

ELEKTROENKEFALOGRÁFIA (EEG) (ELECTROENCEPHALOGRAPHY)

Az agyi elektromos jelek vizsgálata, noninvazív vagy invazív módszer az agyműködés tanulmányozására.
Az *elektroenkefalográfia* (EEG) egyben klinikai vizsgálat.

Spontán EEG – Eseményhez-kötött potenciálok (ma) (jövő héten)

SPONTÁN EEG

EEG: fejbőre helyezett elektródokkal történő elvezetés
ECoG (elektrokortikográfia): feltárt agyfelszínről történő elvezetés

Klinikai diagnosztika:

Epilepszia
Encephalopathiák
Koma, agyhalál
Alvászavarok
Narkózis monitorozás

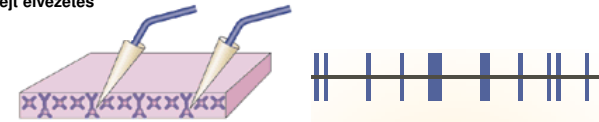
Kutatási alkalmazások:

Idegtudomány
Kognitív pszichológia
Pszichofiziológia
Neurolingvisztika
Gyógyszerkutatás

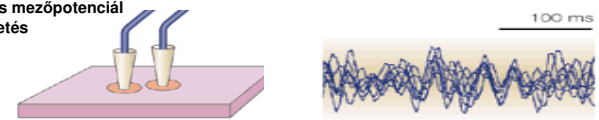
Normális EEG = azonosítható rendellenesség hiánya

KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ ELVEZETÉSI MÓDOK

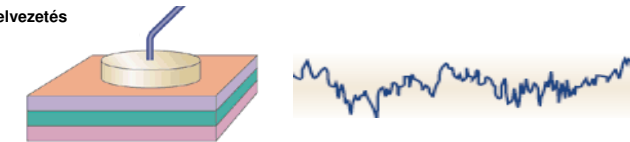
egysejt elvezetés



lokális mezőpotenciál elvezetés



EEG elvezetés



SPONTÁN EEG FREKVENCIA-TARTOMÁNYAI

Név	Frekvencia sáv	Lokalizáció (lebeny)	Egészséges állapot	Kóros állapot
Delta	< 4Hz	félnőtt: frontális, gyerek: hátsó terület	félnőtt: SWS 3-4 st., csecsemőkön ébren is	diffúz lézió, daganat, encephalopathia
Théta	4-7Hz	ált. diffúzan, főleg frontálisan és temporálisan	fiatal gyermekek, SWS: 2-3 st., cogn. feladatban	fokális lézió, daganat, mély középvonali kórfolyamat
Alfa	8-13Hz	legnagyobb ampl. tarkón, mozdulatlan: C3-C4	éber, nyugodt, csukott szem „idling rhythm”	kóma
Béta	14~30Hz	diffúz, első sorban frontális	aktív állapot, REM	gyógyszer hatások
Gamma	>30Hz	folyamattól függ	cogn. folyamatok	↓ cogn. leépülés

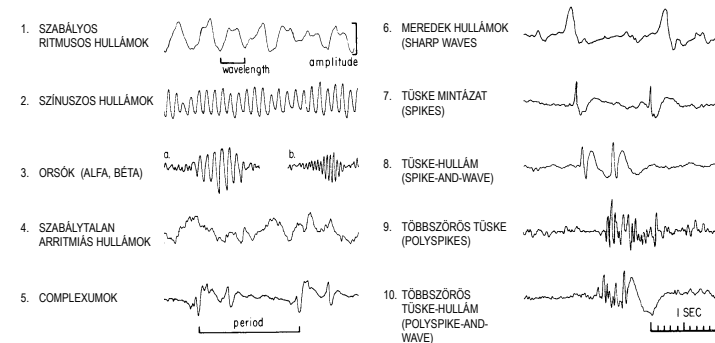
Speciális ritmusok:

- lassú alvási oszcilláció <1Hz
- Mu: szenzomotoros (centrális) terület, mozdulatlan 8-12 Hz
- Szigma: alvási orsó, 11-15 Hz
- K-komplexum: SWS 2-3 st. alatt jelentkező negatív-pozitív hullám együttes
- DC potenciál változás

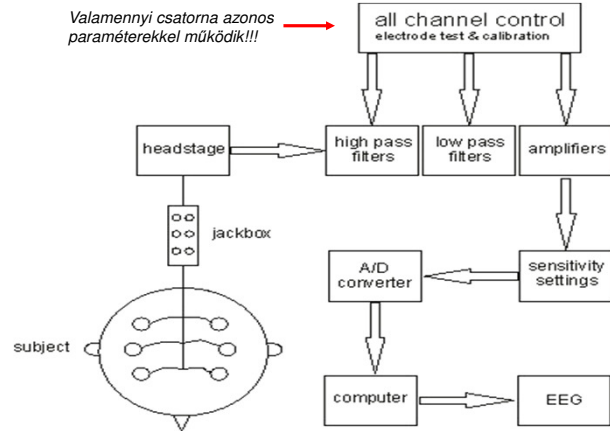
EEG amplitúdó tartomány: 5 -500 µV

Szinkronizált – deszinkronizált EEG, Aktiváció

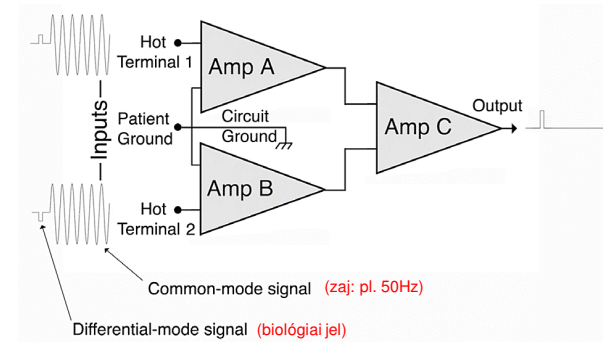
JELLEMZŐ EEG MINTÁZATOK – KÓROS JELEK „GRAFOELEMEK”



KORSZERŰ „PAPERLESS” EEG



DIFFERENCIÁL ERŐSÍTŐ ZAVARELYOMÁSA



Differenciál erősítő két szimmetrikus (hot) és egy rendszer-föld bemenettel. A két bemeneti fokozat azonos tulajdonságai biztosítják a „közös modulusú jelek” elnyomását amelyek azonosak mind a két (hot) bemeneten. Csak a viszonylag kis „differenciál modulusú jel” – a kis négyzet a bal oldalon – az, amelyik az erősítő kimenetén megjelenik.

ALUL ÉS FELÜL VÁGÓ SZŰRŐ ELVE ÉS HATÁSA

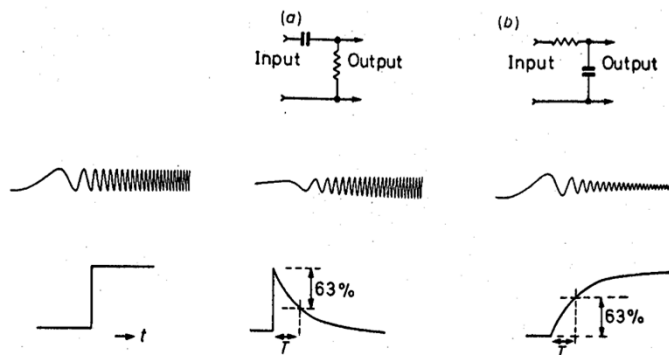
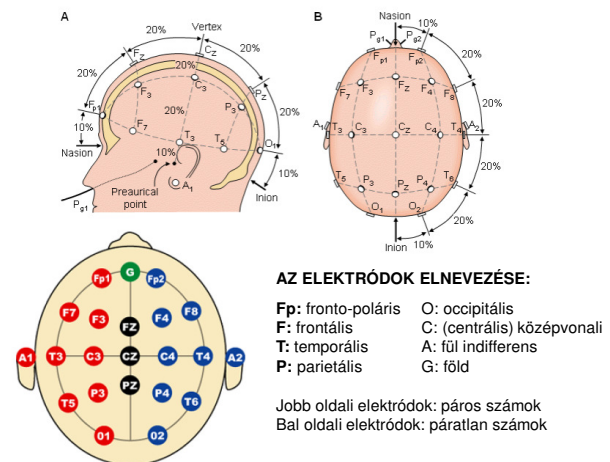


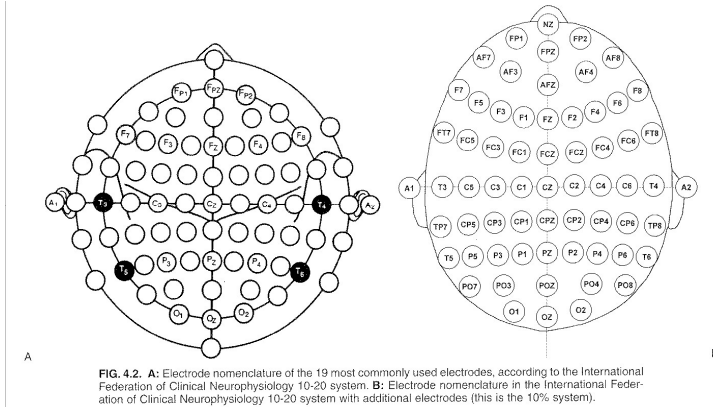
Figure 4.14. (a) and (b) show CR and RC circuits, respectively. Their outputs in response to a sine wave of constant amplitude but increasing frequency and to a step function voltage are shown. T is the time constant of the circuit

A NEMZETKÖZI 10-20 ELEKTÓD RENDSZER

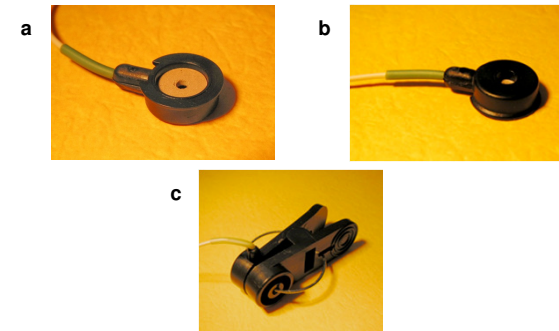


KIBŐVÍTETT 10-20 ELEKTRÓD RENDSZER

sokcsatornás (32, 64, 128) digitális elvezetésekhez



Ag/AgCl RAGASZTÓS ELEKTRÓDOK



a: skalp elektród az Ag/AgCl oldalról nézve, b: skalp elektród a műanyag borítás felől nézve, c: fül elektród

EEG elektród ellenállás: < 5 kOhm

RAGASZTOTT ELEKTRÓDOKKAL VÉGZETT VIZSGÁLAT



KORSZERŰ ELEKTRÓD SAPKÁK SOKCSATORNÁS EEG ELVEZETÉSHEZ

Electro-Cap



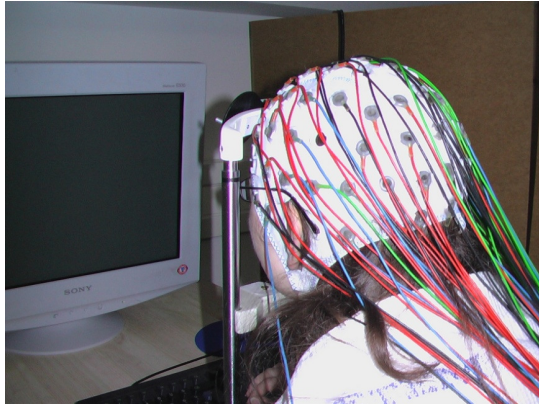
Allows skin preparation
Application about 30 minutes
Used with most EEG amplifiers
Disinfection (glutaraldehyde)

Geodesic Sensor Net



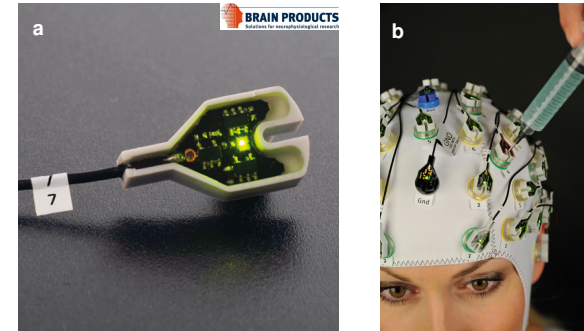
Does not allow skin preparation
Application in about 5 minutes
High input-impedance amplifiers
No infection risk

EEG ELVEZETÉS PSZICHOFIZIOLÓGIAI KÍSÉRLETBEN



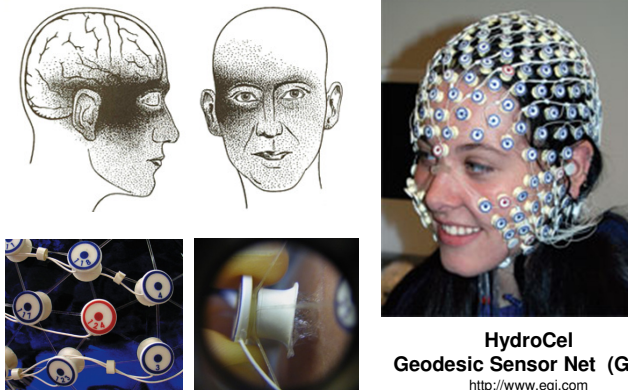
Kísérleti személy pszichofiziológiai vizsgálat közben az ingereket adó monitor előtt, elektród sapkával és szinkódolt elektródokkal.

AKTÍV EEG ELEKTÓD



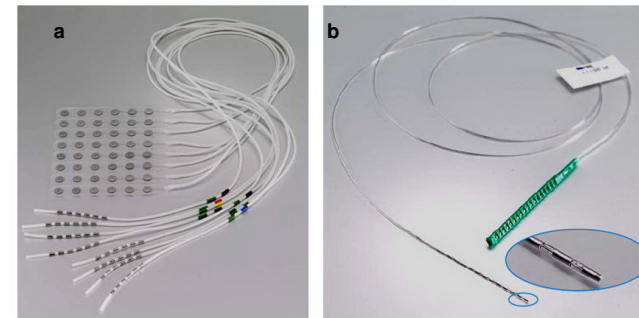
a: „Aktív elektród” elektronikája, b: Aktív elektród sapka. A 4. elektródot éppen géllal töltik fel (a zöld és piros LED az elektród megfelelő ill. túl nagy ellenállását jelzi).
Brain Products GmbH engedélyével (www.brainproducts.com)

TEMPORÁLIS EPILEPSZIÁS TŰSKEHULLÁMOK MEGJELENÉSI TERÜLETE A FEJBŐRÖN



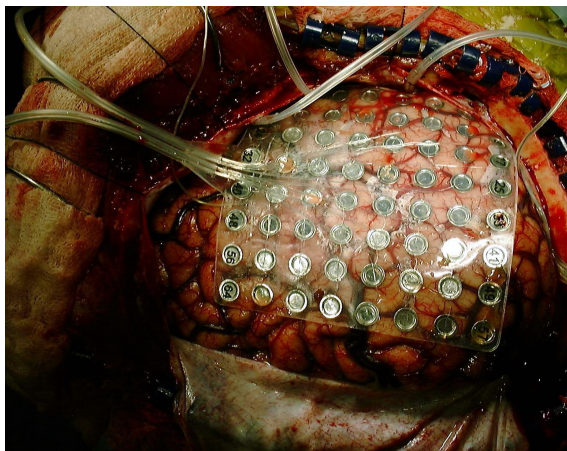
HydroCel
Geodesic Sensor Net (GSN)
<http://www.egi.com>

ELEKTÓD HÁLÓ ÉS MÉLY AGYI ELEKTÓD



a: Elektród háló (grid) (8x8) agyfelszíni elvezetésre
b: Multielektrod mély agyi struktúrákból történő elvezetésre
DIXI Microtechniques SAS engedélyével (www.diximedical.com)

ELEKTROD HÁLÓ AZ AGYFELSZÍNEZEN



SPHENOIDALIS ÉS FORAMEN OVALE ELEKTROD

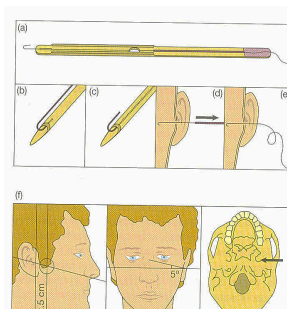


Fig. 6.4 Sphenoidal electrode. (a) Townsend (1968) introducer; (b, c) hooked sphenoidal wire either attached to the outside of or inserted inside the needle; (d, e) removal of needle to leave hooked wire electrode in place; (f) landmarks for insertion of the sphenoidal electrode.

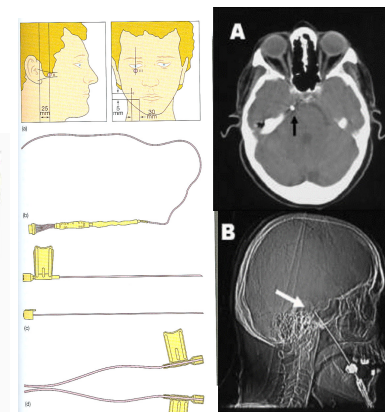


Fig. 6.6 (a) Landmarks for insertion of foramen ovale electrode. The points 1, 2, and 3 are marked on the face as follows: 1, 30 mm lateral and 5 mm above the angle of the mouth; 2, 20 mm anterior to the external auditory meatus; 3, on the lower lip through the midpoint of the pupil. The electrode is inserted through point 1 and aimed through point 3 in the sagittal projection and point 2 in the coronal projection. (b) The electrode consists of a flexible bundle of seven twisted wires (2.5 mm in diameter, each of which has an antireflection section 5 mm long, forming an electrode. The electrodes are disposed in a cylindrical sheath 2.5 mm in diameter. Area of which has an exposed ends a resistance to conductor for electrode to be a differential system. (c) Tracer and cannula for electrode placement. The sharp steel trocar is inserted into the carina. After this has been pushed until the tip of the cannula passing through the foramen ovale, steel trocar is withdrawn and the electrode inserted. (d) The cannula is elevated from the skin and then split in half for pressing the wedge electrode tip in position. (e) Lateral radiograph of electrode in place. (f) Computed tomography scan showing electrode tip in position. from Binnie et al (2003), with permission.

Cooper, Binnie, Billings, 2005

AZ EMBERI TESTEN NINCS 0 POTENCIÁLÚ „INDIFFERENS” PONT

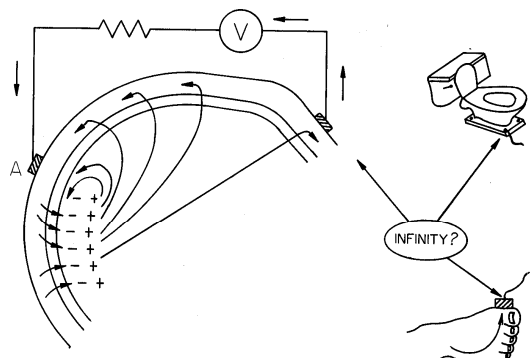
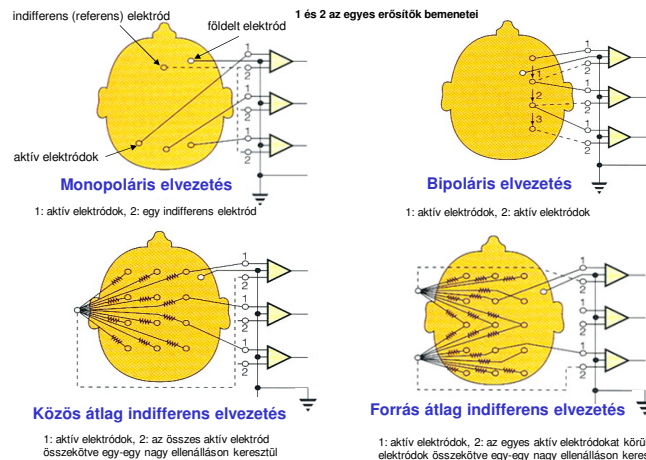


Fig. 1-8. The voltmeter (V) of the EEG recording machine does not measure potential directly; it measures the current in the measuring circuit. This current always depends on the location of both electrodes. Thus, in EEG applications, one never measures potential with respect to "infinity."

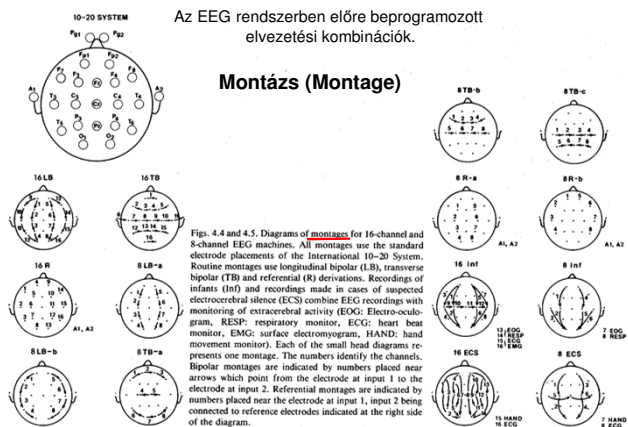
Nunez and Srinivasan, 2006

EEG ELVEZETÉS TÍPUSOK



Cooper, Binnie, Billings, 2005

SZABVÁNYOS ELVEZETÉSI ELRENDEZÉSEK



JELALAKOK BIPOLÁRIS ELVEZETÉSÉNÉL

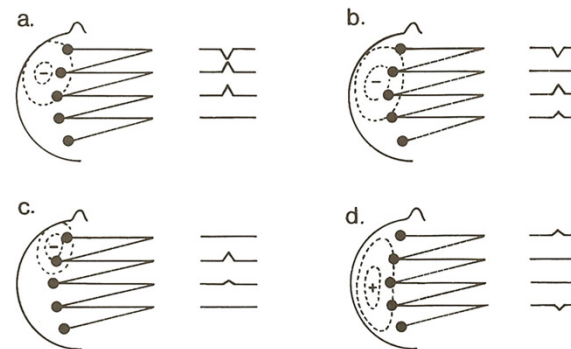


Fig. 4.1. Bipolar montages. a and b: localization of electrical potentials on the scalp by phase reversal; c and d: possible pitfalls of this method.

JELALAKOK MONOPOLÁRIS ELVEZETÉSÉNÉL

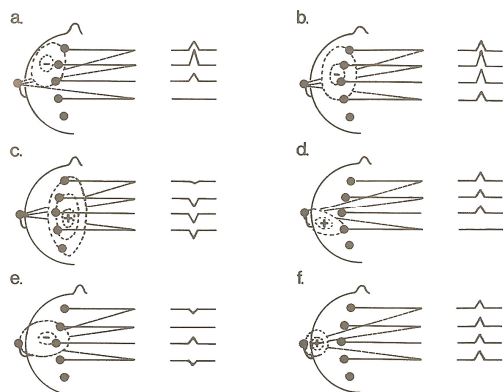
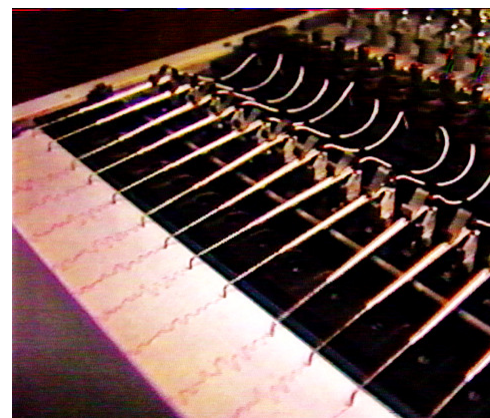


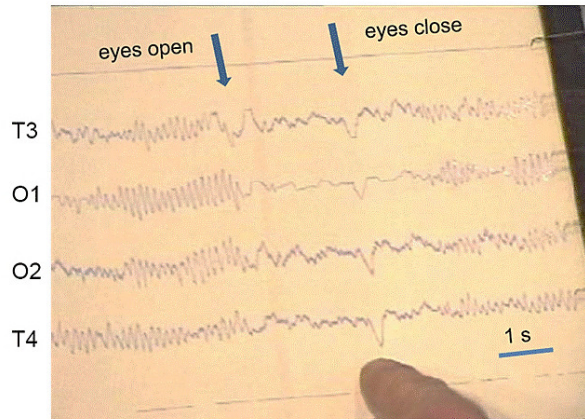
Fig. 4.2. Referential montages. a, b and c: localization of electrical potentials by amplitude of pen deflections; d, e and f: possible pitfalls of this method.

PAPÍR REGISZTRÁLÓS EEG ELVEZETÉS

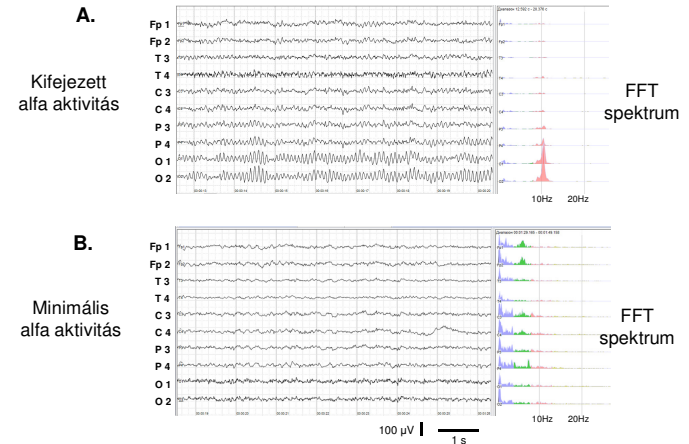


Papír regisztrátum: 20min. = 36m. ~ 120 lap

SZEMNYITÁSRA BEKÖVETKEZŐ DESZINKRONIZÁCIÓ

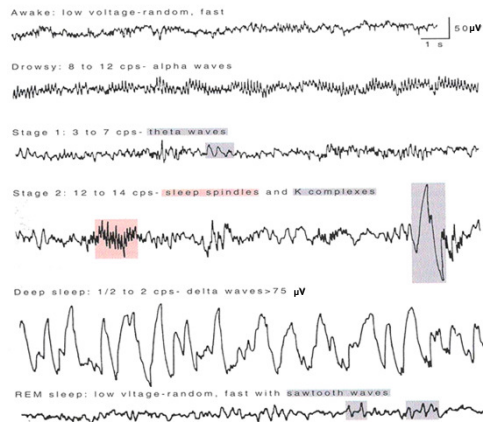


NORMÁL EEG TEVÉKENYSÉG NYUGALOMBAN
(fekvő egyének, csukott szemmel)



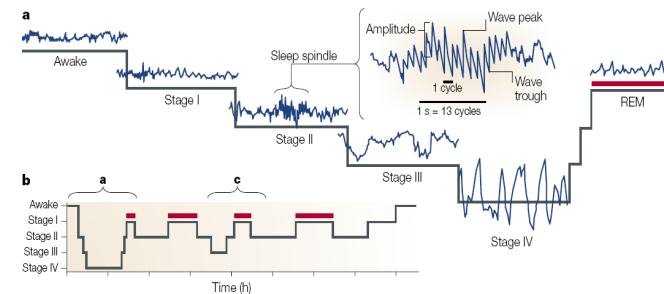
<https://en.wikipedia.org/wiki/Electroencephalography>

AZ EEG TEVÉKENYSÉG ÉBERSÉG-FÜGGŐ VÁLTOZÁSA



Ebersole, Pedley, 2003

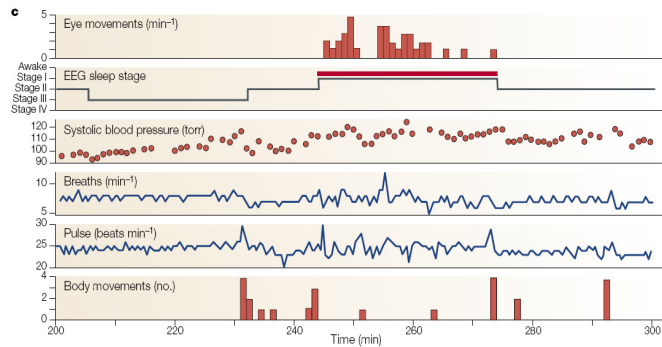
EEG AKTIVITÁS VÁLTOZÁSA AZ ALVÁS CIKLUSOK SZORÁN



a: EEG aktivitás az alvás stádiumaiban,
b: Alvás stádiumok teljes éjszakai alvás során (vörös jelzés: REM stádium).

Pace-Schott, E.F., Hobson, J.A.: The neurobiology of sleep: genetics, cellular physiology and subcortical networks. *Nature Reviews Neuroscience*, 3: 591-605, 2002

AZ ALVÁSCIKLUSOK FIZIOLÓGIAI JELLEMZŐI



Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd: Pace-Schott, E.F., Hobson, J.A.: The neurobiology of sleep: genetics, cellular physiology and subcortical networks. *Natur Reviews Neuroscience*, 3: 591-605, 2002

LASSÚ HULLÁMÚ ALVÁS, NEM-REM ALVÁS STÁDIUMAI

- 1. stádium: alacsony amplitúdójú szapora tevékenység (alpha dropout), néhány théta hullám
- 2. stádium: théta hullámok, 10-14 Hz alvási orsók, K-komplexumok
- 3. stádium: nagy amplitúdójú théta és delta hullámok, alvási orsók
- 4. stádium: nagy amplitúdójú delta hullámok + 1 Hz-nél lassabb oszcilláció
- REM alvás: deszinkronizáció, gyors tevékenység, PGO (ponto-geniculo-occipital waves)

American Academy of Sleep Medicine 2007:
1. = N1, 2. = N2, 3-4. = N3 (SWS), REM = R

AZ ALFA TEVÉKENYSÉG FREKVENCIA ELOSZLÁSA EGÉSZSÉGESEKEN

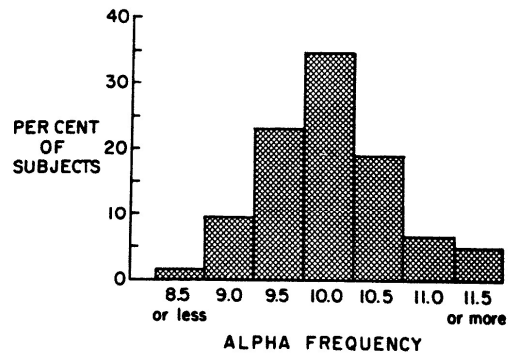


FIG. 5.1. Distribution of the mean alpha frequency in a series of 200 volunteer flight personnel, aged 24 to 35 years, on active duty in the United States Air Force (144 pilots and 56 navigators).

Ebersole, Pedley, 2003

AZ ALFA TEVÉKENYSÉG ÉLETKOR FÜGGŐ VÁLTOZÁSA FIATAL KORBAN

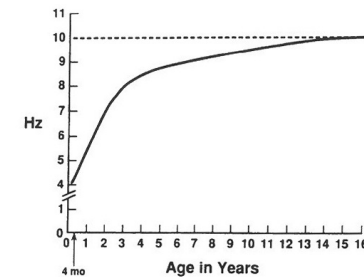


FIG. 5.2. Curve showing the development of the occipital alpha rhythm between the ages of 4 months and 16 years. Some rhythmic 3- to 4-Hz activity is present in the electroencephalograms of awake infants aged 2 to 4 months, but it is not reactive to eye opening. From the time rhythmic activity that is reactive to eye opening first appears, the frequency increases rapidly, reaching 5 to 6 Hz by 12 months and 8 Hz by 36 months. At that age, there is a sharp inflection in the rate curve, and the frequency increases only 2 Hz over the next 6 years. (From Kellaway P, Noebels JL, eds. *Problems and concepts in developmental neurophysiology*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1989.)

Ebersole, Pedley, 2003

AZ ALFA TEVÉKENYSÉG ÉLETKORFÜGGŐ VÁLTOZÁSA IDŐS KORBAN

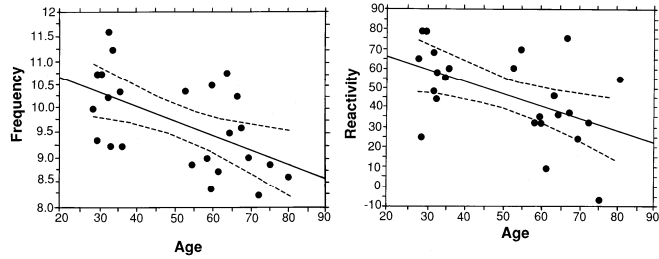


Fig. 13.1. Age vs. absolute peak frequency in the 8–13 Hz range in a group of carefully screened (medication-free) normal individuals. The spectral peak frequency of activity recorded in O1-A1A2 derivation was determined by computer analysis. The amplitude spectra analyzed was obtained from an average of 4 eight second epochs (yielding a frequency resolution of 0.125 Hz).

Fig. 13.2. Age vs. alpha reactivity recorded in T5-O1 in a group of carefully selected (medication-free) normal individuals. Alpha reactivity was calculated by subtracting the 8–13 Hz amplitude spectral band value during eye opening from the 8–13 Hz band value during eye closure and then dividing the difference by the 8–13 Hz band value during eye closure. The final value multiplied by 100 yields the percentage of change in the eyes closed 8–13 Hz band caused by eye opening. The spectra used for these calculations were obtained by averaging four 8-sec epochs in each condition (eyes opened and eyes closed). During the recording the subjects were instructed to hold their eyes open or closed every 10 sec.

EGYIDEJŰ INTRAKRANIÁLIS ÉS SKALP ELVEZETÉS

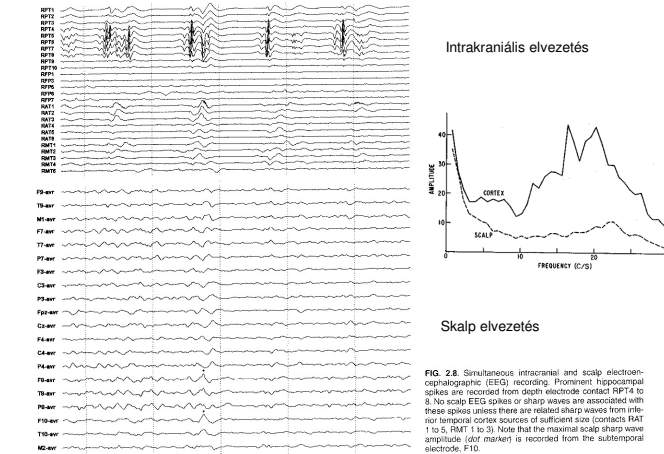
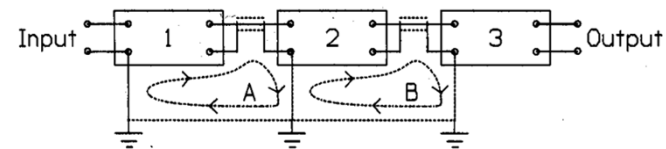


FIG. 2.8. Simultaneous intracranial and scalp electroencephalographic (EEG) recording. Prominent hippocampal spikes are recorded from depth electrode contact RFT4 to 8. No scalp EEG spikes or sharp waves are associated with these spikes unless there are related sharp waves from intracranial temporal cortex sources of sufficient size. Contacts RFT 1 to 5, RMT 1 to 3). Note that the maximal scalp sharp wave amplitude (left marker) is recorded from the subtemporal electrode, F10.

EEG ELVEZETÉSÉNél JELENTKEZŐ ZAVAROK „ARTEFAKTOK”

Physiological	Nonphysiological
Eye Movements	Instrumental Artifacts
Horizontal eye movements	Amplifier & electronic components
Vertical eye movements	Sixty cycle (line frequency) (fifty cycle)
Oblique eye movements	Capacitive
“Glass eye” asymmetries	Inductance
Eye lid flutter	Magnetic
Nystagmus	Electrostatic
Electroretinogram	
Electrocardiographic Artifacts	Electrode Artifacts
Normal high-voltage QRS complex	“Electrode pop”
Extra systoles	Intermittent contact
Pulse artifacts	Impedance-related artifacts
Ballistocardiographic artifacts	Electrolytes
Facemaker	Electrode movement
Arrhythmia	Electrode placement
Defibrillator	
Electromyographic Artifacts	Environmental Artifacts
Lateral rectus	Radiofrequency artifacts
Single motor units	Line isolation scanners
Frontalis EMG	Dipolar coagulators
Temporalis EMG	Impedance mismatches
Occipital EMG	Multiple ground artifacts
Swallowing, chewing	IV drip, IV pumps
Glossokinetic Artifact	Sequential pressurized stockings
Tongue movements	Static
Galvanic Skin Response	Digital Artifacts
Perspiration	DC offset
Salt bridge	Aliasing
Physiological Movements	Multiplexing Artifacts
Tremors	
Hypnic jerks	
Nocturnal leg movements	

FÖLDHUROK MINT ZAVARFORRÁS



Többszörös földelés okozta „föld hurkok”.

EEG bemutató 2002-ben a PPKE ITK legelső hallgatóinak

EPILEPSZIÁRA UTALÓ JELEK

EPILEPSZIÁS ROHAMOK TÍPUSAI

International League Against Epilepsy (ILAE) 1981

I Focal seizures (Older term: partial seizures)

A Simple partial seizures – consciousness is not impaired

- 1 With motor signs
- 2 With sensory symptoms
- 3 With autonomic symptoms or signs
- 4 With psychic symptoms

B Complex partial seizures – consciousness is impaired (Older terms: temporal lobe or psychomotor seizures)

- 1 Simple partial onset, followed by impairment of consciousness
- 2 With impairment of consciousness at onset
- C Partial seizures evolving to secondarily generalized seizures
 - 1 Simple partial seizures evolving to generalized seizures
 - 2 Complex partial seizures evolving to generalized seizures
 - 3 Simple partial seizures evolving to complex partial seizures evolving to generalized seizures

II Generalized seizures

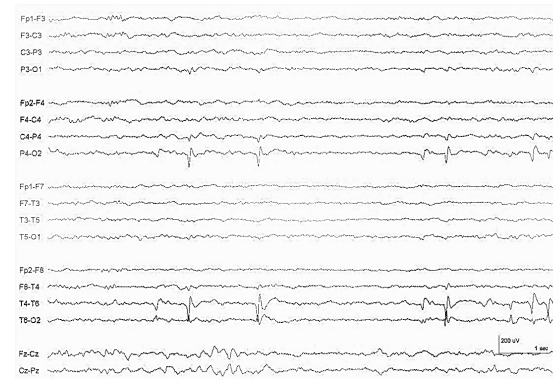
A Absence seizures (Older term: petit mal)

- 1 Typical absence seizures
 - 2 Atypical absence seizures
- #### B Myoclonic seizures
- #### C Clonic seizures

- #### D Tonic seizures
- #### E Tonic-clonic seizures (Older term: grand mal)
- #### F Atonic seizures (akinetic seizures)

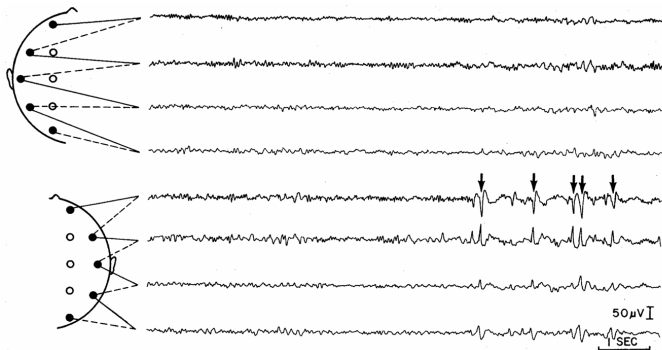
III Unclassified epileptic seizures

OCCIPITÁLIS ELVEZETÉSBEN JELENTKEZŐ TŰSKEHULLÁMOK



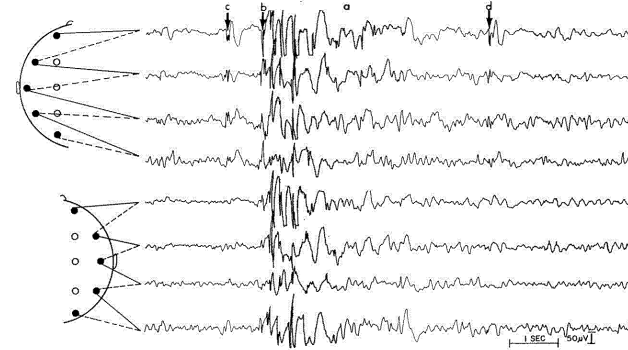
EEG, amelyet normális háttértevékenység mellett jelentkező tipikus nagy amplitúdójú occipitális tűskehullámok jellemeznek. 10 éves leány beteg, gyermekkori epilepszia, occipitális rohamtevékenységgel. A rohamok közben tudatvesztés mellett hányás és oldalirányú szemmozgás jelentkezett.

HALÁNTÉK LEBENY FELETT JELENTKEZŐ MEREDÉK HULLÁMOK



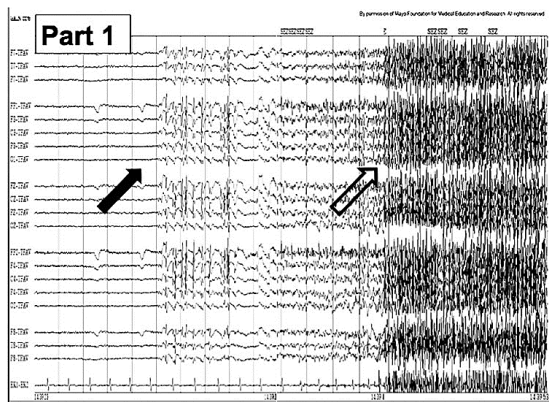
Fokális meredek hullámok a jobb első temporális régióban (nyílak). 30 éves beteg, szülési károsodás, 15 éve vannak parciális rohamai, amelyeket zavarodottság és vegetatív tünetek jellemeznek.

GENERALIZÁLT TUSKE-HULLÁM KISÜLÉSEK ÉS IZOLÁLT TUSKE HULLÁM A BAL HALÁNTÉK LEBENY FELETT



Generalizált túske-hullám kisülések (a) amelyeket bal temporális túske hullám előzött meg (b). Fokális bal temporális túskek jelentkeztek a generalizált kisülések előtt (c) és után (d) is. 22 éves férfi beteg, aki fejtraumát szenvedett öt hónappal az elvezetés előtt. A tünetei hat héttel korábban 10-15 másodpercig tartó szédüléssel kezdődtek. Az elvezetés napján generalizált roham is jelentkezett.

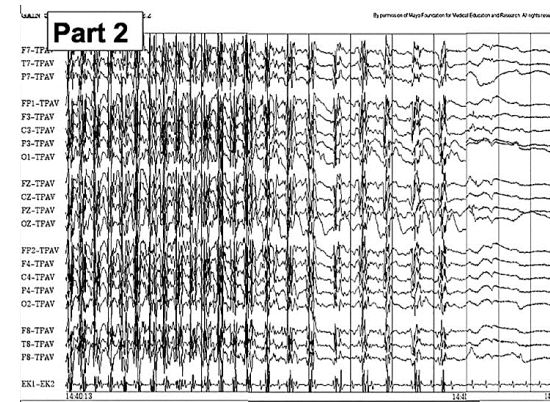
GENERALIZÁLT TÓNUSOS-KLÓNUSOS ROHAM KEZDETE



Hosszanti monopoláris fül referens elektróddal szemben történő elvezetés.
Fekete nyíl: A roham kezdetén generalizált túske-hullámok és túskek jelentkeznek.
Fehér nyíl: A mintázat sorozatos túske-hullám kisülésekké alakul, ezeket a tónusos fázis kezdetétől az izom artefaktok elfedik.

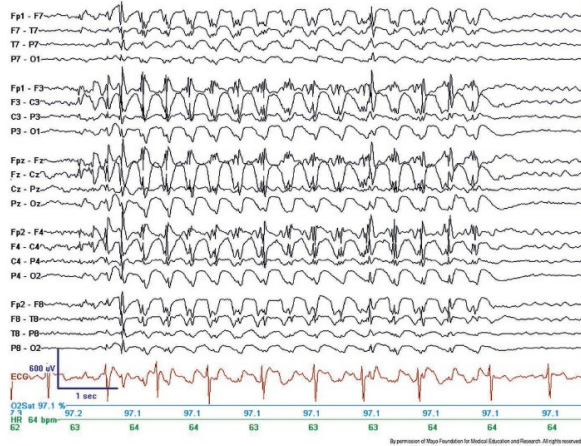
<https://www.aesnet.org/node/686>

GENERALIZÁLT TÓNUSOS-KLÓNUSOS ROHAM VÉGE



A roham tónusosból a klónusos fázisba alakult át. A szakaszos, diffúz, magas-frekvenciás EEG aktivitással egy időben jelentkeznek a beteg izomrángásai. Ezek egyre hosszabb szünetekkel követik egymást. A roham befejeződése után (postictal szakasz) egy ideig az EEG aktivitás lecsökken.

3/s TŰSKE-HULLÁM ROHAM (ABSENCE)



<https://www.aasnet.org/node/686>

AKTIVÁCIÓS MÓDSZEREK

Visual Stimulation

- Visual exploration
- Stroboscopic flash stimulation
- Pattern stimulation
- Television
- Eye closure

Somatosensory Stimulation

- Tactile
- Electrical
- Water immersion

Auditory Stimulation

- Nonspecific sounds

Sleep

- Pharmacologically induced
- Spontaneous
- Sleep deprivation

Hyperventilation

Pharmacological Agents

- Anticonvulsant medication withdrawal
- Pentylentetrazol
- Pentylentetrazol and photic stimulation
- Bemegride
- Methohexital

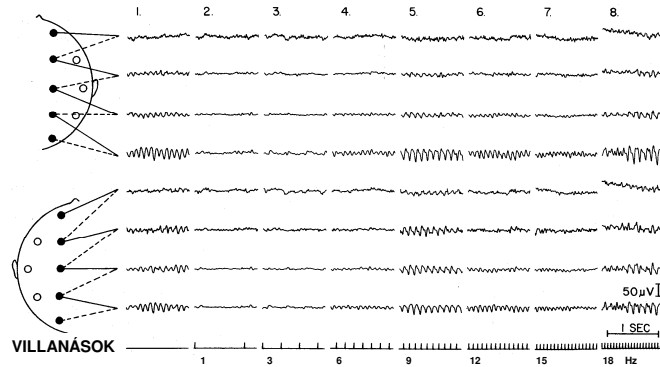
Metabolic Toxicity

- Hypoglycemia
- Hypoxia

Special Stimuli

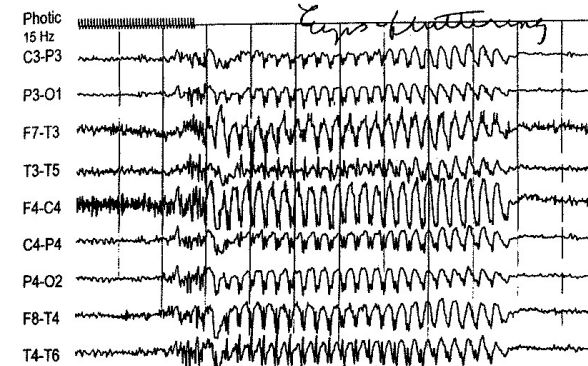
- Startle
- Reading
- Writing
- Mental calculation
- Mental imagery
- Eating

FOTOSTIMULÁCIÓ HATÁSA EGÉSZSÉGES EGYÉNNÉL



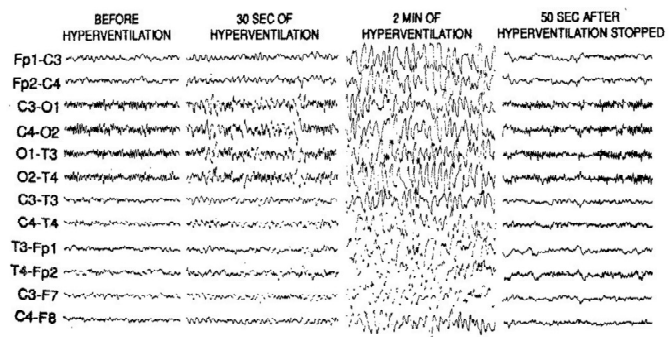
Normál válaszok fotostimulációra. 58 éves egyén, csukott szemmel. Az ingerlés előtt normális EEG alfa hullámokkal a hátsó régiókban. Az ingerek gyakoriságát a jelek alatti számok jelzik (Hz). Feltűnő, a hátsó területen jelentkező tevékenység amplitúdó növekedése amikor az inger gyakorisága megfelel az alfa tevékenységnek ill. annak kétszeresének.

3/S TŰSKE-HULLÁM PAROXIZMUS FOTOSTIMULÁCIÓRA



15/s fotostimulációval kiváltott roham. A kezdeti gyors aktivitás átalakul 3/s túske-hullám mintázattá. A betegnek olyan szem remegés jelentkezett, amely a myoclonus absence rohamra jellemző.

HYPERVERTILLÁCIÓ HATÁSA



Hiperventilláció hatása 9 ½ éves gyermeknél. A betegnél korábban nem volt semmilyen központi idegrendszer károsodásra utaló jel.
A 30 s után a hátsó területeken jelentkezik lassulás, amely 2 percnél valamennyi elvezetésben kifejezett. 50 másodperccel a hiperventilláció befejezése után frontálisan még jelentkezik néhány delta hullám.

EPILEPSZIÁS ROHAMOK

Video-EEG bemutatás

Kenézy Gyula Kórház Epilepszia Centrum
Debrecen

(főorvos Dr. Clemens Béla)