

# **Il ruolo del Cervelletto nella percezione temporale: un approccio neurofisiologico**

Laureando: **Sergio Ferrantelli**

Relatore: **Prof. Massimo Gangitano**

Correlatori: **Prof. Pierangelo Sardo, Prof. Giuseppe Giglia**

Il tempo rappresenta da sempre un interesse per l'uomo e per la scienza che ha provato a definirlo fisicamente e a spiegarne le basi neurofisiologiche. In ambito neurofisiologico la ricerca negli ultimi 50 anni ha fatto notevoli passi avanti nello studio della percezione temporale cominciando a definirne, grazie a tecniche di imaging, le basi anatomiche e funzionali. I Due principali modelli teorizzati per la percezione temporale sono il DAT (*dynamic attending theory*) ed il SET (*scalar expectancy theory*). Il SET rappresenta il modello più accreditato e con maggiori evidenze in letteratura; secondo questo modello le funzioni di percezione temporale protrebbero essere costituite da: Pacemaker (timekeeping operation), Accumulator-Attention, Memory, Decision-Making e Response. Numerose ricerche riportano prove sperimentali in Risonanza Magnetica Funzionale (fMRI), elettroencefalografia (EEG) e Stimolazione Magnetica Transcranica (TMS), che proverebbero l'attivazione di aree associabili a queste funzioni. Tra queste strutture anche il cervelletto sembra avere un ruolo fondamentale, sia gli emisferi cerebellari che il verme cerebellare infatti sembrerebbero coinvolti. L'importanza del cervelletto nel processamento temporale è stato postulato da Braintenberg, già negli anni '60, ed è stato nel tempo poi supportato da diversi studi. In particolare Ivry (1988,1989,1991)ha rilevato come vi sia una localizzazione medio/laterale delle funzioni temporali del cervelletto. Lesioni mediali determinerebbero infatti un'alterazione del timing motorio con compromissione di finger-tapping task, mentre lesioni laterali determinano variabilità del clock mechanism. Sulla base di questi risultati il cervelletto intermedio è stato associato ad aspetti motori del timing, mentre gli emisferi cerebellari medierebbero gli aspetti cognitivi e percettivi del timing. A partire da questi dati dunque il nostro esperimento ha come obiettivo quello di valutare il ruolo del cervelletto in un task di percezione temporale in assenza di un output motorio ed identificarne gli eventuali correlati nelle variazioni indotte sui ritmi corticali mediante EEG quantitativo. Per tale scopo abbiamo sfruttato una rTMS, una tecnica di stimolazione magnetica transcranica non invasiva in grado di creare una "lesione virtuale" abbassando l'eccitabilità corticale. Per l'esperimento sono stati arruolati 10 soggetti sani (età media 25 +- 5), destrimani (LI > 48 alla Edinburgh Handedness Inventory). Il protocollo comportamentale e la

stimolazione magnetica sono stati condotti con i medesimi metodi utilizzati da Fierro et al 2007. Utilizzando uno stimolatore elettrico controllato da un elettromiografo Keypoint, due coppie di stimoli elettrici sono state erogate tramite l'applicazione sull'avambraccio (a circa 10 cm dal polso) di una coppia di elettrodi costituiti da dei dischi al cloruro d'argento con superficie adesiva di diametro di 9 mm. Gli stimoli sono stati applicati solo all'avambraccio destro. La soglia di sensibilità (*sensitive threshold ST*) è stata determinata come intensità di stimolazione capace di indurre la percezione dello stimolo di 5 o più di 10 stimolazioni consecutive. Una volta definita la soglia, l'intensità di stimolo veniva settata al 110% della ST. Ad ogni *trial* veniva presentata una coppia di riferimento "reference pair (rp)" con un tempo standard a 400 ms ed una coppia test, "test pair (tp)", con un tempo variabile tra 300 e 500 ms a step di 50 ms (300-350-400-450-500 ms). Ogni soggetto è stato sottoposto a 6 ripetizioni per ciascuna differenza interstimolo, per un totale di 30 trial. I soggetti sono stati adeguatamente istruiti all'esecuzione del task che consiste nel confronto tra l'intervallo di tempo tra le scariche dell'rp e del tp e nel riferire se la percezione risultata dal confronto era di durata uguale, più lenta o più rapida. Lo stesso esperimento è stato eseguito su ognuno dei volontari 2 volte, la prima in baseline e la seconda dopo stimolazione magnetica transcranica dell'emisfero cerebellare destro (dati precedenti hanno verificato un ruolo prevalente dell'emisfero destro, vedi Fierro et al, 2007). L'ordine delle sedute è stato bilanciato tra i soggetti (5 soggetti hanno eseguito il task prima in baseline e dopo con TMS, gli altri 5 prima sotto l'effetto della TMS e dopo in baseline). In entrambe le condizioni il soggetto ha indossato una cuffia per la registrazione dell'EEG, per cui l'attività elettrica della corteccia è stata registrata durante tutto l'esperimento. L'analisi degli errori commessi dai soggetti durante l'esperimento ha mostrato una significativa influenza sia della durata dell'intervallo di tempo, con una minore accuratezza negli stimoli che differiscono dal reference di 50 ms(450-350ms), sia della condizione TMS, con una riduzione della accuratezza. L'analisi dell'EEG quantitativo ha rivelato una significativa riduzione del power spectrum per le bande Theta, theta2, alpha1, ed in particolare per beta, beta2. In conclusione, i dati sembrano supportare l'ipotesi che il cervelletto sia necessario alla corretta percezione temporale e che tale ruolo dipenda dalle influenze che esso esercita sulle aree della corteccia cerebrale deputate a diverse funzioni cognitive (attenzione in particolare, data la magnitudo dell'effetto sulla banda beta), in linea coi vigenti modelli neurali alla base della percezione del tempo.

**TESI DI LAUREA DI  
SERGIO FERRANTELLI**

**RELATORE  
PROF. MASSIMO GANGITANO.**

**CORRELATORI  
PROF. GIUSEPPE CIGLIA.  
PROF. FIERANGELO SARDO**