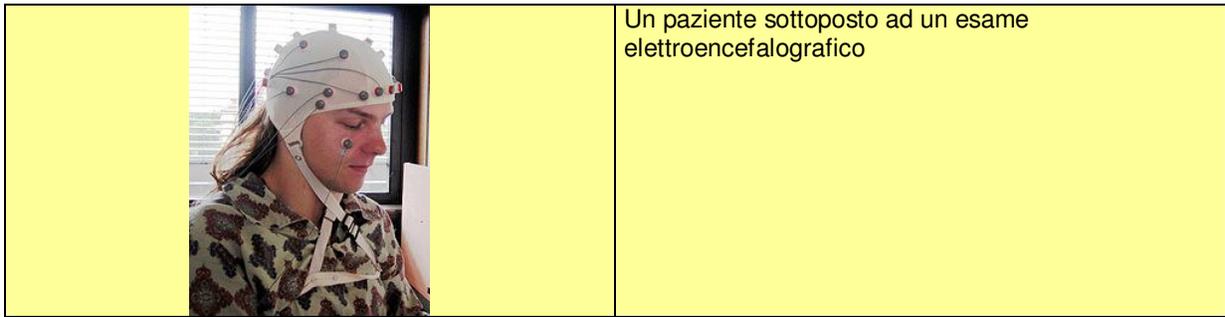
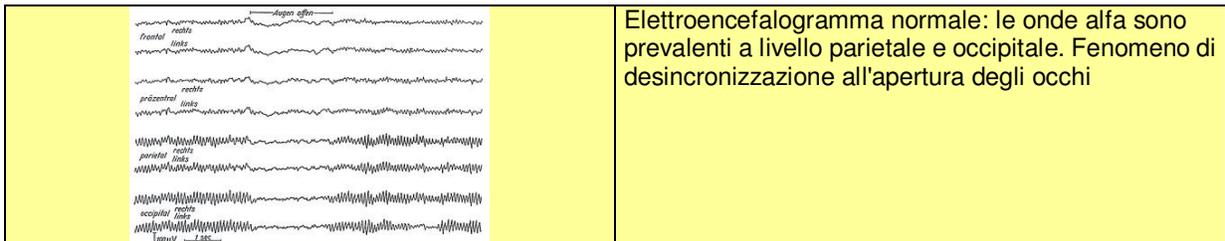


Elettroencefalogramma (EEG)



Un paziente sottoposto ad un esame elettroencefalografico



Elettroencefalogramma normale: le onde alfa sono prevalenti a livello parietale e occipitale. Fenomeno di desincronizzazione all'apertura degli occhi

L'**elettroencefalografia** è la registrazione dell'attività elettrica del cervello. La tecnica è stata inventata nel 1929 da Hans Berger, il quale scoprì che vi era una differenza di potenziale elettrico tra aghi infissi nello scalpo oppure tra due piccoli dischi di metallo (elettrodi) quando essi sono posti a contatto sulla cute sgrassata del cuoio capelluto. La tecnica fu in seguito perfezionata da Herbert Jasper, e venne utilizzata soprattutto per studiare il sonno. L'EEG venne soprattutto applicato all'uomo, sebbene tale tecnica fu eseguita anche per studiare l'attività cerebrale degli animali, con la scoperta per esempio, che anche tutti gli altri mammiferi sognano, mentre, ad esempio, altre specie di animali meno evoluti rallentano l'attività cerebrale in alcune aree del loro cervello durante il sonno.

La rappresentazione grafica della registrazione è detta **elettroencefalogramma**. Essa viene registrata dall'elettroencefalografo che fornisce una traccia registrata su carta termica o millimetrata, su monitor o altri supporti (Disco fisso).

Alla posizione che ogni elettrodo occupa sullo scalpo fa riferimento una sigla. Le sigle che individuano la posizione di un elettrodo sono formate da una/due lettere, che permettono di identificare la regione della corteccia esplorata (Fp: frontopolare; F: frontale; C: centrale; P: parietale; T: temporale; O: occipitale) e da un numero (o una z) che identifica l'emisfero (numeri dispari: sinistra; numeri pari: destra; z: linea mediana).

Onde cerebrali

Alfa un'ampiezza media di 30 microVolt (15-45 microVolt),	Occhi chiusi, soggetto sveglio	alfa lento (8-9 Hz) alfa intermedio (9-11.5 Hz) alfa rapido (11.5-13 Hz),
Beta (desincronizzazione). inferiore o uguale a 30 microVolt	Occhi aperti Soggetto sveglio, o nella fase R:E:M del sonno	beta lento (13.5-18 c/s) beta rapido (18.5-30 c/s),
Theta (dominante nel neonato)	appaiono nei primi minuti di sonno	theta lento (4-6 Hz) theta rapido (6-7.5 Hz),
Theta-Sigma	Nel sonno , seguono le onde Theta	12-14 Hz
Delta	A 20 minuti dall'inizio del sonno Onde lente 4° stadio del sonno Sonno non REM	0.5-4 Hz

Il ritmo o frequenza di base presente in un EEG è il ritmo alfa, o "ritmo di Berger", distinto con un'ampiezza media di 30 microVolt (15-45 microVolt), che viene registrato ad occhi chiusi in un soggetto sveglio, soprattutto tra gli elettrodi occipitali e quelli parietali, rispetto ai centrali e temporali posteriori (EEG)

sincronizzato). Se si invita il soggetto ad aprire gli occhi, l'attività alfa scompare ed è sostituita da un'attività di basso voltaggio (inferiore o uguale a 30 microVolt), più rapida, denominata di tipo beta (desincronizzazione).

Ne consegue che le onde o ritmo alfa (8-13 c/s) sono quindi caratteristiche delle condizioni di veglia ma a riposo mentale, ma non sono presenti nel sonno, dove invece sono assenti, fatta eccezione per lo stadio R.E.M.). Quando un soggetto è invece sottoposto ad un'attività cerebrale leggermente maggiore, si comincia a registrare la presenza del ritmo beta.

Il ritmo beta viene distinto in beta *lento* (13.5-18 c/s) e beta *rapido* (18.5-30 c/s), e presenta una tensione elettrica media di 19 microVolt (8-30 microVolt). Le onde beta sono dominanti in un soggetto ad occhi aperti e impegnato in una attività cerebrale qualsiasi, quasi continuo negli stati di allerta (detta fase di arousal), ma anche nel sonno onirico (durante il sogno), cioè il sonno REM.

Il ritmo delle onde theta è dominante nel neonato, presente in molte patologie cerebrali dell'adulto, negli stati di tensione emotiva e nell'ipnosi. Si distingue in theta *lento* (4-6 c/s) e theta *rapido* (6-7.5 c/s), con una tensione media di 75 microVolt; in condizioni normali la fase Theta si presenta nei primi minuti dell'addormentamento, quando si ancora in uno stato di dormiveglia, dove viene poi successivamente alternato da grafoelementi detti fusi del sonno.

Il ritmo Theta-Sigma segue la pura fase Theta durante il sonno, quando cominciano a comparire piccoli treni di onde, dette Sigma a frequenza di 12-14 c/s e tensione elettrica di 5-50 mV, sotto forma di fusi (chiamati così per la loro forma grafica), più altri grafoelementi detti complessi K.

Infine, a circa 20 minuti ipotetici circa dall'inizio del riposo, si dovrebbe quindi entrare in un sonno più profondo, detto anche a onde lente (4^o stadio del sonno), ma che non è ancora il sonno REM (5^o stadio del sonno), e quindi detto anche sonno N-REM (non-REM). Qui compaiono le onde delta, caratterizzate da una frequenza compresa tra 0.5 e 4 c/s e di tensione elettrica media di 150 mV. Le onde delta non sono presenti in condizioni fisiologiche nello stato di veglia nell'età adulta, sebbene siano predominanti nell'infanzia e inoltre compaiono nell'anestesia generale ed in alcune malattie cerebrali, oppure in malattie dismetaboliche generali, come l'iperazotemia.

Le onde delta sono caratteristiche del sonno non R.E.M. (sonno ad onde lente). Nei diversi stadi di sonno sono presenti principalmente onde theta e onde delta (caratteristiche del sonno ad onde lente), a cui si aggiungono squarci di attività alfa e, raramente, di attività beta.

Sonno REM

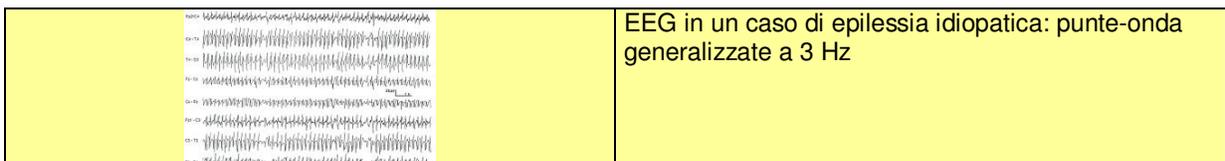
Nel sonno REM, raggiungibile mediamente dai 20 ai 40 minuti circa dall'inizio dell'addormentamento e ripetuto più volte durante un lungo sonno, ad esempio quello notturno, dove compaiono onde miste alfa ma soprattutto onde **Beta**, come se si fosse in attivo stato di veglia, ed è questo il tipico sonno onirico (tipico del sogno). L'EEG del sonno REM infatti ricorda molto quello dello stadio 1 se non per le caratteristiche scariche di onde con la caratteristica morfologia a 'dente di sega'. Compaiono le onde PGO (ponto-genicolo-occipitali), l'attività dell'ippocampo si fa sincronizzata con la comparsa di onde theta.

Cosa misura l'EEG

I neuroni corticali sono organizzati in modo da formare ammassi colonnari ad orientamento perpendicolare alla superficie della corteccia cerebrale, di cui costituiscono le unità funzionali elementari. L'EEG è l'espressione dei processi sinaptici (potenziali elettrici pre- e post-sinaptici), di potenziali dendritici e probabilmente anche di potenziali della neuroglia (cellule di sostegno).

I potenziali rilevabili tramite EEG sono quelli associati a correnti all'interno dell'encefalo che fluiscono perpendicolarmente rispetto allo scalpo. Una tecnica complementare all'EEG è la magnetoencefalografia (MEG), che permette di misurare le correnti che fluiscono parallelamente allo scalpo.

EEG come metodo diagnostico



È utilizzato nei casi di disturbi convulsivi come l'epilessia (registrazione di onde anomale come punte, punte-onda) o per segnalare la presenza di alterazioni che possono indurre il neurologo a chiedere una TAC

oppure una RM per scoprire ascessi, calcificazioni, cisti, ematomi, emorragie, infiammazioni, malformazioni oppure tumori del cervello benigni o maligni.

L'EEG viene anche usato nei pazienti comatosi, per accertare lo stato di morte cerebrale, caratterizzato dal tracciato dell'EEG piatto (attività elettrica cerebrale inferiore ai 2 microvolt, per la durata di almeno 30 minuti, in paziente incapace di respiro spontaneo), che deve comunque essere confermata anche con altri sistemi, come valutazione dei riflessi del tronco-encefalico oppure con l'eco-doppler (transcranico e dei vasi epi-aortici).

L'EEG viene inoltre utilizzato negli studi sul sonno, per poter discriminare tra vari tipi di disturbi come le apnee nel sonno, l'epilessia notturna, le dissonnie (insonnia, ipersonnia, narcolessia) e le parasonnie (bruxismo, enuresi notturna, pavor nocturnus, sonnambulismo).

Bibliografia

- Pravdich-Neminsky VV. Ein Versuch der Registrierung der elektrischen Gehirnerscheinungen (In German). Zbl Physiol 27: 951–960, 1913.
- Antoine Lutz et al. "Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice". [Proceedings of the National Academy of Sciences](#) 101:46, 16369-16373, 2004. ([full text](#))
- M.R. de Feo e O. Mecarelli *Testo-Atlante di Elettroencefalografia Clinica* (2001, Marrapese Ed.-Roma)

Voci correlate

- [EEG silente](#)
- [Independent component analysis](#)
- [Mappatura statistica parametrica](#)
- [Neurofeedback](#)
- [Polisonnografia](#)
- [Tecnico sanitario di neurofisiopatologia](#)
- [Hans Berger](#) (inventore dell'EEG)
- [Herbert Jasper](#) (perfeziona l'EEG, introduce i montaggi standard, pratica l'EEG direttamente sulla corteccia cerebrale)