



Centro Internazionale dei Disturbi di Apprendimento Attenzione e Iperattività

Direttore Prof. Giuseppe A. Chiarenza, Neuropsichiatra infantile, Neurologo

Sede: 20125 Milano - Via Edolo 46 - Tel. 026697487 - Cell. 3487703089

Elettroencefalografia quantificata (qEEG) e Localizzazione delle sedi intracerebrali del qEEG

Per il clinico che abbia poca familiarità con questa tecnica neurobiologica vengono illustrati alcuni fondamenti di elettroencefalografia quantificata (qEEG) insieme alla tecnica per localizzare le sedi intracerebrali delle anomalie dell'EEG quantificato. Viene fornita anche la definizione delle variabili dell'EEG quantificato.

EEG Quantificato: Analisi neurometrica (Bdx)

Numerose ricerche hanno ormai stabilito che l'elettroencefalogramma registrato in soggetti sani ha delle caratteristiche ben riproducibili, come l'elettrocardiogramma. Questi segnali elettrici prevedibili, specifici per ciascuna regione cerebrale sono regolati omeostaticamente da un sistema cerebrale complesso che utilizza tutti i neuro-trasmittitori fino ad oggi conosciuti. Così come l'ECG viene usato per esaminare disfunzioni cardiache, l'EEG viene impiegato per valutare un'ampia gamma di disfunzioni cerebrali collegate a disordini evolutivi, neurologici e psichiatrici, sia dovuti ad anomalie strutturali che funzionali.

In accordo con le procedure standardizzate internazionali, l'EEG viene registrato per venti minuti circa, sia ad occhi chiusi che ad occhi aperti, mediante 19 sensori distribuiti sulla testa del soggetto, che viene fatto sdraiare su una comoda poltrona. Successivamente, mediante un'analisi visiva o automatica, vengono esclusi dall'analisi dell'EEG segmenti di tracciato contenenti artefatti di origine non cerebrale, riconducibili ad esempio a movimenti oculari, ammiccamenti palpebrali o movimenti del corpo. L'analisi dell'EEG quantificato mediante la tecnica neurometrica si riferisce all'estrazione computerizzata di un vasto numero di variabili (parametri quantitativi) dal tracciato EEG privo di artefatti. Ciascuna di queste variabili viene successivamente trasformata in valori standard o valori "Z" per renderla confrontabile con i dati normativi di riferimento, ottenuti da una popolazione di soggetti sani della stessa età del paziente in esame. Deviazioni statisticamente significative dai valori normativi sono riportate sulle tabelle allegate al referto. Tali deviazioni implicano una disregolazione funzionale del Sistema Nervoso Centrale per la quale è possibile prevedere un intervento terapeutico.

I valori normativi delle misure dell'EEG quantificato sono il risultato di studi condotti su soggetti sani in quindici diversi paesi del mondo. È stato confermato che questi valori sono indipendenti dalla condizione etnica e culturale. Questi studi hanno anche individuato una notevole varietà di alterazioni delle variabili dell'EEG quantificato in pazienti con diversi disturbi cerebrali, indice dell'alta sensibilità della metodica. È trascurabile il riscontro di falsi positivi (cioè di soggetti sani che mostrano alterazioni significative delle variabili dell'EEG quantificato e ciò è un indice di una elevata specificità).

Si raccomanda di consultare Coburn KA, Lauterbach EL, et al, 2006 per una revisione dettagliata, compiuta da un gruppo di scienziati dell'American Neuropsychiatric Association,



Centro Internazionale dei Disturbi di Apprendimento Attenzione e Iperattività

Direttore Prof. Giuseppe A. Chiarenza, Neuropsichiatra infantile, Neurologo

Sede: 20125 Milano - Via Edolo 46 - Tel. 026697487 - Cell. 3487703089

sulla sensibilità e specificità dell'elettroencefalografia quantificata (qEEG) in un'ampia gamma di disordini evolutivi, neurologici e psichiatrici.

Una rapida sintesi dei risultati dell'EEG quantificato di questo soggetto viene fornita mediante la rappresentazione di 23 mappe topografiche che mostrano i risultati calcolati per ognuno dei 19 sensori, per ogni banda di frequenza. Convenzionalmente le oscillazioni del segnale EEG sono suddivise nelle seguenti bande di frequenza: **Delta (1.5 - 3.5 Hz), Theta (3.5-7.5 Hz), Alpha (7.5-12.5 Hz), Beta1 (12.5-25.20 Hz) e Beta2 (25.20-35.20 Hz).**

Queste immagini sono codificate mediante colori che esprimono la significatività statistica rispetto alla scala di valori normativi (valori Z). Quattro righe di mappe presentano i principali parametri dell'EEG quantificato: 1) potenza assoluta 2) potenza relativa 3) asimmetria interemisferica e 4) coerenza interemisferica. Le 6 colonne rappresentano i valori delle diverse variabili dell'EEG quantificato, cumulati su tutte le bande di frequenza (prima colonna), oppure suddivisi per banda (colonne 2-6).

Definizioni di ogni categoria delle variabili dell'EEG quantificato

Potenza assoluta: la potenza assoluta è una misura della quantità di attività sincrona, cioè di oscillazioni del segnale EEG, e può essere calcolata per ogni sensore e per ogni banda di frequenza.

Potenza relativa: la potenza relativa è una misura della percentuale di potenza con cui le diverse bande di frequenza contribuiscono alla potenza assoluta in ogni sensore e riflette le influenze reciproche tra le diverse regioni cerebrali.

Asimmetria Inter-emisferica: dato che regioni omologhe dei due emisferi cerebrali mostrano una quantità di potenza molto simmetrica, questa variabile misura il grado di equilibrio tra i due emisferi.

Coerenza interemisferica: in condizioni fisiologiche, il cervello mostra un'attività oscillatoria ritmica con una buona sincronia tra regioni (omologhe) corrispondenti sui due emisferi (o in un emisfero tra le regioni anteriori e quelle posteriori, vedi sincronia intra-emisferica). La coerenza è un indice del grado di sincronizzazione tra regioni omologhe dei due emisferi in ogni banda di frequenza.

Sincronia intra-emisferica: le misure della sincronia intra-emisferica valutano le interazioni regionali dell'attività cerebrale all'interno di un emisfero, quantificando le correlazioni tra le varie sedi in ogni banda di frequenza.

Frequenza media: Le misure della frequenza media definiscono "il centro della massa" di ciascuna frequenza nello spettro di potenza.

Localizzazione delle sedi intracerebrali dell'EEG quantificato

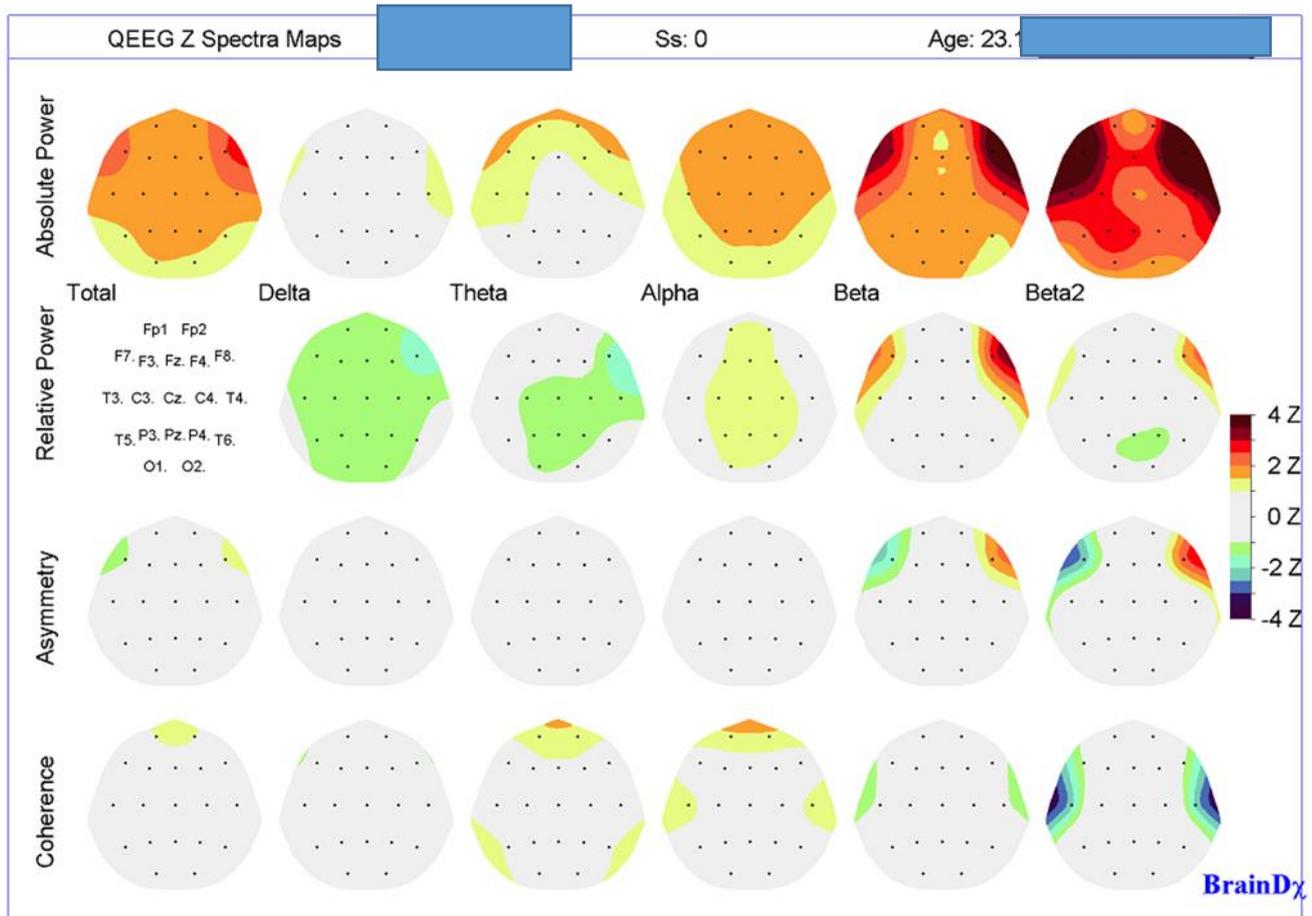
In questi ultimi anni, sono stati sviluppati potenti metodi matematici per calcolare le sedi intracerebrali dei potenziali bioelettrici registrati dallo scalpo mediante l'EEG quantificato. Questi metodi sono il LORETA (Low Resolution Electrical Tomographic Analysis: Pascual Marqui et al., 1999) e il Vareta (Variable Resolution Electrical Tomographic Analysis: Bosch-Bayard et al. 2001). Le sedi di questi potenziali, localizzati con questi metodi, sono riferite ad un'immagine cerebrale standard ricavata dall'atlante probabilistico di risonanza magnetica cerebrale dell'Istituto Neurologico di Montreal (Evans et al. 1993). Numerosi studi di neuro-immagini cerebrali condotti con differenti tecniche hanno confermato l'accurata correlazione delle immagini cerebrali funzionali dell'EEG quantificato con le immagini ottenute con la MRI,

fMRI o PET. Ogni pixel volumetrico (voxel) dell'immagine cerebrale viene codificato con un colore per descrivere la significatività delle deviazioni dai valori normali attesi.

La registrazione EEG ottenuta da questo soggetto è stata sottoposta ad analisi spettrale con una risoluzione in frequenza di 0.39 Hz da 0.39 Hz a 50 Hz. (VNBA: very narrow band analysis). I risultati sono stati trasformati in valori standard o Z-score per stimare la significatività statistica di qualsiasi deviazione locale osservata, rispetto ai valori normativi attesi per l'età considerata.

Su queste frequenze oggettivamente selezionate, questi algoritmi calcolano matematicamente la sede intracerebrale più probabile generatrice dell'attività più anomala dell'EEG (sLORETA di spettri di potenza ad alta risoluzione). Una volta individuata la sede, essa viene mostrata in 3D sulle immagini dell'atlante probabilistico di risonanza magnetica cerebrale dell'Istituto Neurologico di Montreal. I colori usati in queste immagini cerebrali sono i medesimi usati per le mappe topografiche: un eccesso di attività in qualsiasi frequenza appare con un colore che varia dal rosso all'arancio al giallo, mentre un deficit di attività viene mostrato con tinte che vanno dal porpora al blu al turchese.

MAPPE CEREBRALI



ANALISI 3D AD ALTA RISOLUZIONE (SLORETA) DELLE SORGENTI CEREBRALI DELL'EEG QUANTIFICATO

