



**Il Congresso Nazionale
A.I.F.M.
Associazione Italiana
di Fisica in Medicina**

**Convegno Annuale
della Sezione di Fisica Sanitaria
S.I.R.M.**

**Brescia
12-16 giugno 2001**
Università degli Studi
Facoltà di Medicina e Chirurgia

VOLUME DEGLI ATTI

ANALISI AUTOMATICA DELLA MICROSTRUTTURA DELLO STADIO 4 DEL SONNO UMANO

E. Di Martino*, A.C. Traino*, C. Navona**, U. Barcaro**, E. Bonanni***, M. Maestri***

*Servizio di Fisica Sanitaria, Ospedale S. Chiara, via Roma 67, 56123 Pisa (tel. 050/992219)

**Istituto di Elaborazione della Informazione, CNR, Pisa

***Dipartimento di Neuroscienze, Università di Pisa

INTRODUZIONE

Lo studio del sonno è uno strumento importante per capire la qualità del nostro riposo e per diagnosticare varie patologie. Il sonno umano è suddiviso in sonno REM e sonno NREM: quest'ultimo è a sua volta suddiviso in 4 stadi (stadio 1, 2, 3 e 4) di crescente profondità, ognuno dei quali è caratterizzato da un tracciato EEG approssimativamente stazionario che si ripete periodicamente all'interno dell'intera durata del sonno; questa struttura periodica prende il nome di macrostruttura del sonno ed è descritta tramite l'istogramma che visualizza secondo un profilo a gradini i tempi di permanenza durante i singoli stadi.

La lettura macrostrutturale non dà però informazioni sulla moltitudine di eventi parziali che avvengono all'interno di ogni stadio macrostrutturale; ognuno di questi eventi prende il nome di evento fasico e la descrizione dell'insieme di questi eventi prende il nome di microstruttura.

L'analisi sia macro che microstrutturale è abitualmente eseguita dai medici in modo visivo, osservando il tracciato EEG; questo comporta tempi lunghi di analisi e soggettività nei giudizi. In questo lavoro è stato sviluppato un criterio automatico di riconoscimento e analisi degli eventi fasici, utilizzando particolari descrittori applicati alle bande caratteristiche dei vari stadi del sonno umano nello spazio delle frequenze spaziali. Avendo a disposizione questi potenti strumenti di analisi abbiamo caratterizzato lo stadio 4 del sonno umano analizzando 23 soggetti adulti normali.

DESCRIZIONE DEL LAVORO

Il tracciato EEG analizzato è stato registrato con derivazione bipolare (F3-C3), filtrato tra 0,75 e 25 Hz e campionato a 64 Hz; sono stati analizzati periodi ciascuno della durata di 512 secondi. Per ogni periodo analizzato è stato separato il contributo delle seguenti bande in frequenza: delta (0,75-4 Hz), teta (4-8 Hz), alfa (8-12,5 Hz) e sigma (12,5-14,5 Hz).

Il metodo automatico per la descrizione della microstruttura dello stadio 4 inizia con il riconoscimento di periodi transienti, della loro durata e intensità.

Sia φ una certa attività di banda. Dalla sua traccia possiamo facilmente ricavare un segnale derivato, $C_{\varphi,\tau}(t)$, che rappresenta l'ampiezza media dell'attività considerata nell'intervallo di tempo τ .

Se τ è dell'ordine del minuto, $C_{\varphi,\tau}(t)$ è relazionato alla macrostruttura, mentre la stessa grandezza, con τ dell'ordine di pochi secondi, è relazionata sia alla macro che alla microstruttura.

Consideriamo ora la seguente grandezza adimensionale:

$$\mu_{\varphi}(t) = \frac{C_{\varphi,T1}(t) - C_{\varphi,T2}(t)}{C_{\varphi,T2}}$$

con $T1$ dell'ordine di pochi secondi e $T2$ dell'ordine di un minuto.

Questo descrittore è una misura normalizzata di quanto una data attività di banda differisce in ampiezza dal suo background ed è quindi utilizzabile per la rilevazione automatica di periodi transienti.

Il tempo $T2$ relazionato alla macrostruttura è stato fissato 1 minuto.

Il tempo $T1$ relazionato sia alla macro che alla microstruttura è stato fissato a 2 secondi per tutte le bande eccetto la componente a frequenza più bassa, la δ inferiore; infatti $C_{\varphi,T1}$ per le componenti in frequenza 0,75-1 Hz deve contenere un $T1$ più grande per non essere soggetto a piccole variazioni poco significative; ponendo $T1=2$ secondi come per le altre bande si trova un eccesso di periodi transienti rivelati (falsi positivi), ovvero periodi rivelati con l'analisi automatica e con nessun interesse sul tracciato.

Il compromesso fra massima efficienza di rilevazione di periodi giudicati a posteriori interessanti (analizzando visivamente il tracciato) e minimizzazione di falsi positivi è stato realizzato, per la banda δ inferiore, ponendo $T1=2,5$ secondi.

Il programma di riconoscimento automatico ha bisogno di fissare due soglie:

S1=soglia di attivazione; soglia che determina l'esistenza di un periodo giudicato interessante.

S2=soglia di inizio e fine; determina l'istante di inizio e fine del periodo e, quindi, la sua durata.

Per le soglie S1 e S2 è stato posto:

$S1=1, S2=0$

Ogni periodo trovato è stato caratterizzato nel seguente modo:

a) massima intensità raggiunta

b) durata in secondi

c) banda predominante

d) altre bande coinvolte

Il metodo di analisi automatica di riconoscimento e descrizione degli eventi fasici è stato utilizzato per descrivere lo stadio 4 di 23 soggetti adulti normali.

CONCLUSIONI

Il risultato dell'analisi statistica ottenuta su diversi soggetti utilizzando il metodo automatico di riconoscimento e analisi delle varie attività di banda fornisce dei valori medi attribuibili allo stadio 4 e delle variazioni dovute alla variabilità individuale.

Gli sviluppi futuri del lavoro sono necessariamente indirizzati ad una ricerca neurofisiologica degli aspetti descritti che potranno essere studiati analizzando le differenze fra le analisi ottenute fra soggetti sani e con patologie o sottoposti a stimoli esterni conosciuti (potenziali evocati).

REFERENZE

[1] Amstrom C. Interaction between sleep and growth hormone. Evalucted by manual polysomnography and automatic power spectrum analysis, *Acta Neurol Scand* 1995; 92: 281-296.

[2] Barcaro U., Denoth F., Navona C., Murri L., Stefanini A. Changes in the interhemispheric correlation during sleep in normal subjets. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1986; 63: 112-118.

[3] Barcaro U., Fantini E., Navona C., Belloni S., Bonanni E., Murri L. Automatic characterization of the A-phases of the cyclic alternating pattern during sleep stage 2. *Journal of Sleep Research* 1998; 7: 15.

[4] Broughton R.J. e Hasan J. Quantitative topographic electroencephalic mapping during drowsiness and sleep onset. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 1995; 12: 372-386.