

Monitoraggio Neurofisiologico Intraoperatorio nella chirurgia spinale

Fin dai primi anni '70, l'applicazione di tecniche di monitoraggio neurofisiologico intraoperatorio (MNI) ha permesso di migliorare i risultati della chirurgia e di ridurre la morbilità. Come emerge da diversi studi effettuati in vari centri nel corso degli ultimi anni, ha assunto sempre maggior importanza l'utilizzo di una registrazione multimodale dei potenziali evocati, al fine di monitorare il sistema nervoso sia sul versante afferente (vie sensitive, acustiche, visive) che su quello efferente (vie motorie).

Contestualmente, il monitoraggio neurofisiologico intraoperatorio (MNI) rappresenta una metodica relativamente recente con cui il tecnico di neurofisiopatologia (TNFP) ha solitamente poca consuetudine. La sala operatoria (SO) costituisce un ambiente con caratteristiche peculiari che lo differenziano sostanzialmente da un ambulatorio di neurofisiologia clinica. E' pertanto essenziale che il TNFP assuma familiarità con questa disciplina al fine di:

- 1) preparare adeguatamente il paziente;
- 2) acquisire correttamente i dati neurofisiologici, riconoscendo fattori non-chirurgici che possono modificare tali segnali e, soprattutto, fornire tempestivamente al medico responsabile del MNI informazioni circa la modificazione dei segnali.

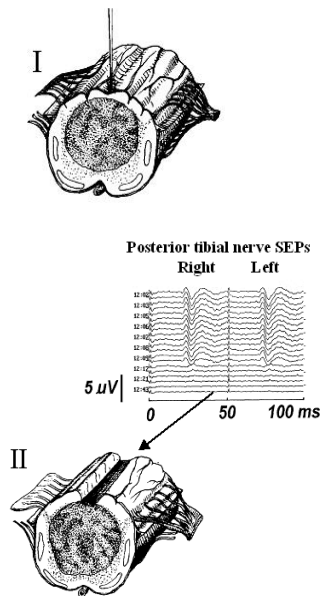
La ricerca di parametri di stimolazione e di registrazione adeguati e l'utilizzo di un'anestesia prevalentemente endovenosa, tale da non compromettere l'acquisizione del dato neurofisiologico, ha permesso di eseguire un MNI attendibile che consente non soltanto di poter predire l'outcome funzionale del paziente, ma soprattutto di aggiustare la strategia chirurgica sulla base del feedback neurofisiologico al fine di prevenire un possibile danno neurologico. Aspetto fondamentale nel MNI è l'interazione fra le varie figure professionali che lavorano in sala operatoria, in particolar modo il chirurgo, il neurofisiologo, il tecnico di neurofisiologia e l'anestesista.

Ai fini di una rapida e corretta interpretazione dei dati di MNI, è essenziale:

- 1) La conoscenza dello stato neurologico pre-operatorio del paziente.
- 2) La comunicazione chiara e costante con il medico responsabile del MNI.
- 3) La comunicazione pre-operatoria con l'anestesista per la preparazione del paziente e quella intraoperatoria per evitare:
 - a) la compromissione farmacologia del MNI;
 - b) la mis-interpretazione di modificazioni neurofisiologiche legate alla variazione di parametri quali ad esempio la temperatura corporea e la pressione arteriosa;
 - c) l'utilizzo inappropriato di stimolazioni che possano influenzare negativamente la gestione anestesologica del paziente.
- 4) La conoscenza delle principali fasi della procedura chirurgica e la comunicazione intraoperatoria con il chirurgo per riconoscere:
 - a) le manovre a maggior rischio di indurre un danno neurologico (coagulazione, retrazione, aspirazione ad ultrasuoni,...);

- b) le manovre che possono alterare il dato neurofisiologico così da richiedere la registrazione di nuovi segnali “basali” di riferimento (es. apertura durale, deliquorazione in posizione seduta).

Fig.1



I Potenziali Evocati Somatosensoriali (SEP) intraoperatori sono utilizzati in tutte le procedure chirurgiche nelle quali le vie somato-sensitive dei cordoni posteriori possono essere a rischio (tumori sopratentoriali, patologie della fossa cranica posteriore, tumori intramidollari, traumi spinali, midollo ancorato, malformazioni artero-venose, altre chirurgie)(Fig.1). I SEP sono registrati tramite una serie di elettrodi posizionati sullo scalpo secondo il sistema internazionale di EEG 10-20 con diverse derivazioni; le stimolazioni sono applicate sia agli arti inferiori (AI) che agli arti superiori (AS).

Le procedure sono condotte in anestesia generale utilizzando un’anestesia totalmente di tipo endovenosa (TIVA) (**Boisseau 2002, Liu 2005, Langeron 1999**) con utilizzo di propofol (che consente una limitata riduzione dose-dipendente dell’ampiezza, e latenza relativamente stabile dei SEP anche a differenti concentrazioni)

(**Chen 2004**) ed oppioidi (fentanyl, remifentanil o ultiva) (**Pathak 1984, Samra 2001**).

Venendo solitamente monitorati anche i Potenziali Evocati Motori (PEM), l’utilizzo dei curari è stato limitato solo al momento dell’intubazione tracheale e del posizionamento del paziente in SO. Nella registrazione per il monitoraggio dei SEP corticali vengono utilizzati elettrodi corkscrew, tali da permettere: 1) basse impedenze e 2) buona adesione al sito di registrazione; il posizionamento sullo scalpo del paziente viene eseguito secondo il sistema internazionale EEG 10-20. La stimolazione viene eseguita con l’utilizzo di stimolatori a placca, che vengono posti su determinati punti di repere anatomici ai quali corrispondono i nervi misti tibiale posteriore (TP) e mediano (MED) bilateralmente per la registrazione rispettivamente dei SEP AI e AS. Durante la preparazione del MNI il montaggio, viene adattato a seconda del tipo di intervento (lesione sopratentoriale, tronco encefalica, midollare alto o basso).

Utilizzare “montaggi” con elettrodi e parametri appropriati per la registrazione dei potenziali è un requisito necessario ed essenziale per una sicura e corretta registrazione dei SEP intraoperatori.

Qui sono riportati in maniera schematica i parametri utilizzati per la stimolazione e registrazione:

Stimolazione:

Tipo: Stimolo Elettrico

Intensità: 20 - 30mA

Frequenza Stimolo: 4.3Hz, 8.1Hz

Durata: 0.2 ms

Registrazione:

Cz'/Fz; C3'/Fz; C4'/Fz;

BPF: 30-300 Hz

Sweep: 100 – 200 (Average)

Window sweep 100 – 200ms

Utilizzare un dipolo di registrazione il più possibile vicino al vertice, consente di eliminare tutti i “rumori” che potrebbero inquinare la registrazione dei potenziali in SO.

Rispetto ad un laboratorio di neurofisiologia, i parametri utilizzati (tabella. n°1), quali ad esempio la frequenza di stimolazione e i filtri passa banda (BPF), devono inevitabilmente variare per consentire di eliminare tutti gli artefatti che sono riprodotti in SO durante l'intervento ed ottenere, così, un segnale monitorabile (**Nuwer, Dawson 1984**).

Parametri PESS		
Registrazione:	Ambulatorio	Intraoperatorio
BPF	10 - 3000 Hz	30 - 300 Hz
Gain	10 μ V	1 - 2 μ V
Sweep	100 - 200 ms	100 - 200 ms
Average	100 – 200	100 – 200

Stimolazione:	Ambulatorio	Intraoperatorio
Type	Continuous	Continuous
Rate	1.5 - 3 Hz	4.3 - 8.1 Hz
Duration	0.2 ms	0.2 ms
Intensity	motor threshold	20 - 30 mA

(tabella n.1)

Tutte le manovre per la registrazione dei segnali elettrofisiologici devono procedere senza essere di ostacolo alle procedure chirurgiche.



I Potenziali Evocati Motori (PEM) intraoperatori sono stati ottenuti attraverso la tecnica della Stimolazione Elettrica Transcranica (TES) (treno di 5 o 7 stimoli, durata 0.5 ms, ISI 4 ms a 1-2 Hz) e registrazione dai muscoli degli arti superiori (Abduttore Breve del Pollice ed Estensore radiale del Carpo) ed inferiori (Tibiale Anteriore ed Abduttore dell'alluce)(Fig.2).

Oltre ai PEM, durante un intervento sul midollo spinale, può essere monitorato un altro segnale conosciuto con il nome di onda "D" (Fig.3).

L'onda D è un'onda diretta e sincrona che viaggia lungo il fascio corticospinale generata da una piccola popolazione di fibre a conduzione veloce. Può essere elicitata dopo un singolo stimolo tramite la tecnica della Stimolazione Elettrica Transcranica e registrata a livello epidurale, sia rostralmente che caudalmente il livello della lesione. È un segnale molto robusto e stabile, anche durante l'anestesia intraoperatoria.

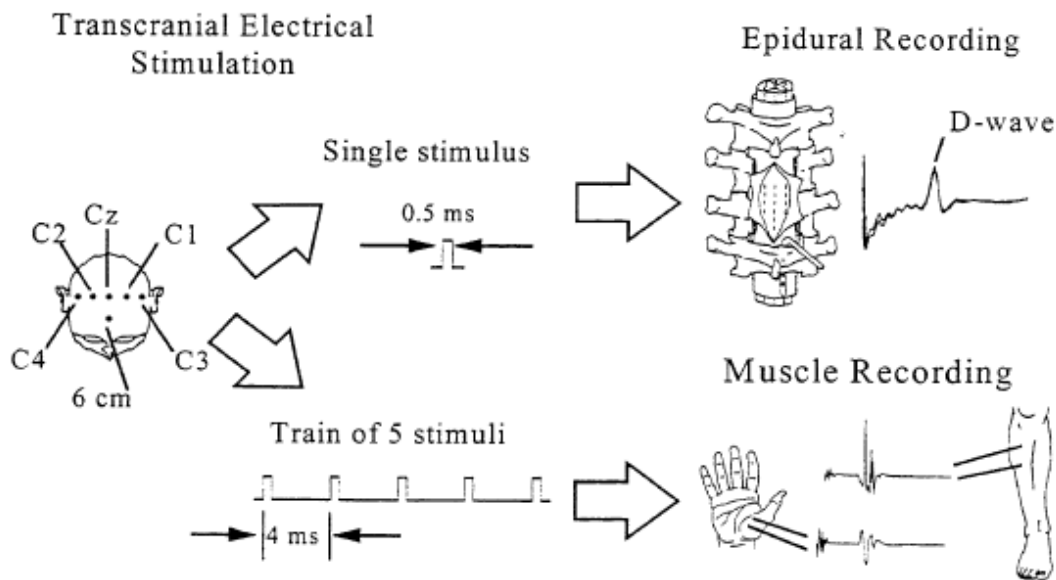


Fig.3

Spesso, come descritto in letteratura, l'utilizzo combinato dei PEM e dell'onda D permette di avere una buona prognosi sull'immediato outcome neurologico post-operatorio (Deletis 1999).

Tutti i segnali di base sono registrati prima dell'inizio della chirurgia sul tessuto nervoso così da avere dei parametri di riferimento (baseline); quelli di chiusura il più vicino possibile alla fine dell'intervento per ottenere e confrontare successivamente nel post-operatorio i potenziali (somatosensitivi e motori) alla clinica.

Un aspetto fondamentale del MNI è costituito dalla sinergia fra medico e tecnico addetti al monitoraggio, e dall'intensa comunicazione con l'equipe della SO (chirurgica, anestesiologicala, personale di sala).

Altra importante metodica utilizzata nella chirurgia spinale è il mappaggio neurofisiologico intraoperatorio il quale consente di determinare il ruolo funzionale delle radici della cauda equina in pazienti adulti e/o pediatrici affetti da disrafismi spinali quali mielomeningocele, lipomi spinali o midollo ancorato.

La stimolazione viene effettuata sempre con un hand-held probe coassiale in corrente continua, frequenza di stimolo 1Hz, durata di 0.5ms e soglia di stimolazione tra 0.1 – 2.5mA. Per la registrazione sono inseriti bilateralmente elettrodi ad ago twisterati da 12 o 18mm sui muscoli: retto femorale, tibiale anteriore, gastrocnemio ed abduktore dell'alluce ed elettrodi ad uncino per il muscolo sfintere anale.

Valutare criticamente ogni variazione di segnale, saper riconoscere ed isolare i potenziali bioelettrici da eventuali artefatti, escludere possibili errori tecnici rappresentano altri aspetti importanti per il TNFP al fine di svolgere responsabilmente un'attività che può essere fonte di grande soddisfazione professionale.

Vincenzo Tramontano

Tecnico di Neurofisiopatologia

AOUI Verona

Dipartimento di Neuroscienze, UOC Neurologia, Servizio di Neurofisiopatologia