

IST. EL. INF.
BIBLIOTECA
Posiz. *ADVERTI/W*

B.85-02

2° CORSO DI INFORMATICA MEDICA
Roma, 15-18 Aprile 1984

EEG:

REGISTRAZIONE e RAPPRESENTAZIONE
della INFORMAZIONE

F. Denoth

I.E.I. del C.N.R. - PISA

EEG : REGISTRAZIONE E RAPPRESENTAZIONE DELL' INFORMAZIONE

F. Denoth
Istituto di Elaborazione della Informazione del CNR - Pisa

L'attività elettrica cerebrale superficiale e' generalmente registrata da un gruppo di elettrodi posizionati sulla superficie dello scalpo. La Fig.1 mostra la disposizione degli elettrodi piu' comunemente usata: il sistema 10-20.

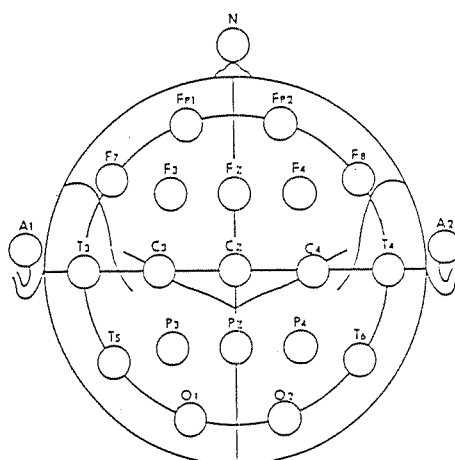


Fig.1

Negli anni piu' recenti particolare attenzione e' stata dedicata alla rappresentazione della grande massa di informazione che e' possibile ottenere dal complesso degli elettrodi, in maniera compatta ed allo stesso tempo altamente significativa. Uno dei metodi piu' largamente usati e' stato quello di ricorrere alla rappresentazione dell'attività elettrica cerebrale attraverso mappe di linee equipotenziali. Questo metodo fornisce una rappresentazione quantitativa della distribuzione superficiale dei potenziali cerebrali e, attraverso opportune tecniche di animazione, puo' essere utilizzato anche per mettere in evidenza la dinamica (evoluzione temporale) dei fenomeni.

E' opportuno pero' richiamare l'attenzione su alcuni problemi che, anche se spesso citati, non hanno ricevuto ancora la necessaria attenzione, con effetti negativi sulla significativita' e consistenza dell'analisi EEG.

Qualunque sia la distribuzione degli elettrodi adottata, uno dei problemi ancora aperti riguarda la scelta della loro interconnessione e la scelta del riferimento.

Le domande piu' comuni, ma certamente non banali, che si pongono sono: derivazione monopolare o bipolare? Se monopolare, quale riferimento e' piu' appropriato scegliere? Se bipolare, lungo quale direzione collegare gli elettrodi?

Lavorando con i potenziali l'attivita' elettrica registrata dipende sia dal riferimento (registrazioni monopolari) sia dalla particolare coppia di elettrodi considerata (registrazioni bipolari). Poiche' la differenza di potenziale fra due elettrodi dipende dalla componente del campo elettrico lungo la loro congiungente, segue che una certa attivita' focale puo' essere completamente mascherata da una non idonea scelta della direzione dell'asse degli elettrodi; in particolare si perdono tutte le componenti normali allo scalpo.

Anche ricorrendo ad una rappresentazione dell'attivita' elettrica cerebrale attraverso mappe di potenziale (mappe di linee equipotenziali), rimane il problema della inevitabile attivita' presente all'elettrodo (o elettrodi) di riferimento: la morfologia di ogni singola mappa non e' alterata dall'attivita' del riferimento, ma l'evoluzione temporale del fenomeno viene certamente alterata in modo imprevedibile. Fissato che sia l'istante di riferimento, tutte le differenze di potenziale risultano infatti alterate di una stessa quantita' (il potenziale del riferimento a quell'istante), e la morfologia della mappa non e' quindi modificata. Poiche' il potenziale di riferimento e' pero' esso stesso una funzione del tempo, mappe riferentesi ad istanti diversi non sono fra loro quantitativamente

confrontabili (le linee equipotenziali di una mappa sono alterate di una quantità incognita rispetto a quelle dell'altra).

Alcuni esempi metteranno meglio in evidenza i problemi richiamati.

DERIVAZIONE MONOPOLARE

Nella Fig.2 è mostrata l'influenza del riferimento in registrazioni monopolari.

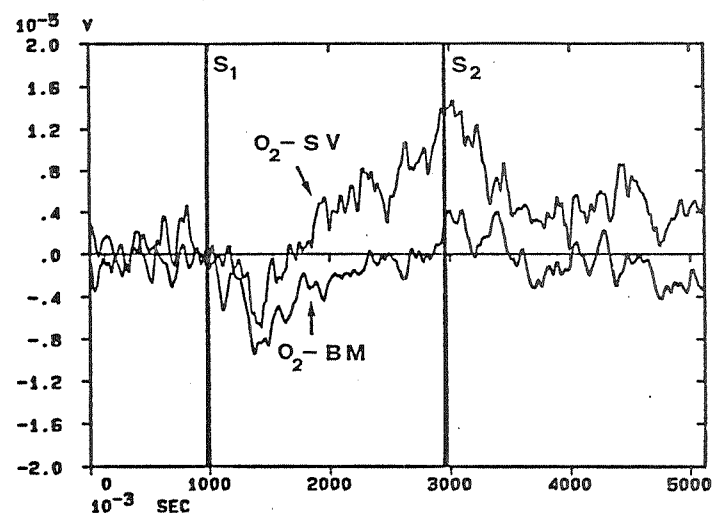


Fig.2

L'esempio si riferisce alla registrazione sullo scalpo, in posizione O₂, dell'onda di aspettativa (CNV: Contingent Negative Variation), utilizzando due differenti riferimenti: in un caso è stato utilizzato un riferimento bimastoide, nell'altro un riferimento non cefalico (sterno-vertebrale). La CNV occipitale cambia notevolmente, sia in ampiezza sia in forma (cioè nell'apparente evoluzione temporale), in funzione del riferimento adottato. La differente morfologia delle due registrazioni è evidente e riguarda non soltanto l'aspetto generale dell'onda, ma anche quello delle singole componenti. Utilizzando il riferimento bimastoide la risposta CNV ha una ampiezza apparente molto inferiore a quella che si ottiene utilizzando il riferimento sterno-vertebrale.

DERIVAZIONE BIPOLARE

Con riferimento alla disposizione di elettrodi illustrata in Fig.3, in un soggetto sano, in condizioni di riposo psico-sensoriale (occhi chiusi), sono stati registrati i segnali alle coppie di elettrodi X_2-X_4 e Y_2-Y_4 .

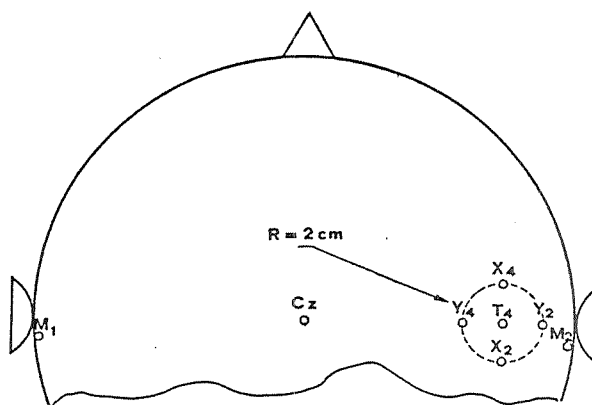


Fig.3

In Fig.4 sono mostrati i segnali registrati, mentre in Fig.5 sono mostrati gli spettri densita' di potenza (PDS) e la funzione coerenza mediati su 45 epoche della durata di 5 secondi ciascuna.

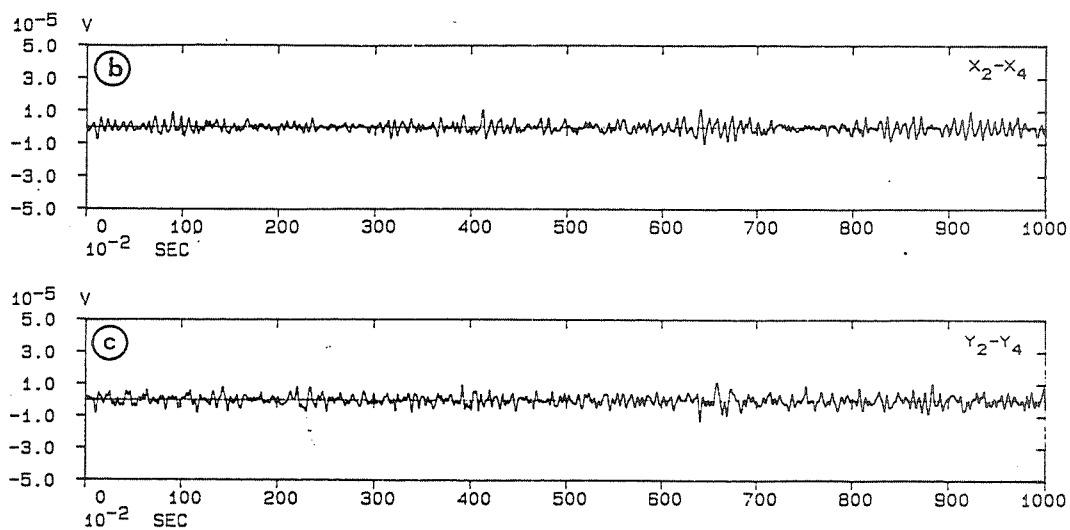


Fig.4

Le componenti dell'attivita' dell'area intorno a T_4 , registrata alle coppie di elettrodi X_2-X_4 e Y_2-Y_4 , non solo appaiono differneti, nella loro morfologia

generale, ad una analisi visuale, ma anche le loro caratteristiche statistiche sono assai diverse.

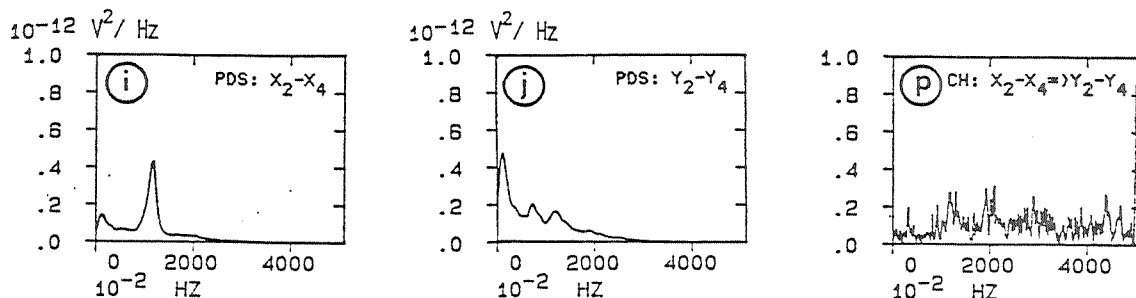


Fig.5

Gli spettri densita' di potenza mostrano che alla coppia di elettrodi X_2-X_4 e' presente una attivita' tipo "alfa dominante", attivita' che e' invece completamente assente alla coppia di elettrodi Y_2-Y_4 . La Fig.5 mostrata inoltre che la funzione coerenza calcolata fra X_2-X_4 e Y_2-Y_4 non assume valori significativi sull'intera banda di frequenza 1 - 50 Hz. Questo prova che le due componenti ortogonali registrate a X_2-X_4 e Y_2-Y_4 sono indipendenti. A testimonianza della sensibilita' della funzione coerenza, e' da notare che essa mostra un picco elevato in corrispondenza della frequenza di rete (50 Hz), nonostante che l'artefatto rete non sia distinguibile ne' nei tracciati (Fig.4), ne' negli spettri densita' di potenza.

EEG e CAMPO ELETTRICO

Le osservazioni sopra riportate suggeriscono di adottare nuovi metodi per rappresentare l'attivita' elettrica cerebrale sullo scalpo e la sua evoluzione temporale.

Una possibilita' e' quella di considerare il vettore campo elettrico anziche' le differenze di potenziale. In questo modo si superano le difficolta' della scelta del

riferimento e delle interconnessioni: il modulo del vettore rappresenterà la reale attività elettrica in ogni punto considerato. Bisogna a questo punto ricordare che il vettore campo elettrico può essere ricostruito se si conoscono le sue componenti spaziali. Mentre è relativamente facile calcolare le componenti tangenziali allo scalpo, la componente normale allo scalpo richiede calcoli alquanto complessi e l'uso di un modello del cranio.

Sebbene i calcoli per determinare il vettore campo elettrico non siano complessivamente banali, le attuali risorse di calcolo permettono di raggiungere questo obiettivo con costi ed ingombri contenuti.

In Fig.6 è rappresentata la mappa del campo elettrico alla superficie dello scalpo in un convenzionale esperimento di CNV, 1300 secondi dopo la somministrazione dello stimolo S_1 ; l'intensità è rappresentata secondo una scala arbitraria di grigi, mentre la direzione è rappresentata dalla proiezione sullo scalpo del versore (vettore unitario) del campo elettrico: la direzione di ciascun segmento è quella della componente superficiale del campo elettrico in quel punto,

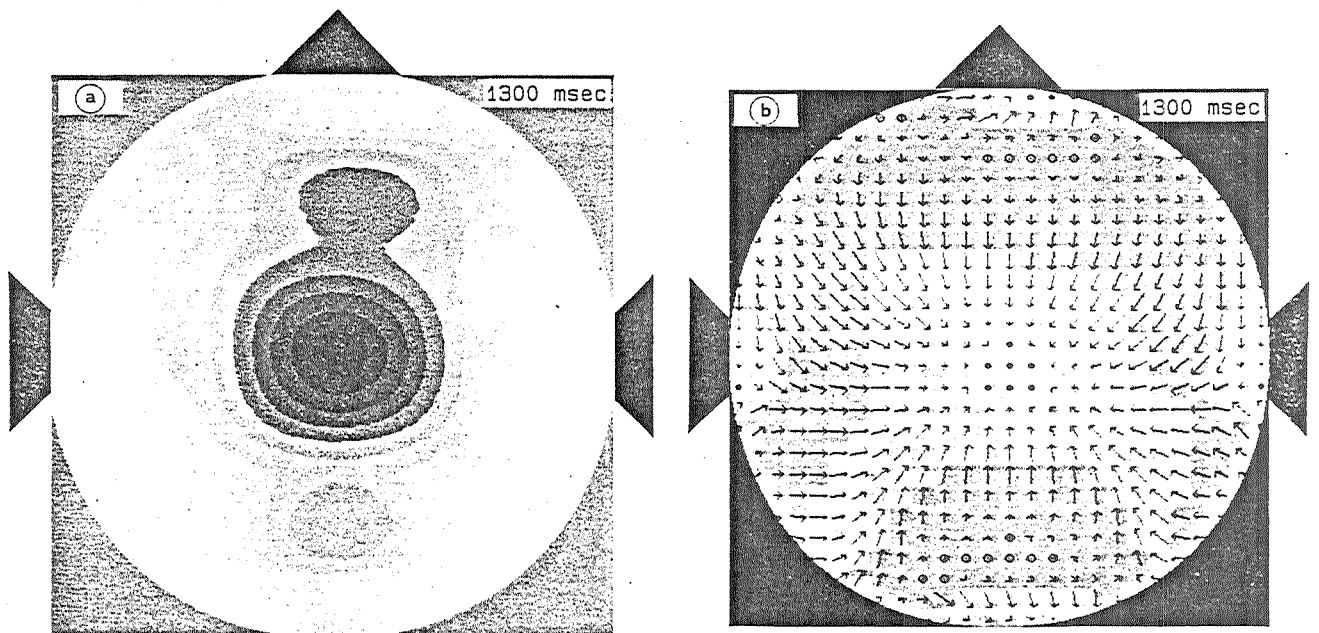


Fig.6

la lunghezza e' proporzionale al coseno dell'angolo fra il vettore campo elettrico ed il piano tangente allo scalpo in quel punto. Dove il vettore e' perpendicolare allo scalpo e' stato utilizzato un punto pieno se la direzione e' verso l'esterno dello scalpo ed un cerchio nel caso opposto.

La Fig.7 mostra come attraverso il vettore campo elettrico sia possibile evidenziare attivita' che potrebbero rimanere nascoste. In essa (Fig.7a) si vede come, registrando i potenziali con riferimento bimastoide, la risposta CNV non sia visibile all'elettrodo F_7 . Ricostruendo il vettore campo elettrico (Fig.7b), sulla base dei potenziali rilevati a tutti gli elettrodi, la risposta CNV e' perfettamente identificata ed e' messo in evidenza che il campo elettrico e', in questo caso, diretto perpendicolarmente allo scalpo.

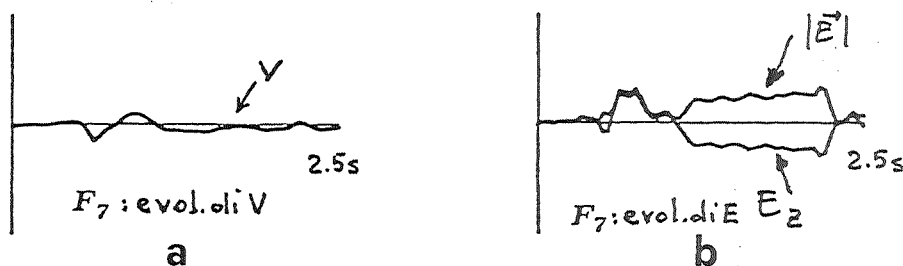


Fig.7

Si aprono quindi nuove prospettive per la rappresentazione dell'attivita' elettrica cerebrale, ed e' assai probabile che le moderne tecniche di analisi dei segnali consentano di ottenere dall'EEG superficiale, registrato secondo tecniche convenzionali, nuove informazioni.

