

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA

Azienda Unità Sanitaria Locale di Reggio Emilia

Azienda Ospedaliera di Reggio Emilia
Arcispedale S. Maria Nuova

Istituto in tecnologie avanzate e modelli assistenziali in oncologia
Istituto di ricovero e cura a carattere scientifico

EEG in età evolutiva

Concetti base di neurofisiologia

Dott.ssa Susanna Rizzi
UOC Neuropsichiatria Infantile
Direttore Carlo Fusco
ASMN IRCCS Reggio Emilia

EEG: che cosa è?

- Tecnica di Indagine Neurofisiologica che consente una esplorazione funzionale, dinamica ed in tempo reale, dell'attività cerebrale.
- Consiste nella registrazione dalla superficie dello scalpo dell'attività elettrica cerebrale, risultante dalla somma dei potenziali post-sinaptici dei neuroni piramidali corticali.
- Correla, in modo preciso e diretto, con lo stato funzionale dell'encefalo e, quindi, con l'età e con lo stato (veglia-sonnolenza-sonno) dell'individuo.

EEG: informazioni necessarie

Per interpretare correttamente se una attività EEG è normale o patologica è necessario conoscere:

- L'ETA' (concetto di maturazione dell'attività elettrica cerebrale e di conseguenza dell'EEG),
- CONDIZIONE FISIOLOGICA e grado di vigilanza del soggetto,
- QUESITO CLINICO (non indispensabile ma auspicabile).

EEG: come si registra → SI 10-20

Dal 1958 è stato definito un SI che potesse standardizzare le registrazioni, fornire un' adeguata copertura dello scalpo

1) Identificando le varie posizioni degli elettrodi in base all'area cerebrale sottesa:

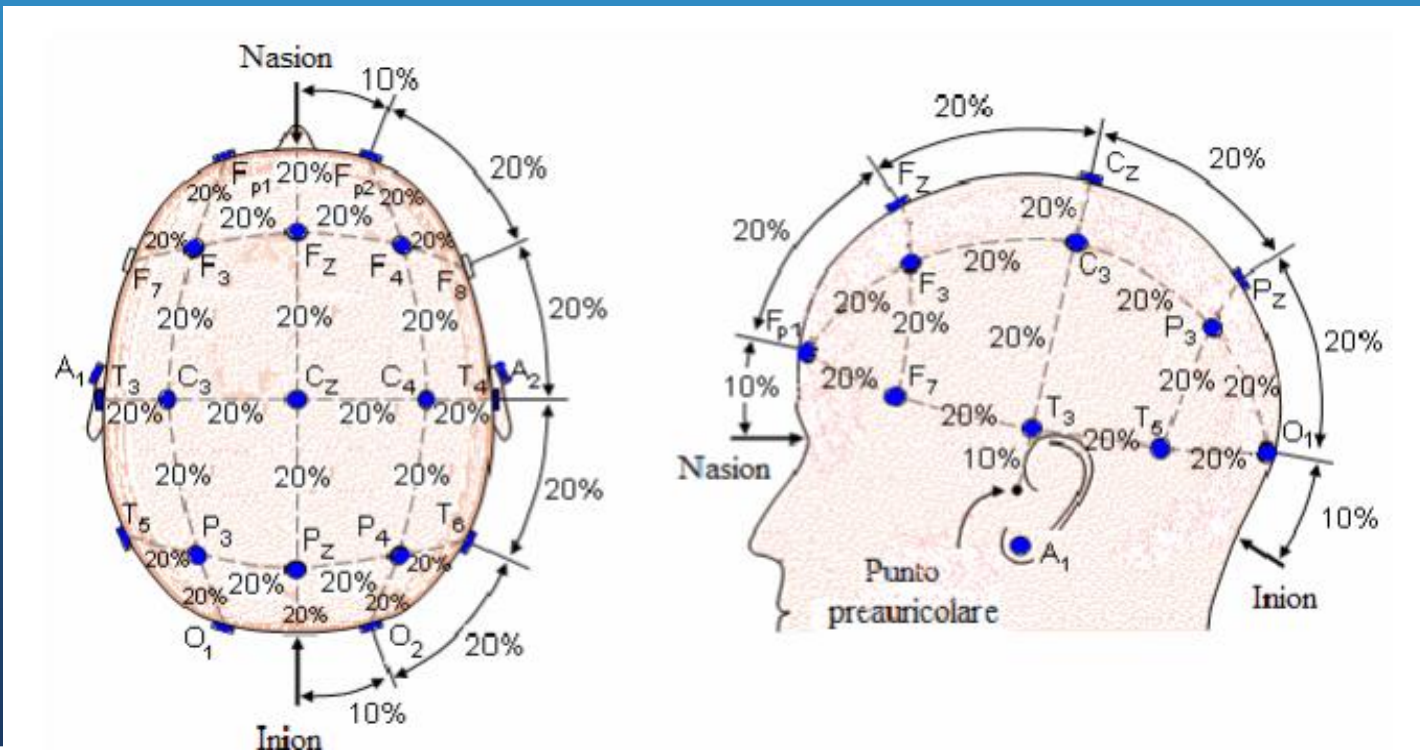
- F,
- C,
- T,
- P,
- O

2) Identificando l'emisfero con un numero/lettera Z:

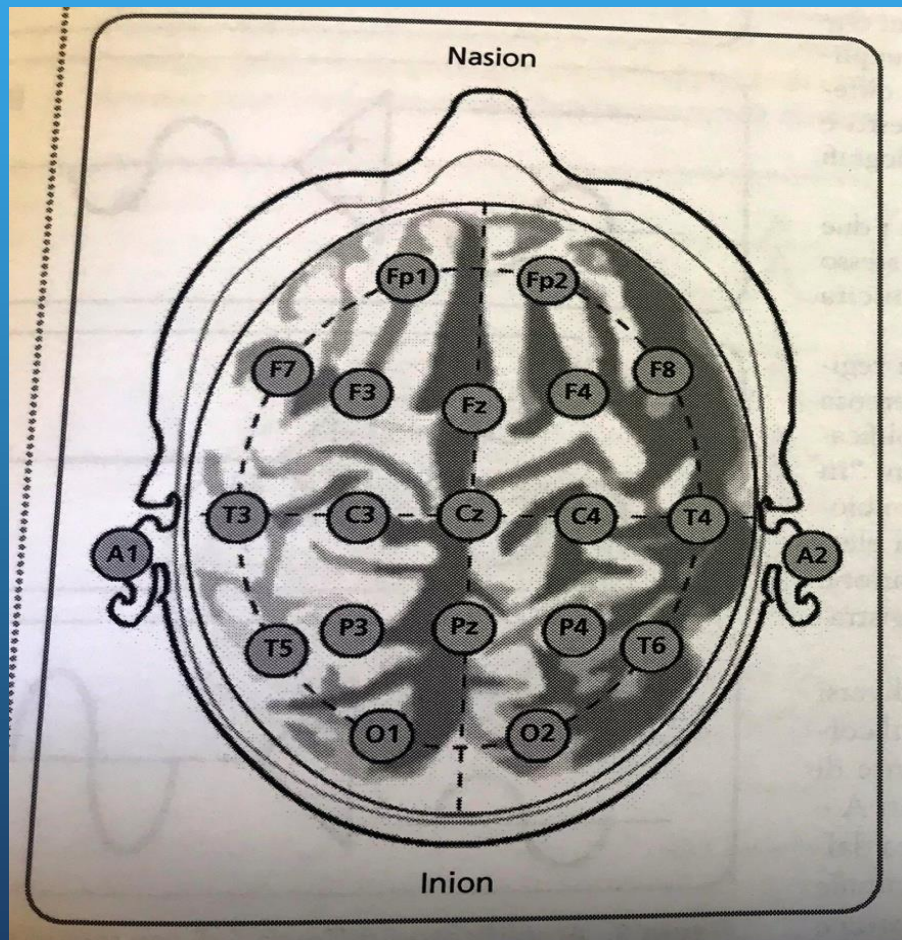
- Numeri dispari: sinistra
- Numeri pari: destra
- Z: linea mediana.

EEG: SI 10-20

posizionamento standard chiamato "sistema internazionale 10-20". Il termine "10-20" si riferisce al fatto che gli elettrodi sono posti in vari punti dello scalpo a distanza del 10% e 20% dell'intera lunghezza di linee ideali che partono da precisi punti di repere, rappresentati dal nasion e dall'inion per la linea mediana antero-posteriore e dai punti preauricolari per la linea coronale latero-laterale



EEG: SI 10-20



Vengono collocati almeno 19 elettrodi lungo cinque linee:
1)P1: longitudinale esterna dx e sx
2)P2: long. interna di dx e sx,
3)centrale

La linea trasversa T4-C4-Cz-C3-T3 viene denominata montaggio P3, ed anch'essa deve seguire la regola del 10-20%.

EEG: SI 10-10

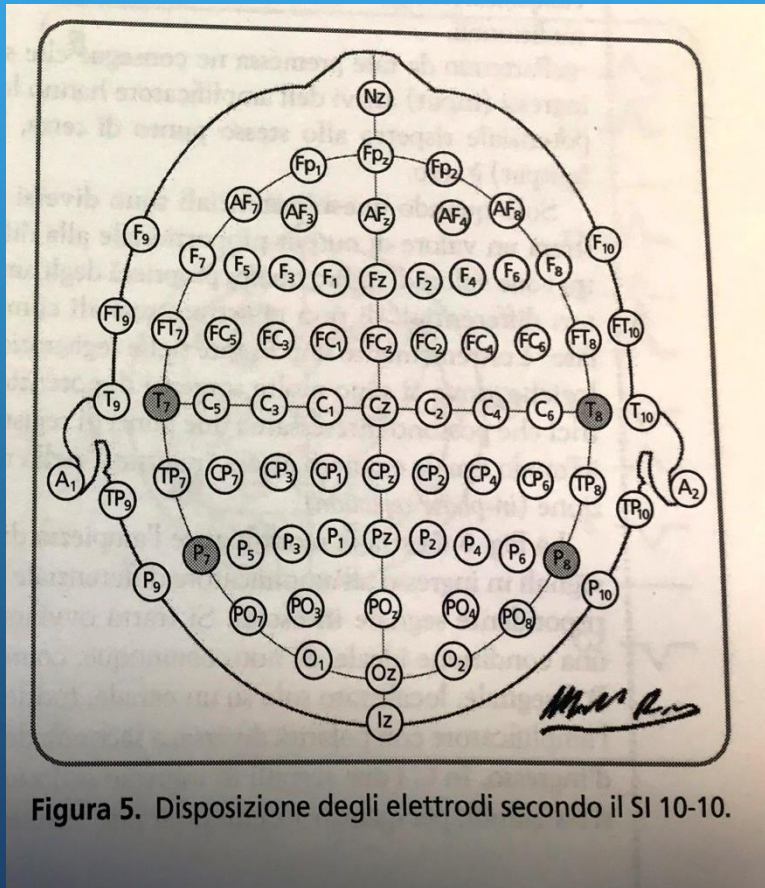


Figura 5. Disposizione degli elettrodi secondo il SI 10-10.

- 75 elettrodi
- Utilizzato molto raramente in età pediatrica
- Usato per gli studi di ricerca oppure per chirurgia dell'epilessia

Derivazioni e Montaggio

Per **derivazione** si intende la modalità di collegamento degli elettrodi all'amplificatore differenziale che deve esprimere l'attività bioelettrica, misurando appunto la differenza di potenziale tra due elettrodi.

Nella **derivazione unipolare / referenziale** un elettrodo viene posto in un sito attivo, mentre l'altro (elettrodo di riferimento) in un sito elettricamente neutro. Con una lettura unipolare il potenziale di ogni elettrodo può essere misurato rispetto:

- all'elettrodo neutro → Referenza comune (tipo Fpz o orecchio indicata come G2)
- alla media di tutti gli elettrodi → Referenza media (media segnale elettrodi indicata come AVG)
- alla media elettrodi vicini → Referenza di sorgente

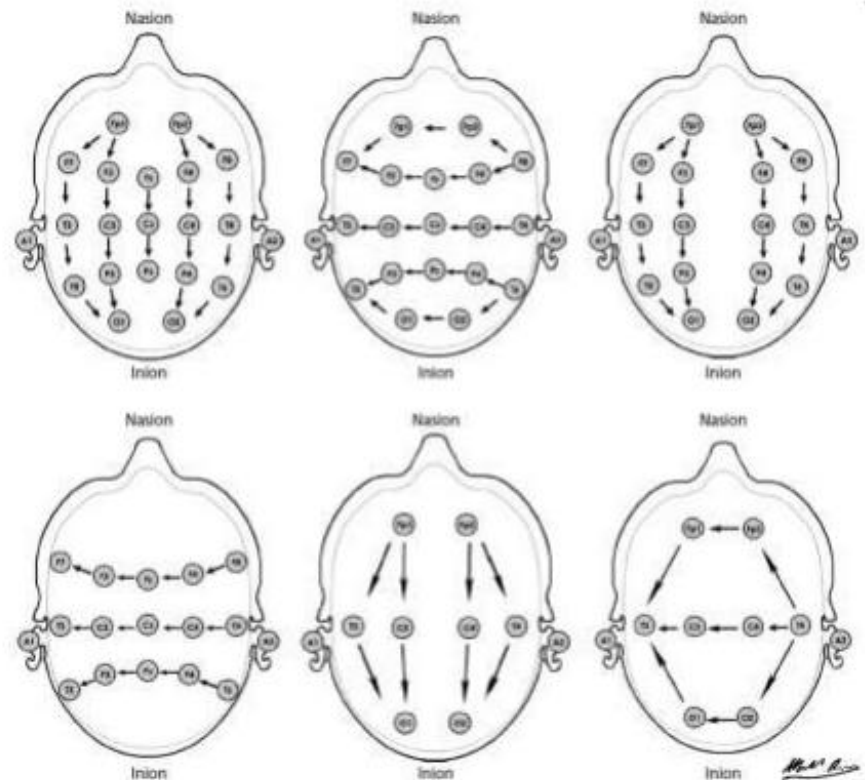
Derivazioni e Montaggio

Nella **derivazione bipolare**, invece, entrambi gli elettrodi sono posti su siti attivi dell'area di interesse e il segnale rilevato corrisponde alla differenza che emerge tra le attività dei due siti

Derivazioni e Montaggio

Per **montaggio** si intende invece la specifica modalità di comparsa degli elettrodi posti sullo scalpo sui singoli canali dell'elettroencefalografo (longitudinali bipolari, trasversali bipolari o referenziali)

Figura 2: Esempi di montaggi longitudinali e trasversali



Velocità di scorrimento

- 1.5 cm/sec oppure 20 sec per pagina (Europa)
- 3 cm/sec oppure 10 sec per pagina (USA)

Differenze:

Prima opzione vede meglio attività rapide (inizio crisi), vede onde "piú aguzze" , vede meno bene morfologia onda

Poligrafia e video-EEG

- EEG (attività cerebrale)
 - ECG (attività cardiaca):
 - EMG (tono muscolare): deltoidi...
 - EOG (movimenti oculari): canto oculare
 - Respirogramma (respiro toracico)
-
- VIDEO-EEG → importanza del video per correlare gli eventi ed interpretare gli artefatti

SI 10-20, vel 20 sec/pg pagina EEG: come si vede



Ritmi EEG

I segnali EEG sono caratterizzati da alcuni parametri tra cui principalmente:

- FREQUENZA, in c/s o Hz
- AMPIEZZA, in μV
- MORFOLOGIA, (aguzza, arrotondata..)

EEG: ritmi

Beta
[12-30 Hz]



Alpha
[8-12 Hz]



Theta
[4-8 Hz]



Delta
[1-4 Hz]



Time
1 sec

Pagine n 551 di EEG: normale patologico e artefatti

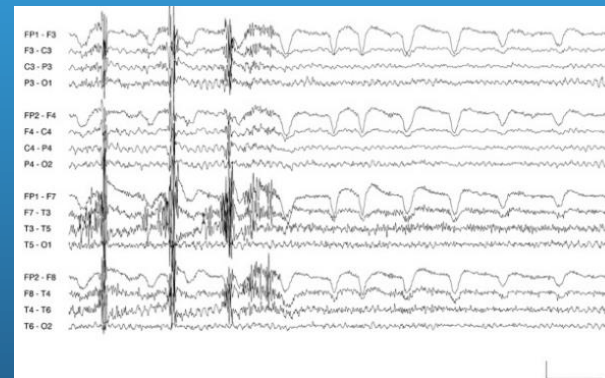
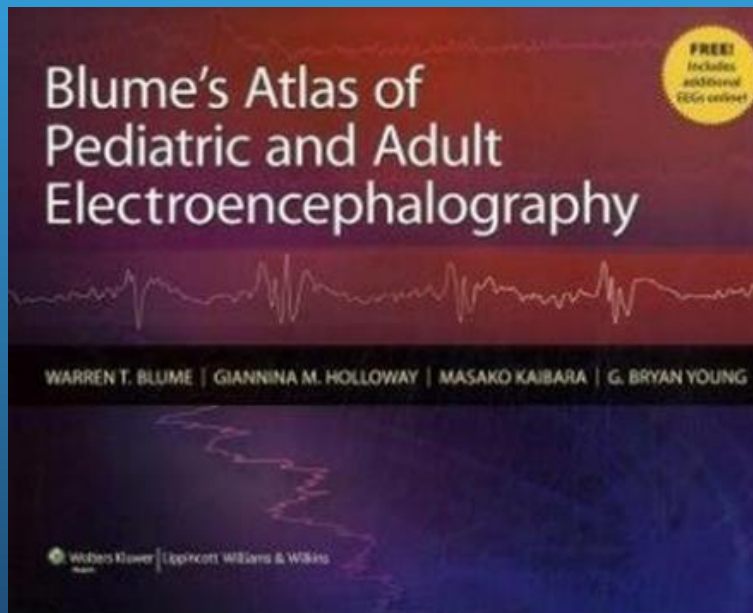


Fig. 2-25. Chewing gum. Patient's age, 24 years. Awake. The most common cause of periodic muscle bursts is gum chewing; these disappeared abruptly upon gum removal (4th second). Calibration signal 1 s, 100 μ V.

Riconoscere un EEG NORMALE: utilità



EEG: veglia 1-12 mesi

- La veglia è caratterizzata da una attività in banda theta, tendenzialmente ritmica, che incrementa in frequenza in base all'età:
 - 3-4 c/sec a 3 mesi
 - 5 c/sec a 5 mesi
 - 6-7 c/sec verso la fine del primo anno di vita
- si assiste ad una maturazione antero-posteriore pertanto inizialmente possono essere localizzati in sede rolandica per poi localizzarsi in sede occipitale
- questi ritmi precedono il successivo ritmo di fondo alpha occipitale

EEG: reazione d'arresto

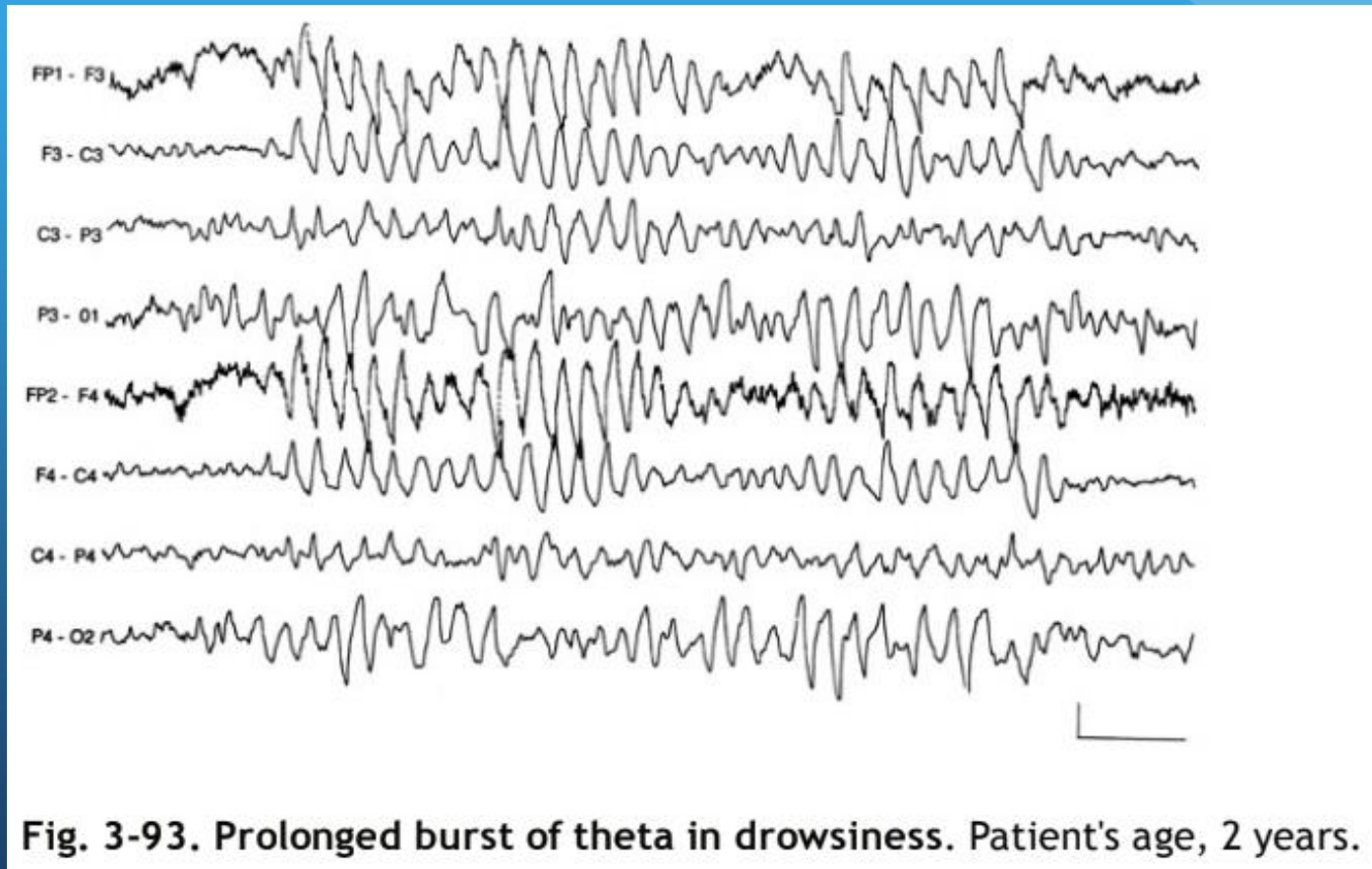
- dai 3-4 mesi compare la reazione d'arresto → scomparsa dei ritmi di fondo posteriori all'apertura degli occhi



EEG: sonnolenza 1-12 mesi

- La transizione dalla veglia al sonno si caratterizza per un progressivo rallentamento con frammentazione dell'attività di fondo
- Dai 6-8 mesi possono comparire gli ipersincronismi ipnagogici → attività theta ritmica sinusoidale bilaterale diffusa e/o prevalente in sede CP o O

EEG: Ipersincronismo ipnagogico



EEG: sonno 1-12 mesi

- Il tracè alternant scompare dalla 3-4 sett post-termine e compare un tracciato continuo di onde delta polimorfe
- Figure ipniche:
 - FUSI/SPINDLES: sequenza di attività rapida fusiforme a circa 12-14 c/sec, in sede CP bilaterale, sincroni ed asincroni fino a circa 6 mesi, in questa fase possono essere prolungati (fino a 10 sec).

Possono comparire dalla 6 sett post-termine (rudimentary spindles), l'assenza a 3-4 mesi è considerata un fattore prognostico negativo.

Fusi



EEG: sonno 1-12 mesi

→ PUNTE AL VERTICE: potenziale trifasico con componente principale cuspidata da polarità negativa con ampio voltaggio preceduta e seguita da due componenti a polarità positiva a basso voltaggio

Possono comparire verso i 5-6 mesi, massima espressione in sede centrale ed al vertice, tendenzialmente elementi singoli ma ripetitivi

Punte al vertice

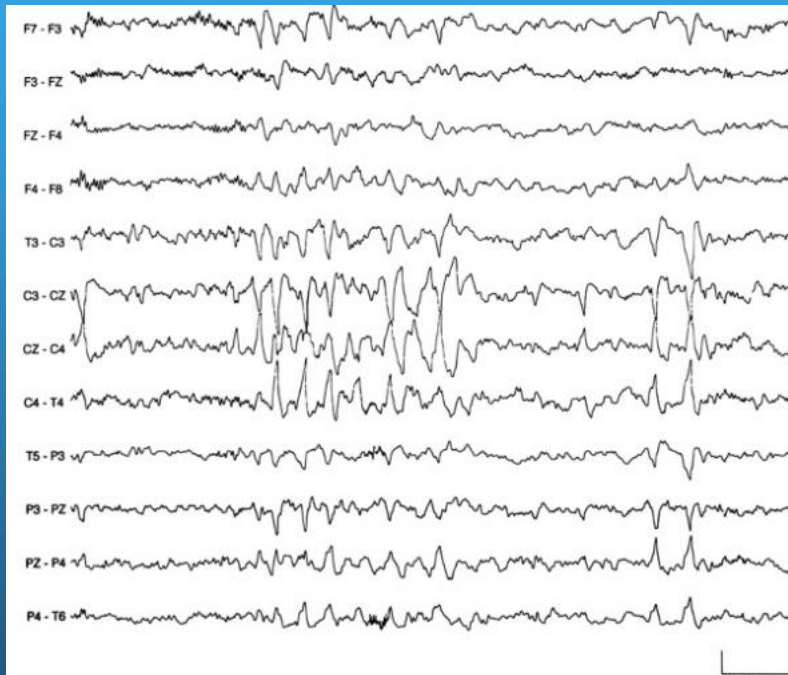


Fig. 3-100. Sequential V waves. Patient's age, 8 years. Light sleep. In childhood, V waves tend to occur in sequences, as in this example, using a coronal montage. Note the greater involvement of Pz than Fz. Calibration signal 1 s, 100 μ V.

EEG: veglia 1-3 anni

La veglia è caratterizzata ad OC da

- attività in banda alpha (spesso OL in banda theta frammentate)
- predominanza posteriore,
- simmetrica,
- bilaterale
- reagente

EEG: sonnolenza 1-3 anni

In sonnolenza si assiste ad un

- progressivo rallentamento
- con frammentazione del tracciato,
- Possono essere presenti ipersincronismi ipnagogici (sia con aspetto più diffuso che in bouffées di OL)

EEG: sonno 1-3 anni

- Figure ipniche (NREM):
 - PUNTE AL VERTICE: massima espressione in sede centrale ed al vertice, possono essere singole ed isolate o in sequenze “treni di punte al vertice”
 - FUSI/SPINDLES: sequenza di attività rapida fusiforme a circa 12-14 c/sec, in sede C bilaterale, laterali, sincroni, durata 1-3 sec.

EEG: veglia 3-5 aa

La veglia è caratterizzata ad OC da

- attività in banda alpha (possibili OL in banda theta frammentate)
- predominanza posteriore,
- simmetrica,
- bilaterale
- reagente

EEG: sonnolenza 3-5 aa

In sonnolenza si assiste ad un

- progressivo rallentamento
- con frammentazione del tracciato,
- possono ancora essere presenti ipersincronismi ipnagogici (spt bouffées di OL)

EEG: sonno 3-5 aa

- Figure ipniche (NREM):

→ PUNTE AL VERTICE (stadio I-II NREM)

→ FUSI/SPINDLES (stadio II-III NREM)

→ K COMPLEX (stadio II-III NREM): ampio grafoelemento caratterizzato da un'onda lenta difasica (fase iniziale più ampia negativa e successiva meno ampia positiva), seguito da sequenze fusiformi. L'ampiezza è in genere massima al vertice. I complessi K compaiono sia spontaneamente che in risposta a stimoli sensoriali improvvisi, e non sono specifici di una singola modalità sensoriale.

K complex



EEG: veglia 6-18 anni

La veglia è caratterizzata ad OC da

- attività in banda alpha (max 11 c/sec a 10-11 aa, ampiezza massima a 8-9 aa poi diminuisce, progressivamente si riducono le componenti lente frammiste)
- predominanza posteriore
- simmetrica (può esserci una diff di ampiezza fisiologica: > emisfero dominante, rar supera il 20%)
- bilaterale
- reagente

EEG: sonno 6-18 aa

Il sonno sulla base delle modificazioni dei parametri EEG e poligrafici è stato classicamente distinto in stadi:

- Sonno NREM (stadio 1, 2, 3 e 4)
- Sonno REM (REM: rapid eye movements)

La nuova classificazione degli stadi del sonno è la seguente:

- stadio N1 (1 NREM),
- stadio N2 (2 NREM),
- stadio N3 (3+4 NREM),
- stadio R (REM)

EEG: sonno 6-18 aa → N1 NREM

fase di transizione tra veglia e sonno, frequenze miste alpha e theta

- compaiono le **punte al vertice** → potenziale trifasico (componente centrale negativa preceduta e seguita da componenti positive) isolato o ripetitivo, massima espressione sulle aree centrali in particolare mediane (Cz).

EEG: sonno 6-18 aa → N2 NREM

frequenze miste theta ma anche delta (20%)

- Punte al vertice

- Complessi K → un'onda lenta difasica (fase iniziale più ampia negativa e successiva meno ampia positiva), seguito da sequenze fusiformi. L'ampiezza è in genere massima al vertice.

- Fusi (spindles) → Breve sequenza di onde fusiformi a 12-14 Hz a maggior espressività sulle regioni fronto-centrali e sul vertice

EEG: sonno 6-18 aa → N3 NREM

- predomina frequenze delta ad ampio voltaggio (0.5-2 Hz, ampiezza > 75 microV), fusi e K in riduzione
- delta burst: sequenza di onde in banda delta di ampio voltaggio (> 1/3 rispetto all'attività di fondo)

EEG: sonno 6-18 aa → R REM

triade:

- frequenze miste a basso voltaggio, onde a dente di sega --> sequenze di onde angolari, a 2-6 hz massima ampiezza in regioni centrali precedono burst di movimenti oculari rapidi
- presenza di movimenti oculari rapidi
- riduzione del tono muscolare antigravitario

Arousal EEG

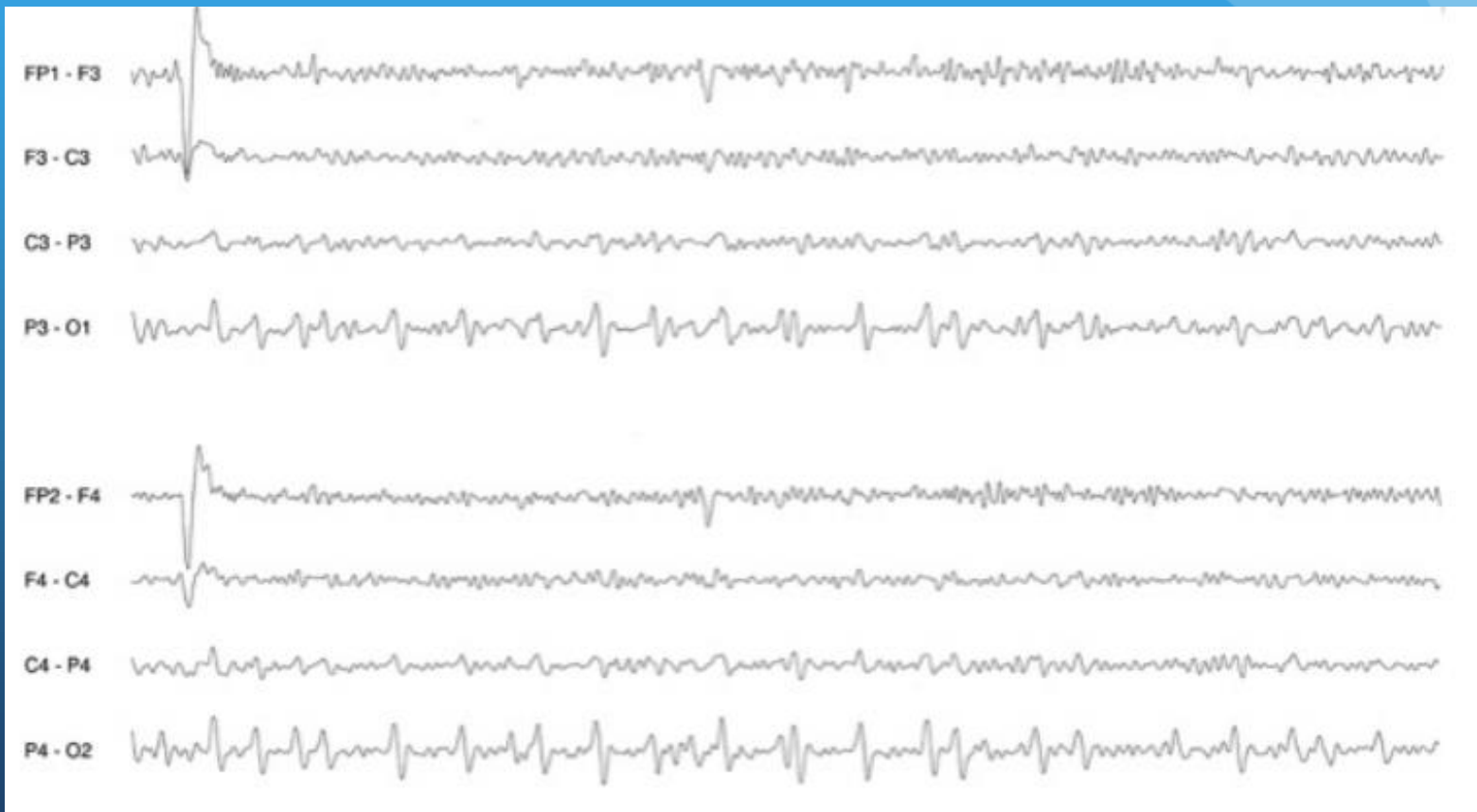
- Rapido cambiamento di frequenze EEG verso le bande alpha o theta della durata di almeno 3 sec e con almeno 10 sec di sonno stabile precedenti.
- Nel sonno REM l'arousal deve essere accompagnato da un transitorio rinforzo del tono muscolare antigravitario

EEG: altri ritmi e figure fisiologiche

- Onda lambda (Lambda wave, λ):

Grafoelemento rapido fisiologico, di morfologia di- o trifasica, che compare sulle regioni occipitali in soggetti svegli durante esplorazione visiva. La componente principale è in genere positiva. Le onde lambda sono cronologicamente associate ai movimenti saccadici. L'ampiezza varia ma è in genere inferiore a 50 μ V.

Onde lambda

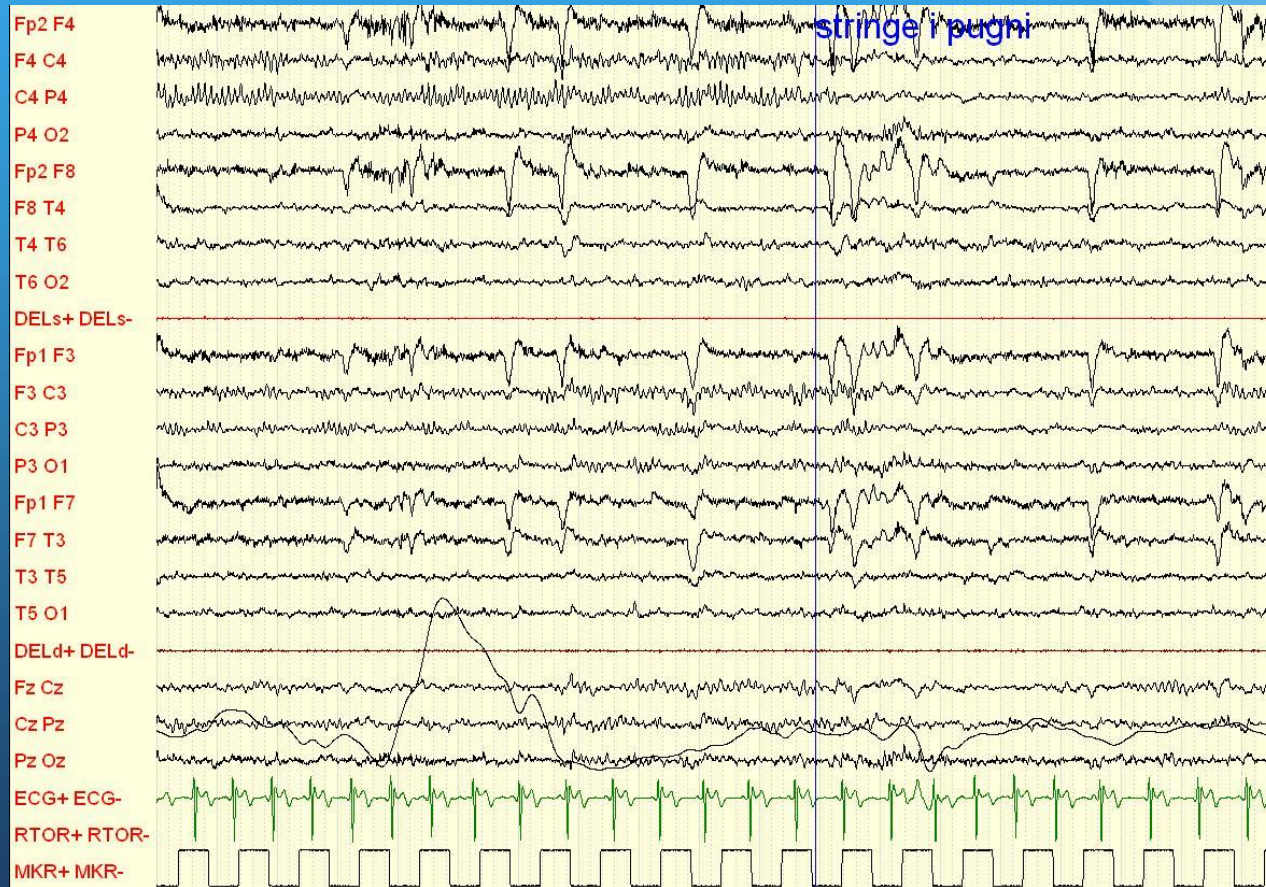


EEG: altri ritmi e figure fisiologiche

Ritmo mu

- frequenza 8-13 Hz (in media 9-11 Hz),
- composto di onde arcuate,
- sulle regioni centrali o centro-parietali
- presente durante la veglia sia ad OA che OC, di ampiezza di solito < ai 50 μ V, bilaterale, ma talvolta asincrono e/o asimmetrico sui due emisferi.
- bloccato o attenuato da movimenti controlaterali, dal pensiero del movimento o dalla stimolazione tattile

Ritmo mu



EEG: altri ritmi e figure fisiologiche

Introduction

Normal EEG

Alpha

Beta

Theta

Delta

Normal (Benign) EEG Variants

Epileptiform Variants

Wicket Rhythm

6-Hz Spike-and-Wave

14-and-6 Hz Positive Bursts

Benign Epileptiform Transients of Sleep

Subclinical Rhythmic Electrographic Discharge of Adults

Nonepileptiform Variants

Rhythmic Midtemporal Theta Discharges of Drowsiness

Cigánék Rhythm

Artifact

Conclusion

Chapter 9 - Normal EEG variants

Jose Mari-Acevedo ¹, Kirsten Yelvington ², William O. Tatum ³  

 [Show more](#)

<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64032-1.00009-6>

[Get rights and content](#)

Abstract

Understanding common variations of normal [EEG](#) and benign variants of uncertain significance is essential to discern the boundary between normal and abnormal EEG. Wide variation and fluctuation can occur with normal signals generated by the brain, and these can be a pitfall for less-experienced electroencephalographers in accurately interpreting the EEG. Normal EEG variants are benign and do not portend specific pathological conditions. They can show predilection for the [temporal lobes](#) and mimic [epileptiform discharges](#). These factors, along with the “spiky” appearance of these patterns, can often lead to erroneous interpretation of the recording and result in misdiagnosis. This chapter reviews the normal EEG variants that may confound the clinician and lead to misinterpretation that can result in suboptimal patient management.

Prove di attivazione: SLI

- La SLI è una prova di attivazione per evidenziare la fotosensibilità del pz, che si manifesta con la comparsa di una risposta fotoparossistica.
- La SLI deve essere effettuata di routine o prima dell'HPN o almeno 3 minuti dopo la sospensione dell'HPN.
- Se possibile eseguire la SLI in penombra in 3 condizioni: - chiusura degli occhi - occhi chiusi - occhi aperti, 5 s di SLI e 5 s di riposo (ad occhi aperti)
- Vanno testate le seguenti frequenze, prima in sequenza crescente e poi decrescente: a) 1-2-8-10-15-18-20-25-40-50-60 Hz b) 60-50-40-25 Hz

Prove di attivazione: SLI

- **Risposta fotoparossistica:** comparsa sul tracciato di scariche diffuse di grafoelementi epilettiformi, sincrone e simmetriche, dominanti anteriormente o posteriormente. Le scariche possono recedere prima della fine degli stimoli (**auto-limitanti**), cessare con la fine degli stimoli, oppure persistere per alcuni secondi dopo la cessazione dello stimolo (**auto-sostenenti**). Possibile orrelato clinico: alterazione/perdita del contatto e/o mioclonie.
- **Risposta fotomiogenica:** comparsa sul tracciato di “punte” ripetitive di origine muscolare sulle regioni anteriori
- **Trascinamento fotico:** Risposta fisiologica consistente in un'attività ritmica indotta nelle regioni posteriori del capo da una stimolazione luminosa ripetitiva, sincrona con la frequenza di stimolazione.

Prove di attivazione:

Oltre la SLI può essere effettuata, in soggetti fotosensibili o con anamnesi positiva per crisi epilettiche davanti a TV, monitor, etc, la **fotostimolazione da pattern**. In questo caso si utilizza come stimolatore un monitor che presenta immagini con diverso orientamento e frequenza spaziale (quadrati di diverse dimensioni, barre verticali od orizzontali, etc). Più attivanti risultano essere i pattern in movimento, molto contrastati, ad alta frequenza spaziale e orientati in senso orizzontale, di colore bianco/nero o blu/giallo.

Prove di attivazione: HPN

- L'HPN è basata sulla possibilità di slatentizzare - in conseguenza di un'indotta vasocostrizione arteriosa cerebrale da ipocapnia ed alcalosi - anomalie lente o epilettiformi intercritiche o di indurre la comparsa di vere e proprie crisi epilettiche
- consiste nell'effettuare una respirazione ritmica più rapida e più profonda del normale (18-20 ar/min rispetto ai fisiologici 10-12 ar/min; inspirazioni profonde seguite da espirazioni prolungate ed intense, a bocca semiaperta),
- deve durare almeno 3 minuti e dopo la fine dell'Ip la registrazione deve prolungarsi per almeno altri 2-3 min al fine di valutare la normalizzazione del tracciato o la comparsa di alterazioni tardive

Prove di attivazione: HPN

- Richiede la collaborazione (pz pediatrico dai 4-5 aa)
- Cercare di coinvolgere i bambini con dei giochi
- Essenziale se sospetto di assenze



EEG: artefatti

Artefatto: qualsiasi differenza di potenziale registrata sul tracciato EEG dovuta ad una sorgente extracerebrale. Gli artefatti si possono distinguere in:

- fisiologici (attività muscolare, cardiovascolare, oculare, dermogramma);
- non fisiologici (determinati da alterata captazione e conduzione del segnale elettrico cerebrale o da campi elettromagnetici ed elettrici provenienti dall'ambiente circostante -elettromedicali-)

→ Saper riconoscere gli artefatti è necessario per non dargli significato patologico !

EEG: artefatti da movimento/attività muscolare

TC: 0,1 sec; Fh: 30 Hz; Notch: 50 Hz; 20 s/pg 14 $\mu\text{V/mm}$

1



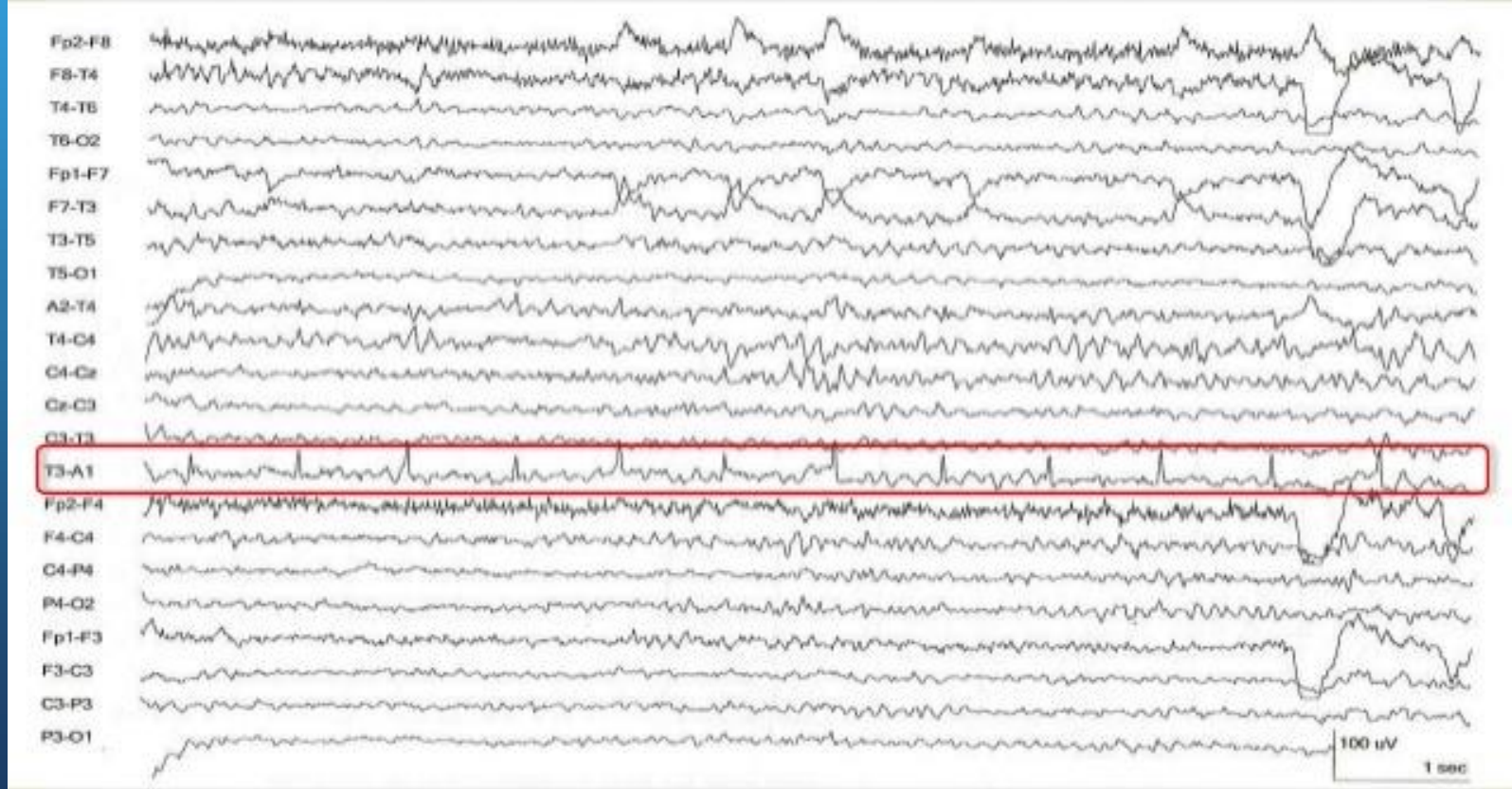
16/10/2019 14:57:19

P2+EEG

EEG

EEG: artefatti da cardio/cardio materno

Cardiac artifact



EEG: artefatti da cardio materno



EEG: artefatto da polso

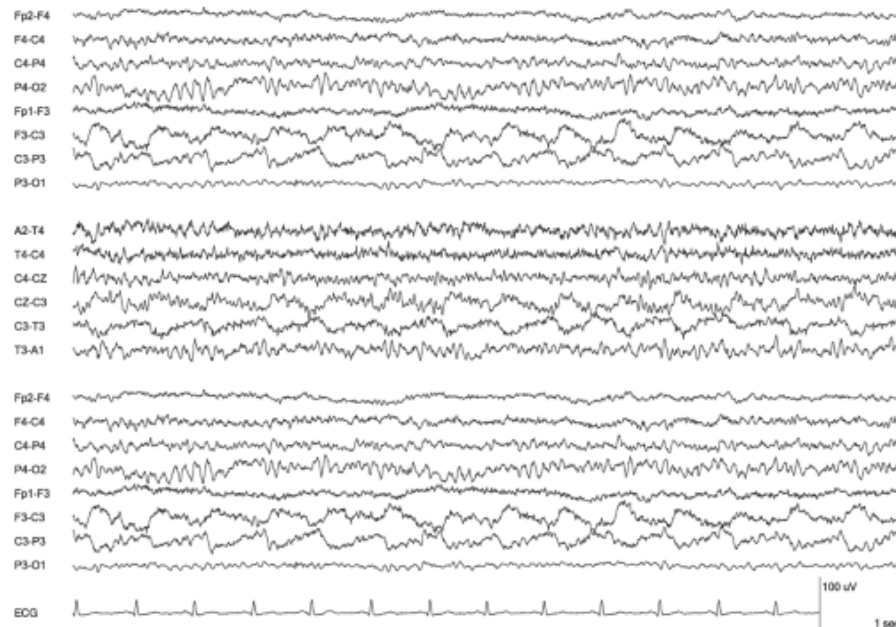
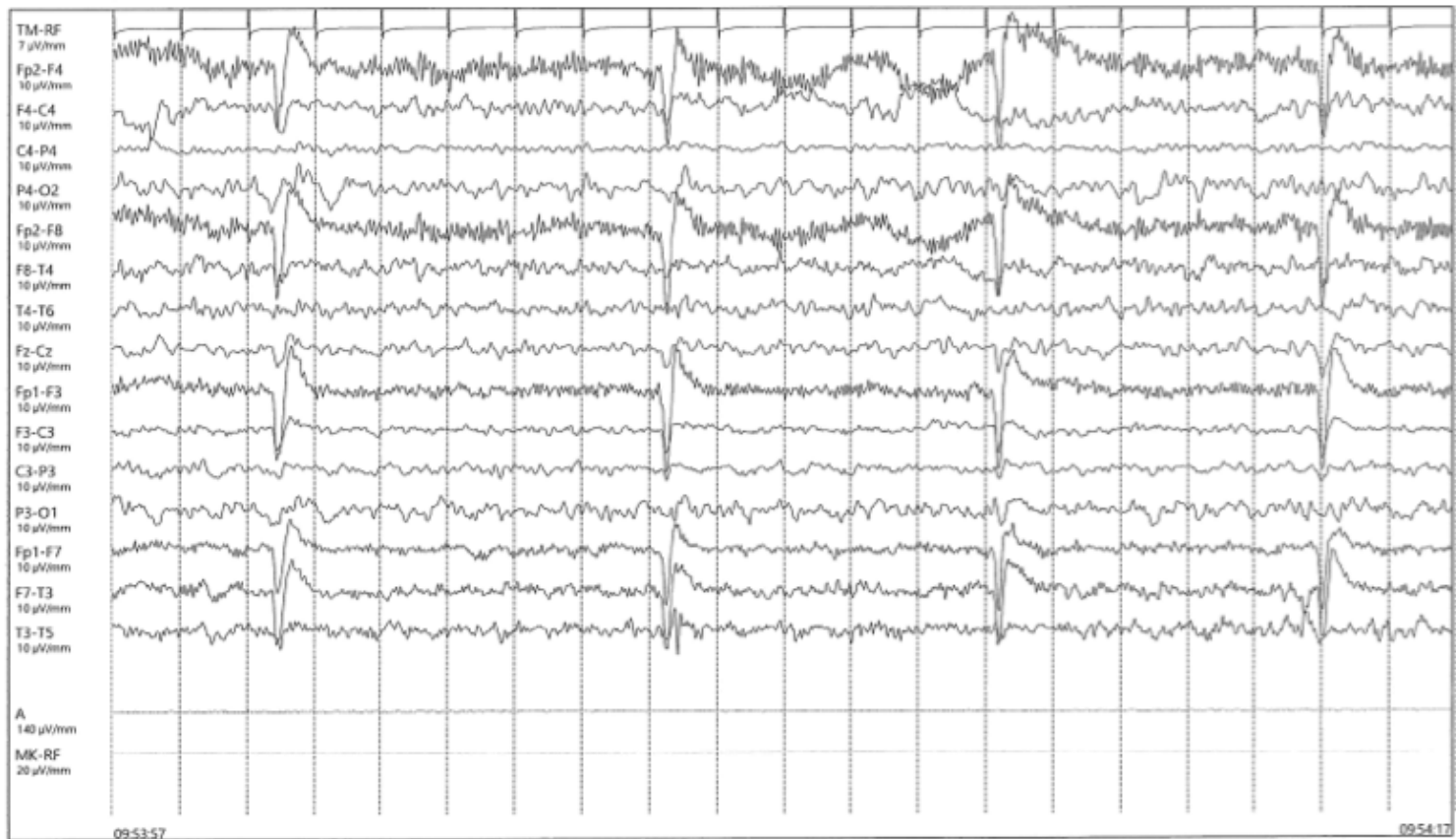


Figure 4-4 **Pulse Artifact** • Triangular slow waves recur regularly with an amplitude above the background activity, but the field is limited to only the channels that contain the C3 electrode. This combination of amplitude and field suggests electrode artifact. The ECG channel demonstrates a time-locked occurrence between the slow waves and heart contractions, which is consistent with electrode movements due to the circulatory pulse as the cause. (LFF 1 Hz, HFF 70 Hz)

EEG: artefatto da apertura e chiusura occhi

TC: 0,1 sec; Fh: 15 Hz; Notch: 50 Hz; 20 s/pg 10 $\mu\text{V}/\text{mm}$

1

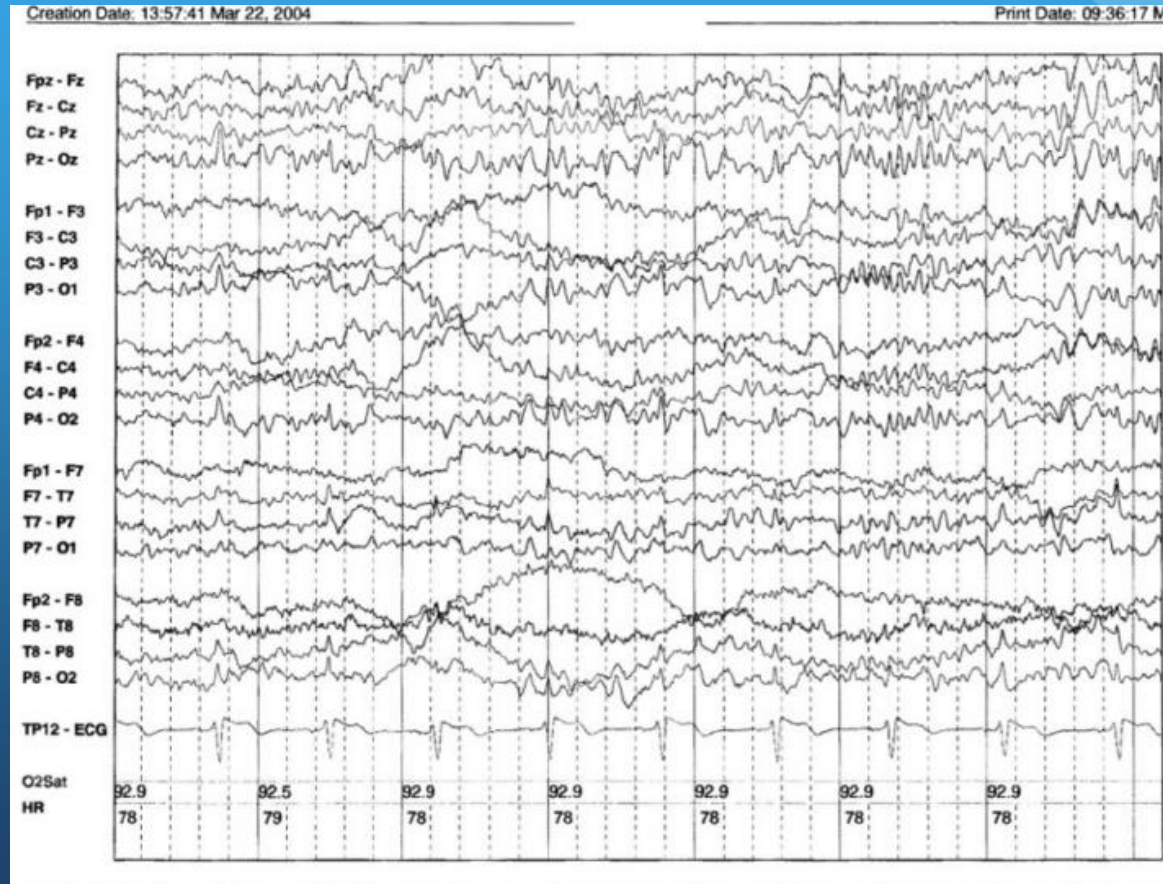


09/10/2019 09:41:57

P2+EEG

EEG

EEG: artefatti da dermogramma



Artefatto da elettromedicali



Ampiezza e filtri EEG

- Filtro ad alta frequenza (o passa basso): riduce le componenti ad alta frequenza se metto filtro a 30 hz taglio tutto quello che è sopra. la classica attività ad alta frequenza è l'artefatto muscolare, non puoi togliere troppo perché se no perdi le crisi.
- Filtro a bassa frequenza (o passa alto): riduce le componenti a bassa frequenza, fa passare tutto quello che è sotto 5 hz → mi avvantaggia su artefatti da dondolamento, da sudore ... linee ballerine.
- Filtro a 60 hz o notch: che elimina le frequenza a 60 hz (alternata)

EEG: il referto

- **Descrizione della poligrafia:** registrazione video-EEG con ECG, EMG (precisare quali muscoli), respirogramma etc
- **Definizione dello stato:** di sola veglia/ di sonnolenza/ di sonno o sonno-veglia
- **Presenza o meno di artefatti e quali:** viziato da
- **Descrizione del ritmo di fondo in veglia:** alpha, posteriormente dominante, bilaterale, simmetrico, stabile
- **Presenza o meno della reazione d'arresto:** reagente

EEG: il referto

- **Descrizione anomalie in veglia:** tipologia, distribuzione topografica, eventuale diffusione, frequenza.
- **Descrizione della transizione tra sonno-veglia:** frammentazione del tracciato, presenza o meno di ipersincronismi ipnagogici.
- **Definizione degli stadi del sonno osservati**
- **Descrizione delle figure ipniche osservate** (presenti o meno, normo-iporappresentate, con frammistiti o meno grafoelementi aguzzi).

EEG: il referto

- **Descrizione anomalie in sonno:** tipologia, distribuzione topografica, eventuale diffusione, frequenza, eventuale incremento rispetto alla veglia
- **Descrizione della veglia post-ipnica:** se riprende le caratteristiche della veglia pre-ipnica
- **Descrizione eventi critici se registarti:** in veglia/ in sonno, tipologia di attività critica, sede di esordio, diffusione, durata e correlato clinico
- **Descrizione prove di attivazione:** modifica o meno del tracciato

EEG: conclusioni del referto

- **Definizione dello stato:** Tracciato di veglia/sonnolenza/sonno
- **Descrizione dell'organizzazione per età :** ben organizzato, scarsamente organizzato, non organizzato
- **Descrizione delle anomalie**
- **Descrizione delle crisi:** sia dal pdv elettrico che clinico
- **Confronto se presente con l'EEG precedente:** analogo al precedente, migliorato, peggiorato

Spunti per iniziare: EEG pretermine e neonatale

Outline

Summary

Résumé

Keywords

Mots clés

Historical background

Introduction

Definitions

Recording methods

Behavioural states

Developmental features

24 and 25 weeks of gestational age (Figs. 7a and b, 8a–d)

26 and 27 weeks of gestational age (Figs. 9a and 9b, 10)

28 and 29 weeks of gestational age (Figs. 11a–c, 12)

30 and 31 weeks of gestational age (Figs. 13a and b; 14a a...

32, 33 and 34 weeks of gestational age (Figs. 15a and b, 1...

35 and 36 weeks of gestational age (Figs. 18, 19a and b)

37 and 38 weeks of gestational age (Figs. 20a–c)

39, 40 and 41 weeks of gestational age (Figs. 21, 22a–c, e)



Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology

Volume 40, Issue 2, May 2010, Pages 59–124



Review/Mise au point

Electroencephalography in premature and full-term infants. Developmental features and glossary Électroencéphalographie du nouveau-né prématuré et à terme. Aspects maturatifs et glossaire

M. André ^a ✉, M.-D. Lamblin ^b ✉, A.M. d'Allest ^c, L. Curzi-Dascalova ^d, F. Moussalli-Salefranque ^e, S. Nguyen The Tich ^f, M.-F. Vecchierini-Blinneau ^g, F. Wallois ^h, E. Walls-Esquivel ⁱ, P. Plouin ^e

[Show more](#)

<https://doi.org/10.1016/j.neucli.2010.02.002>

[Get rights and content](#)

Summary

Following the pioneering work of C. Dreyfus-Brisac and N. Monod, research into

Spunti per iniziare: EEG normale dal neonato all'adolescenza

Outline

Summary

Résumé

Keywords

Mots clés

Introduction: technical aspects

EEG in the neonatal period (normal full-term newborn)

EEG in infancy (1–12 months) [14]

EEG in early childhood (1–3 years)

EEG in preschool children (3–5 years)

EEG in school age children (6–12 years)

EEG in adolescents (13–20 years)

Unusual EEG patterns

Conclusions



Neurophysiologie Clinique/Clinical
Neurophysiology

Volume 43, Issue 1, January 2013, Pages 35–65



Review/Mise au point

Normal EEG in childhood: From neonates to adolescents

L'EEG normal chez l'enfant : du nouveau-né à l'adolescent

M. Eisermann ^{a, b} ✉, A. Kaminska ^{a, b}, M.-L. Moutard ^c, C. Soufflet ^{a, b}, P. Plouin ^{a, b}

[Show more](#)

<https://doi.org/10.1016/j.neucli.2012.09.091>

[Get rights and content](#)