

Stimolazione magnetica ed elettrica della corteccia cerebrale

J.-P. Lefaucheur

Questo articolo presenta i principi e i metodi delle diverse tecniche di stimolazione corticale. La stimolazione corticale può essere utilizzata per applicazioni diagnostiche o di monitoraggio intraoperatorio (potenziali evocati motori) o per la valutazione preoperatoria (mappatura funzionale in neuronavigazione). Essa si applica anche a fini terapeutici, utilizzando approcci transcranici non invasivi (stimolazione magnetica o stimolazione elettrica a corrente continua o a impulsi) o invasivi (elettrodi impiantati chirurgicamente). I campi di applicazione terapeutica riguardano principalmente il trattamento della depressione e delle sindromi da dolore cronico. La stimolazione corticale permette di interferire con l'attività delle reti neuronali intracerebrali, di attivarla o di inibirla e gli effetti indotti dipendono da vari parametri tecnici, come la frequenza e l'intensità della stimolazione, l'orientamento o la configurazione del campo elettrico indotto a livello corticale o la durata dei periodi di stimolazione. Nel settore spaziale, gli effetti biologici derivanti dalle variazioni dell'attività neuronale o sinaptica possono essere locali o, in generale, situati a distanza dal sito di stimolazione perché la stimolazione attiva preferenzialmente gli assoni nei corpi cellulari. Nel settore temporale, questi effetti si verificano solo durante la stimolazione o sono estesi o ritardati rispetto al tempo di stimolazione, essendo legati a processi di plasticità sinaptica. Le tecniche di stimolazione corticale sono molteplici e tra le strategie di neuromodulazione terapeutica più promettenti in fase di sviluppo, per la facilità di applicazione di metodi non invasivi per via transcranica. Tuttavia, resta ancora molto da fare per codificare meglio i protocolli di stimolazione corticale nella pratica clinica e per valutare nuove tecniche e nuovi parametri specifici per ottimizzare l'efficacia terapeutica nei disturbi neurologici o psichiatrici.

© 2017 Elsevier Masson SAS. Tutti i diritti riservati.

Parole chiave: Eccitabilità; Plasticità sinaptica; Stimolazione epidurale impiantata; Stimolazione magnetica transcranica; Stimolazione transcranica a corrente continua; Terapeutica

Struttura dell'articolo

■ Introduzione	1
■ Principi della stimolazione magnetica transcranica	2
■ Stimolazione magnetica a fini diagnostici	3
■ Stimolazione magnetica transcranica ripetitiva	4
■ Stimolazione da "theta burst"	4
■ Stimolazione "paired associative"	4
■ Stimolazione elettrica transcranica a corrente pulsata	5
■ Stimolazione elettrica transcranica a corrente continua	5
■ Stimolazione corticale impiantata	6
■ Confronto tra i metodi di stimolazione	6
■ Sicurezza e controindicazioni	6
■ Principi generali dell'attivazione dei circuiti neuronali di stimolazione corticale	6
■ Plasticità, "priming" e neuroprotezione	7

■ Uso terapeutico della stimolazione corticale	7
■ Conclusioni	8

■ Introduzione

La stimolazione corticale è un approccio di neuromodulazione, particolarmente applicabile come strategia terapeutica per vari disturbi neurologici e psichiatrici refrattari ai trattamenti convenzionali. La stimolazione corticale può essere fatta con metodi invasivi (impianto chirurgico di elettrodi e di un generatore di impulsi) o non invasivi (stimolazione magnetica o elettrica transcranica) (Fig. 1). Tuttavia, la stimolazione corticale può essere utilizzata anche in applicazioni diagnostiche, come, per esempio, la registrazione dei potenziali evocati motori (PEM) in risposta alla stimolazione magnetica transcranica, per studiare la conduzione nervosa sul tratto piramidale.

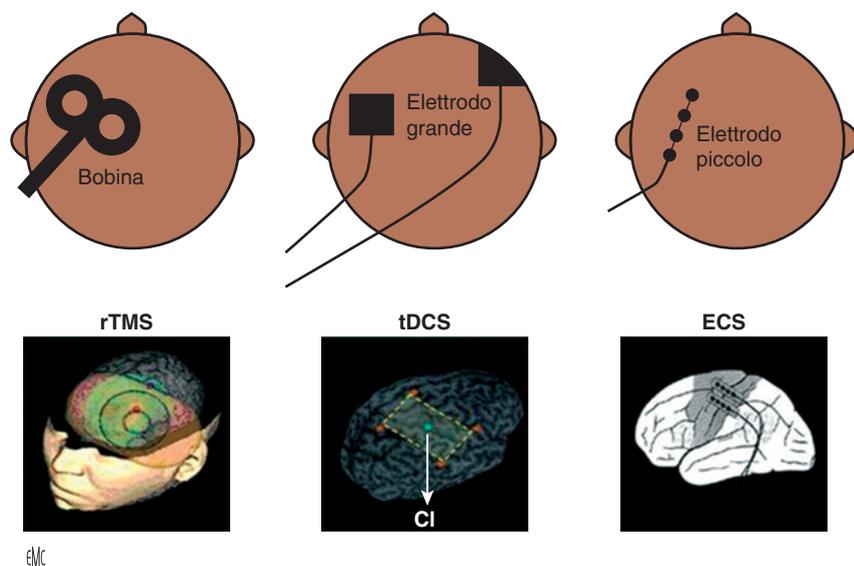


Figura 1. Principali tecniche di stimolazione corticale: stimolazione magnetica transcranica ripetitiva (rTMS), stimolazione elettrica transcranica a corrente continua (tDCS) e stimolazione corticale epidurale impiantata (ECS).

Questo articolo descrive, in un primo momento, i principi e i meccanismi d'azione delle principali tecniche di stimolazione corticale potenzialmente applicabili nella pratica clinica, tralasciando, tuttavia, i metodi il cui scopo è di indurre un attacco epilettico (elettroconvulsivoterapia o *magnetic seizure therapy*).

■ Principi della stimolazione magnetica transcranica

La stimolazione magnetica transcranica (la cui sigla TMS riprende la terminologia inglese *transcranial magnetic stimulation*) si basa sul principio scientifico dell'induzione elettromagnetica scoperta da Faraday nel 1831. Una corrente breve e di intensità elevata passa attraverso una bobina di filo di rame, generando un campo magnetico che può arrivare fino a circa 2 tesla e che dura circa 100 ms. Questo campo magnetico può, quindi, essere trasportato dalla bobina e, se questa viene applicata al cuoio capelluto, il campo è in grado di passare attraverso l'osso del cranio senza essere influenzato (al contrario della corrente elettrica). Infine, questo breve campo magnetico, arrivando nel cervello (mezzo conduttivo), induce, secondo la legge di induzione elettromagnetica, una corrente elettrica, la cui intensità è sufficiente a produrre potenziali d'azione nei circuiti neuronali, in modo sicuro e senza dolore (Fig. 2). Le prime macchine di TMS utilizzate nella pratica clinica sono state costruite a metà degli anni '80 [1].

Vari parametri tecnici possono modificare la geometria del campo elettrico indotto nel cervello e, quindi, modulare la natura delle strutture neuronali attivate dalla TMS e influenzare gli effetti biologici. Questi parametri includono il tipo e l'orientamento della bobina di TMS usata o la forma dell'onda dell'impulso magnetico (monofasica, bifasica, sinusoidale, ecc.). Per quanto riguarda i tipi di bobina, ci sono bobine "semplici" (circolari, paraboliche), "doppie" o con un disegno molto particolare, per generare un campo magnetico in modo più profondo o più diffuso (*H-coil*, *multi-coil*).

Per quanto riguarda le bobine "doppie", sono costituite da due bobine circolari che possono avere diverse angolazioni tra di loro o dimensioni diverse a seconda del modello (bobine a "doppio cono", costituite da due grandi bobine circolari ad angolo, o bobina "a forma di 8", costituita da due piccole bobine circolari sullo stesso piano).

Quando sono applicate sulla corteccia motoria, un impulso monofasico liberato da una bobina "a forma di 8" con un orientamento lateromediale genera dei flussi corticospinali discendenti diretti (D) e indiretti (I), che testimoniano la natura diretta o interneuronale dell'attivazione delle cellule piramidali corticali [2]. Al contrario, una bobina "a forma di 8" applicata alla corteccia motoria con un orientamento posteroanteriore o anteroposte-

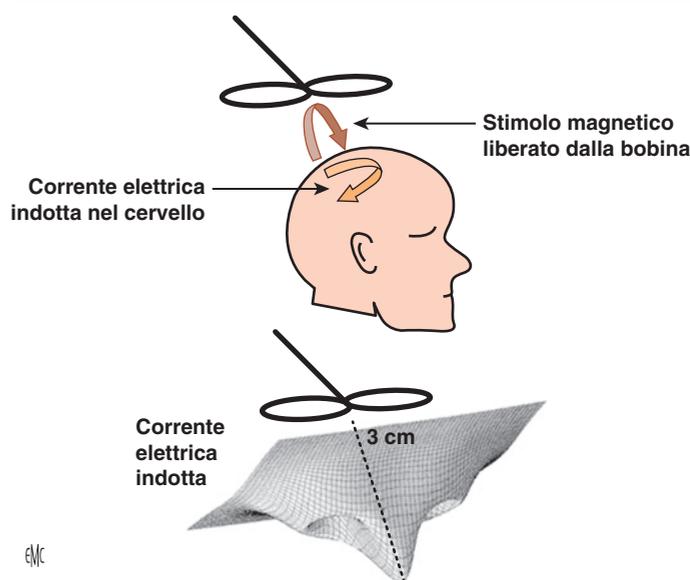


Figura 2. Principio dell'induzione elettromagnetica e della stimolazione magnetica transcranica.

riore, rigorosamente parallela alla linea mediana interemisferica, produce solo delle onde I. Considerando che la TMS attiva le fibre girali più superficiali piuttosto che le fibre nate dalla profondità del solco centrale, cosa che è molto discussa, la produzione di onde I suggerisce una stimolazione tangenziale delle fibre a orientamento orizzontale a livello del giro precentrale. Questa scoperta è probabile che si applichi ad altre regioni corticali, almeno alla neocorteccia [3].

Le stimolazioni bifasiche sono più potenti degli stimoli monofasici, in particolare per la produzione di PEM in risposta alla stimolazione della corteccia motoria [4, 5]. Tuttavia, gli impulsi bifasici generano uno schema di attivazione neuronale più complesso rispetto agli impulsi monofasici e la seconda fase di un impulso bifasico corrisponde alla corrente più efficacemente indotta nel cervello [2].

Nella pratica della stimolazione magnetica ripetitiva (rTMS), le stimolazioni sono, solitamente, bifasiche. Tuttavia, applicati ripetutamente, gli impulsi monofasici attiveranno una popolazione più omogenea di neuroni e potrebbero, quindi, essere più efficaci degli impulsi bifasici per produrre effetti biologici importanti e prolungati [6]. Ciò è stato dimostrato a livello degli effetti della rTMS della corteccia motoria nel modulare l'ampiezza dei PEM [7].

L'intensità della stimolazione ha anche un impatto sugli effetti della TMS [8]. Aumentando l'intensità di stimolazione aumenta,



Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8683422>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8683422>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)