



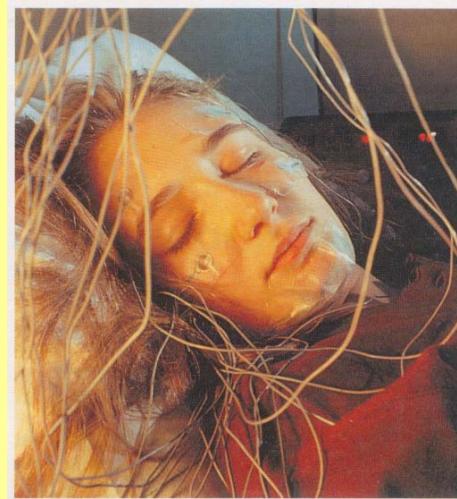
## *Sonno e sogni*

### **Principali caratteristiche del sonno**

- Sospensione dello stato cosciente (dal punto di vista comportamentale)
- Comparsa di specifiche onde cerebrali (dal punto di vista elettrofisiologico)

## Le misure psicofisiologiche del sonno

- Elettroencefalogramma (EEG)      ➤ Onde cerebrali
- Elettrooculogramma (EOG)      ➤ Movimenti oculari
- Elettromiogramma (EMG)      ➤ Tono muscolare



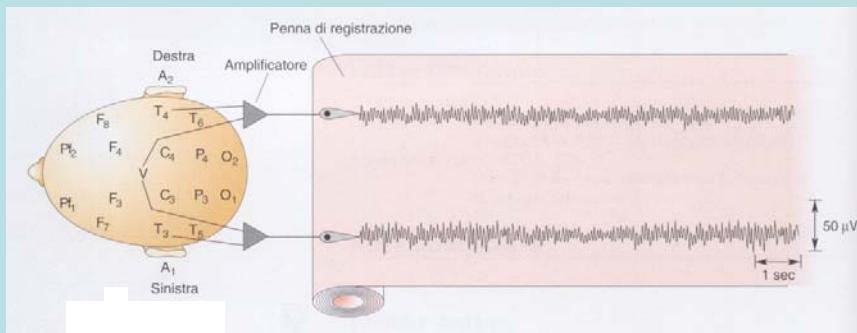
Soggetto preparato per trascorrere una notte in un laboratorio del sonno

## L'ELETTOENCEFALOGRAMA (EEG)

L'EEG consiste di oscillazioni di potenziale elettrico registrabili con **elettrodi metallici** applicati sul cuoio capelluto con pasta conduttrice.

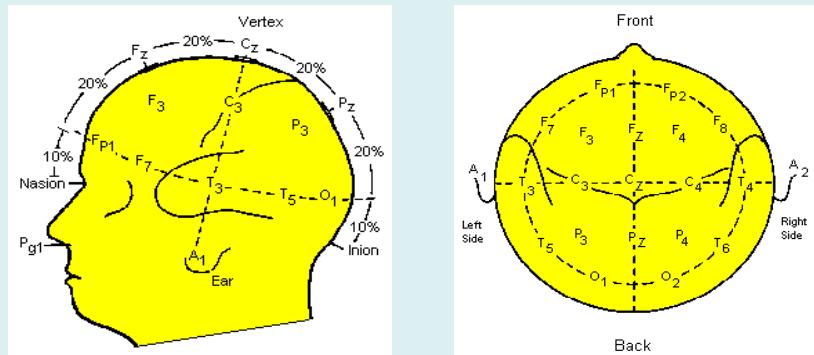
Il segnale, che è molto debole (alcuni microvolt), viene amplificato mediante un **amplificatore** di parecchie migliaia di volte.

Un **galvanometro** riporta su carta il segnale elettrico rilevato.



## L'ELETTOENCEFALOGRAMA (EEG)

- Gli studi EEG sono multicanale.
- Ciascun canale è collegato a due elettrodi.
  
- Esistono due tipi di registrazione:
  - bipolare (entrambi gli elettrodi sono posti su siti elettricamente attivi)
  - monopolare (uno dei due elettrodi è posto su un sito attivo mentre l'altro è posto su un sito inattivo)



Gli elettrodi vengono applicati in base a coordinate standard, il cosiddetto Sistema Internazionale 10-20 introdotto dalla *International Federation of Electroencephalography* nel 1958.

## L'ELETTOENCEFALOGRAMA (EEG)

I parametri fondamentali dell'EEG sono la frequenza (misurata in Hz, numero di onde al sec) e l'ampiezza (misurata in  $\mu$ V) delle oscillazioni di potenziale, o onde EEG.

In base a tali parametri si distinguono onde a diversa frequenza: alfa, beta, delta e teta.

La variazione in ampiezza di tali onde si correla specificamente ad eventi fisiologici (sonno, stimolazioni sensoriali etc.) e patologici (tumori, ematomi, epilessia etc.)



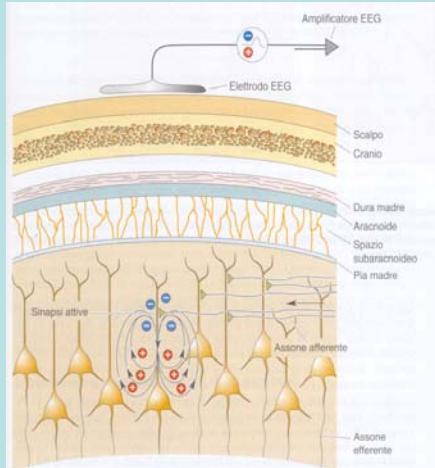
## Caratteristiche delle onde EEG

Tipo di ritmo	Frequenza	Aampiezza
alfa	8-12	20-50
beta	14-30	5-10
delta	meno di 4	fino a 150
teta	3-7	fino a 100

## Origine onde EEG

Sebbene i potenziali d'azione possano sembrare la fonte più ovvia dei potenziali elettrici registrati mediante l'EEG, di fatto essi contribuiscono **poco, se non nulla**, ai potenziali registrabili dallo scalpo.

I segnali EEG sono prodotti quasi esclusivamente dai potenziali postsinaptici (eccitatori o inibitori).



Generazione di campi elettrici molto piccoli attraverso le correnti sinaptiche delle cellule piramidali. In questo caso, la sinapsi si trova sulla parte superiore del dendrite. Quando gli assoni afferenti scaricano, la terminazione presinaptica libera glutammato, che determina l'apertura di numerosi canali cationici. Il flusso di corrente positiva si dirige verso l'interno del dendrite, lasciando una leggera negatività nel fluido extracellulare. La corrente si diffonde lungo il dendrite fumigando dalle sue parti più profonde e lasciando il fluido extracellulare leggermente più positivo in questi siti. L'elettrodo che raccoglie l'EEG misura (in riferimento ad un secondo elettrodo posto ad una certa distanza) questo segnale che attraversa spessi strati di tessuto. Solo se migliaia di cellule contribuiscono con i loro piccoli voltaggi, il segnale diventa abbastanza grande da poter essere rilevato sulla superficie dello scalpo. (Per convenzione, il diagramma EEG rappresenta il segnale con il segno negativo verso l'alto.)

## Elettromiografia

Misura lo stato di tensione muscolare, il tracciato viene definito elettromiogramma.

Negli studi sul sonno, gli elettrodi vengono posti sul mento e sul collo.

## Elettrooculografia

Registra i movimenti oculari, il relativo tracciato viene definito elettrooculogramma.

Negli studi sul sonno, gli elettrodi vengono posti ai lati (movimenti oculari orizzontali) e sopra e sotto gli occhi (movimenti oculari verticali).

## Onde EEG caratteristiche dello stato di veglia

**Onde beta** (frequenza compresa tra 14 e 30 Hz), caratteristiche degli stati di arousal

**Onde alfa** (frequenza compresa tra 8 e 12 Hz), caratteristiche di uno stato di veglia rilassato (occhi chiusi)

## Stadi del sonno

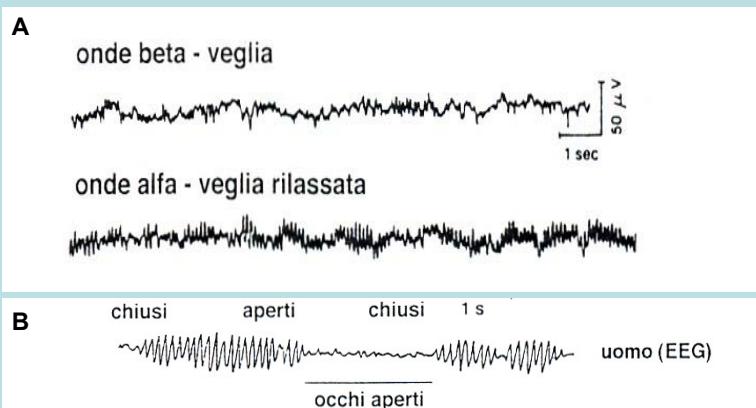
In base alle diverse caratteristiche del tracciato EEG si possono distinguere 4 stadi del sonno:

- Stadio 1
- Stadio 2
- Stadio 3
- Stadio 4

Questi stadi possono essere distinti in **NON REM** (stadi 2, 3 e 4 e stadio 1 iniziale) e **REM** (stadi 1 successivi al primo)

Le ore di sonno comprendono diversi cicli che si alternano tra fasi di sonno NON REM e fasi di sonno REM.

### La fase di “addormentamento”: comparsa delle onde alfa



**A)** Lo stato di veglia attiva è caratterizzato da onde beta, onde con frequenza rapida (14-30 Hz) ed a basso voltaggio. Quando il livello di vigilanza e di attenzione aumenta, le onde cerebrali si fanno più rapide e la loro ampiezza diminuisce. Nella fase di preparazione al sonno, quando il soggetto spegne la luce e chiude gli occhi, avviene una prima modifica dell'attività elettrica cerebrale: le onde beta vengono sostituite da onde di frequenza minore, (8-10 cicli al secondo), e di ampiezza più elevata, chiamate **onde alfa**. **B)** L'apertura degli occhi causa un'immediata sparizione delle onde alfa e la ricomparsa di quelle beta.

### Caratteristiche dello stadio 1 relativo al primo ciclo di sonno

**EEG:** l'intensa attività delle onde alfa viene lentamente sostituita da onde teta, caratterizzate da una frequenza inferiore (3-7 onde al secondo)

**EMG:** tono muscolare moderato

**EOG:** movimenti oculari di scarso rilievo (di tipo verticale), o assenti

onde teta - sonno leggero



### Caratteristiche dello stadio 2 del sonno (circa 10 minuti dopo lo stadio 1)

**EEG:** caratterizzato da un'attività teta di fondo e dalla comparsa occasionale di "fusi del sonno" e onde K. I fusi del sonno sono costituiti da onde di frequenza da 12 a 14 Hz e della durata di 0,5-1 secondo. Le onde K consistono in improvvise e rapide deflessioni verso l'alto e verso il basso

**EMG:** tono muscolare moderato

**EOG:** movimenti oculari di scarso rilievo, o assenti

Fusi del sonno

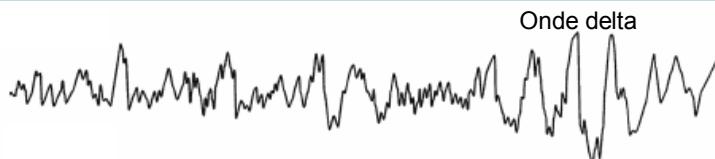
Complesso K

### Caratteristiche dello stadio 3 del sonno (circa 15 minuti dopo lo stadio 2)

**EEG:** comparsa delle onde delta. Sono onde lente (frequenza inferiore a 4 Hz) ed ampie. In questo stadio le onde delta rappresentano dal 20 al 50% delle onde totali.

**EMG:** tono muscolare moderato

**EOG:** movimenti oculari di scarso rilievo, o assenti



### Caratteristiche dello stadio 4 del sonno (dura circa 40 minuti)

**EEG:** caratterizzato da onde delta. La transizione dallo stadio 3 non è netta. In questo stadio le onde delta rappresentano più del 50% delle onde totali.

**EMG:** tono muscolare moderato

**EOG:** movimenti oculari di scarso rilievo, o assenti

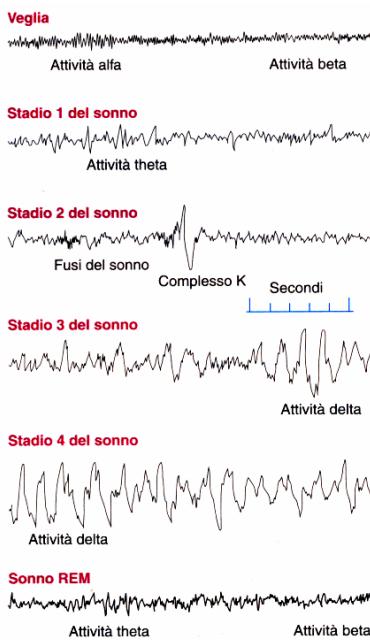


## IL SONNO REM (rapid eyes movement)

**EEG:** eeg irregolare, con onde simili a quelle presenti nello stadio 1 ed, a tratti, nello stato di veglia (alfa, beta, teta)

**EMG:** tono muscolare assente. La maggior parte dei motoneuroni centrali e spinali è inibita (sono esclusi ovviamente quelli che controllano la respirazione ed i movimenti oculari)

**EOG:** movimenti oculari rapidi, simili allo stato di veglia



### Veglia

- bassa ampiezza alta frequenza

### Stadio 1

- per la maggior parte onde teta

### Stadio 2

- complessi K
- fusi del sonno

### Stadio 3

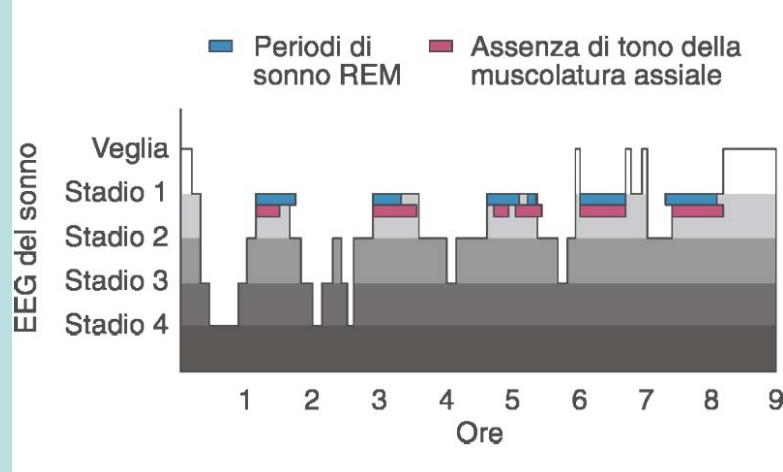
- compaiono le onde delta

### Stadio 4

- maggioranza di onde delta

### Sonno REM

- simile allo stadio 1, ma con rapidi movimenti oculari



Pattern tipico degli stadi di una singola notte. Durante una notte di riposo, si alternano periodi di sonno REM e NREM. Ciascun ciclo dura circa 90 minuti e contiene da 20 a 30 minuti di sonno REM. 8 ore di sonno conterranno 4 o 5 periodi di sonno REM. Sull'asse delle ordinate sono indicate le attività EEG registrate. La maggior parte del sonno ad onde lente si verifica durante la prima metà della notte. I successivi periodi di sonno NREM sono sempre più caratterizzati dallo stadio 2, mentre si prolunga progressivamente la durata del sonno REM (indicata dai tratti orizzontali).



## Caratteristiche principali del sonno REM eNREM

Sonno REM	Sonno NREM
EEG desincronizzato (onde rapide e irregolari)	EEG sincronizzato (onde lente)
Assenza di tono muscolare	Tono muscolare moderato
Movimenti oculari rapidi	Movimenti oculari assenti o lenti
Sogni	