motivo si eseguono delle misurazioni anche con il manipolo in dotazione all'elettrobisturi in aria, senza chiudere il circuito (circuito aperto).

Impostazioni di acquisizione

Per misurare gli elettrobisturi fino al momento della stesura del presente protocollo, abbiamo sempre utilizzato lo strumento EHP200 della Narda. Si tratta di un analizzatore di spettro che effettua scansioni del campo sequenzialmente sui 3 assi in modo da calcolare: il valore del campo selezionato (elettrico o magnetico) a banda larga, la sua distribuzione spettrale; se selezionati, gli indici di esposizione per gli effetti di stimolazione e termici. Tali indici sono il risultato delle misurazioni e sono utilizzati per valutare l'esposizione degli operatori. Si noti che l'indice per gli effetti termici deve essere valutato su una media temporale di 6 minuti. Nella pratica si effettua una misura per valutarne il valore durante l'emissione di potenza e si calcola in seguito la media temporale su 6 minuti come previsto dalla vigente normativa, considerando i tempi utilizzati nella pratica clinica. A causa della brevità delle operazioni effettuate con gli elettrobisturi, l'indice termico normalmente non risulta essere quello maggiormente significativo.

Essendo l'acquisizione dei segnali sequenziale in frequenza e lungo i 3 assi, si deve trovare un compromesso fra i parametri di risoluzione spettrale e intervallo di frequenze acquisite da una parte ed il surriscaldamento dell'elettromedicale dall'altra. Infatti una scansione con una risoluzione alta (cioè una RBW piccola, per esempio 3 kHz o 10 kHz) che copra un intervallo di frequenze di qualche MHz, può durare diverse decine di secondi, mettendo a dura prova il sistema di raffreddamento dell'elettrobisturi. D'altra parte diminuendo la risoluzione (cioè aumentando la RBW), specialmente nel caso della modalità di emissione "coagulo", si rischia di sottostimare in maniera consistente l'indice di esposizione. Per questo motivo è importante riuscire ad ottenere uno spettro formato da picchi separati fra di loro, in modo da ottenere un valore di indice stabile che non aumenta più continuando ad aumentare la risoluzione. A titolo di esempio si riporta in figura 1 il risultato della misura di indice ottenuta con 3 differenti risoluzioni spettrali.

A ciascuna risoluzione spettrale lo strumento ha associato un indice, espresso in percentuale, decisamente differente: 150% con risoluzione pari a 3 kHz (spettro blu); 128% a 10 kHz (spettro rosso) e 75% a 30 kHz (spettro verde).

Per acquisire un intervallo di frequenze che comprenda tutta l'emissione rilevante, si può suddividere lo spettro in 2 o 3 intervalli consecutivi e non sovrapposti ed acquisire un intervallo spettrale alla volta lasciando "riposare" l'elettrobisturi fra una misura e la successiva. Poiché sia l'indice per gli effetti di stimolazione sia quello per gli effetti termici sono additivi in frequenza, il loro valore totale si otterrà sommando gli indici calcolati nei sotto-intervalli di frequenza. In questo modo potrebbe accadere di sommare 2 volte le emissioni che si trovassero in corrispondenza della frequenza finale di un intervallo ed iniziale del consecutivo, ma osservando la quantità di contributi che si ha normalmente quando si misurano gli elettrobisturi, questo fatto dovrebbe portare ad una sovrastima trascurabile del valore di indice finale.

La grandezza da impostare per il calcolo dell'indice sarà quasi sempre il campo elettrico, anche se una misura per verificare che il campo magnetico sia trascurabile, andrebbe sempre fatta.

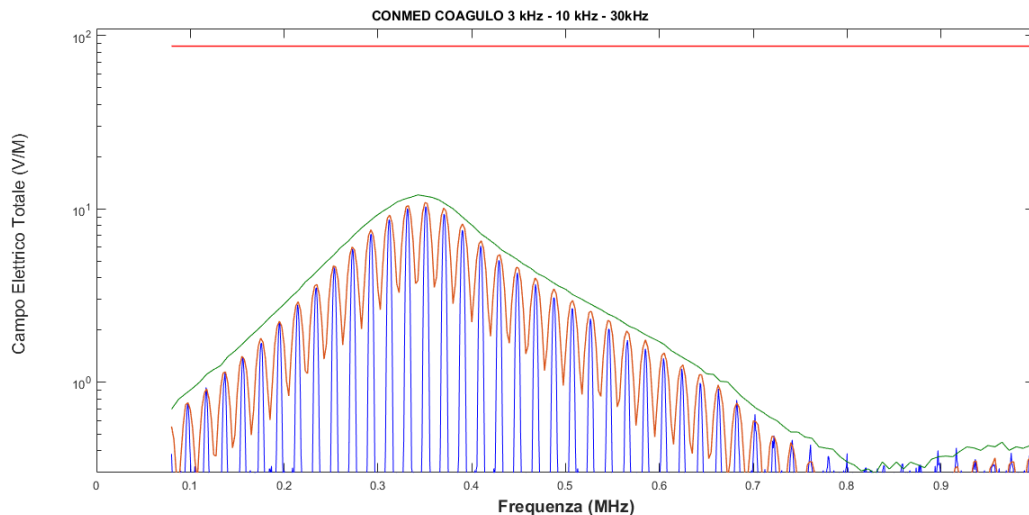


Figura 1. Spettri di emissione di campo elettrico da un elettrobisturi in modalità coagulo, misurati dallo strumento EHP200. Gli spettri sono acquisiti con risoluzioni differenti.

Misure per la zonizzazione

Con l'elettrobisturi impostato alla massima potenza (o a quella massima utilizzata), si valuta sia la modalità di coagulo che quella di taglio, effettuando misure anche a circuito aperto.

Si effettuano delle misurazioni allontanando progressivamente la sonda dalla sorgente, in modo da trovare la distanza di rispetto per i differenti limiti da considerare nella valutazione, cioè le distanze per cui l'indice di esposizione espresso in percentuale, è pari al 100%. Sicuramente il primo è il valore di riferimento per la popolazione generale (Raccomandazione Europea 1999/519 recepita in Italia dalla Legge 22 febbraio 2001, n.36). Fatto questo si trova la distanza di rispetto dei valori di azione per i lavoratori (D. Lgs. 81/08 e s.m.i., Titolo VIII capo IV). Specialmente per quanto riguarda la distanza di rispetto per i livelli di riferimento per la popolazione generale, essendo in alcune configurazioni, anche di qualche metro, potrebbe anche essere estrapolata da misure effettuate a distanze più brevi. Invece essendo la sonda piuttosto grande, non andrebbe mai avvicinata a meno di 25-30 cm dal cavo.

La modalità coagulo a circuito aperto normalmente è quella che corrisponde alle distanze di rispetto maggiori ed ha lo spettro più ricco, quindi più difficile da misurare.