

EEG anestesian aikana

Ville Jäntti
oyl EPSHP

Seinäjoki Neuromonitoring Research Group

Neurofysiologian tekniikan dosentti,
Elektroniikka ja tietoliikennetekniikka
Tampereen teknillinen yliopisto

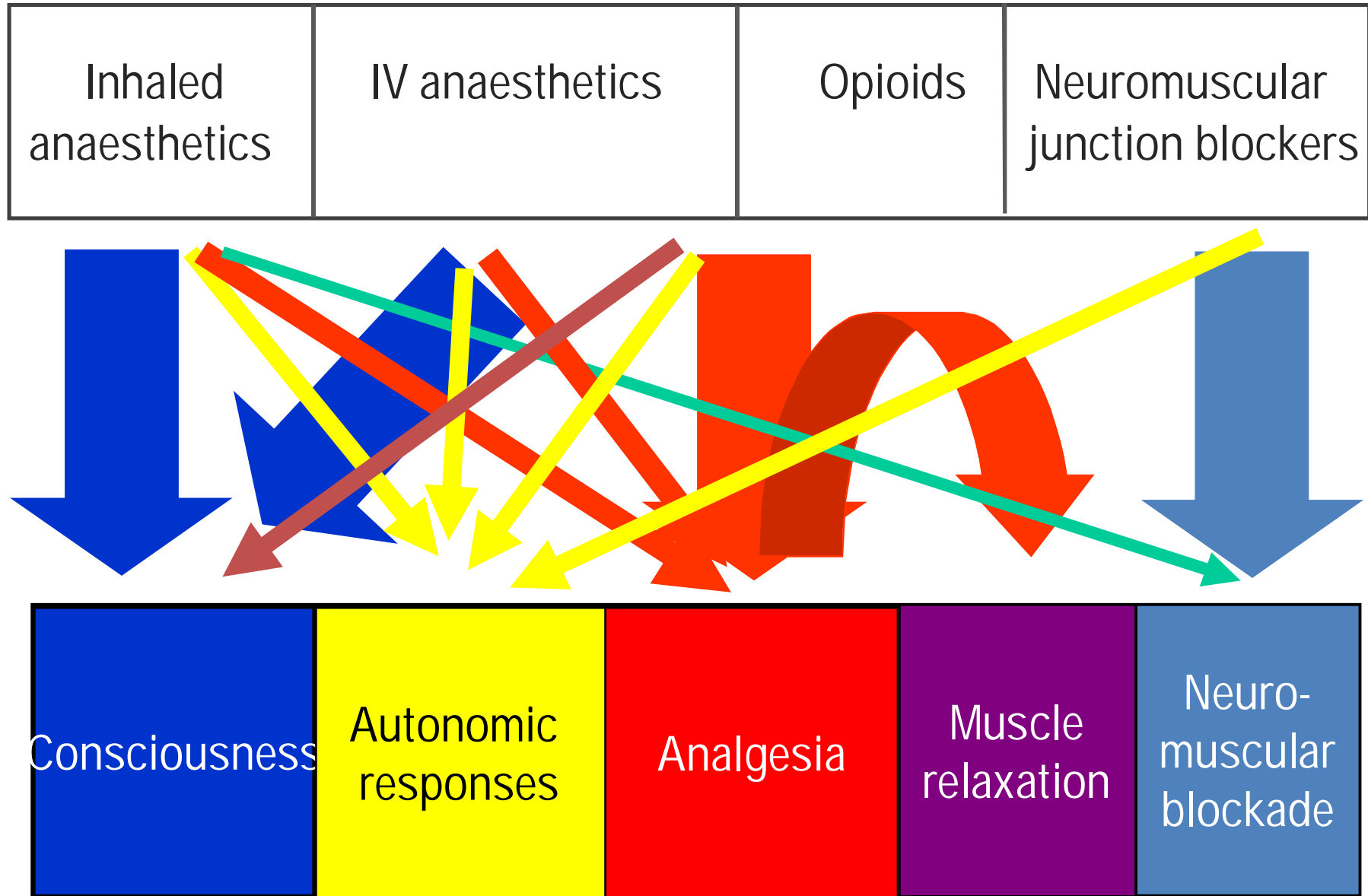
KNF hoitaja ja anestesian vaikutus

- Teho-osaston nukutettu potilas
 - Status epilepticuksen hoito
- Leikkaussalissa neuromonitorointi
 - Esim skolioosikirurgia
- Anestesian riittävyyden monitorointi
 - BIS, Entropy

Tajuttomuus, unconsciousness

- Fysiologinen uni on turvallisin tajuttomuuden muoto
 - Reversiibeli, ei aiheuta pysyviä aivovaurioita, vaan "hoitaa" aivoja. Vrt epileptinen kohtaus, monet intoksikatit
 - Perustuu moniin erilaisiin aivomekanismeihin, jotka toimivat osin rinnakkain
 - Unta edistävät,
 - Arousalia ehkäisevät
- Siksi kliinisesti käyttökelpoiset yleisanesteetit käyttävät näitä samoja unimekanismeja tajuttomuuden aikaansaamiseksi
 - Siksi EEG anestesian aikana muistuttaa EEG:tä hidasaaltonen aikana ja myös herätepotentiaalit muuttuvat anestesiassa ja unessa
- Siksi anestesian syvyyden I. hypnoosin syvyyden mittarit toimivat myös hidasaaltonessa: BIS, Entropy

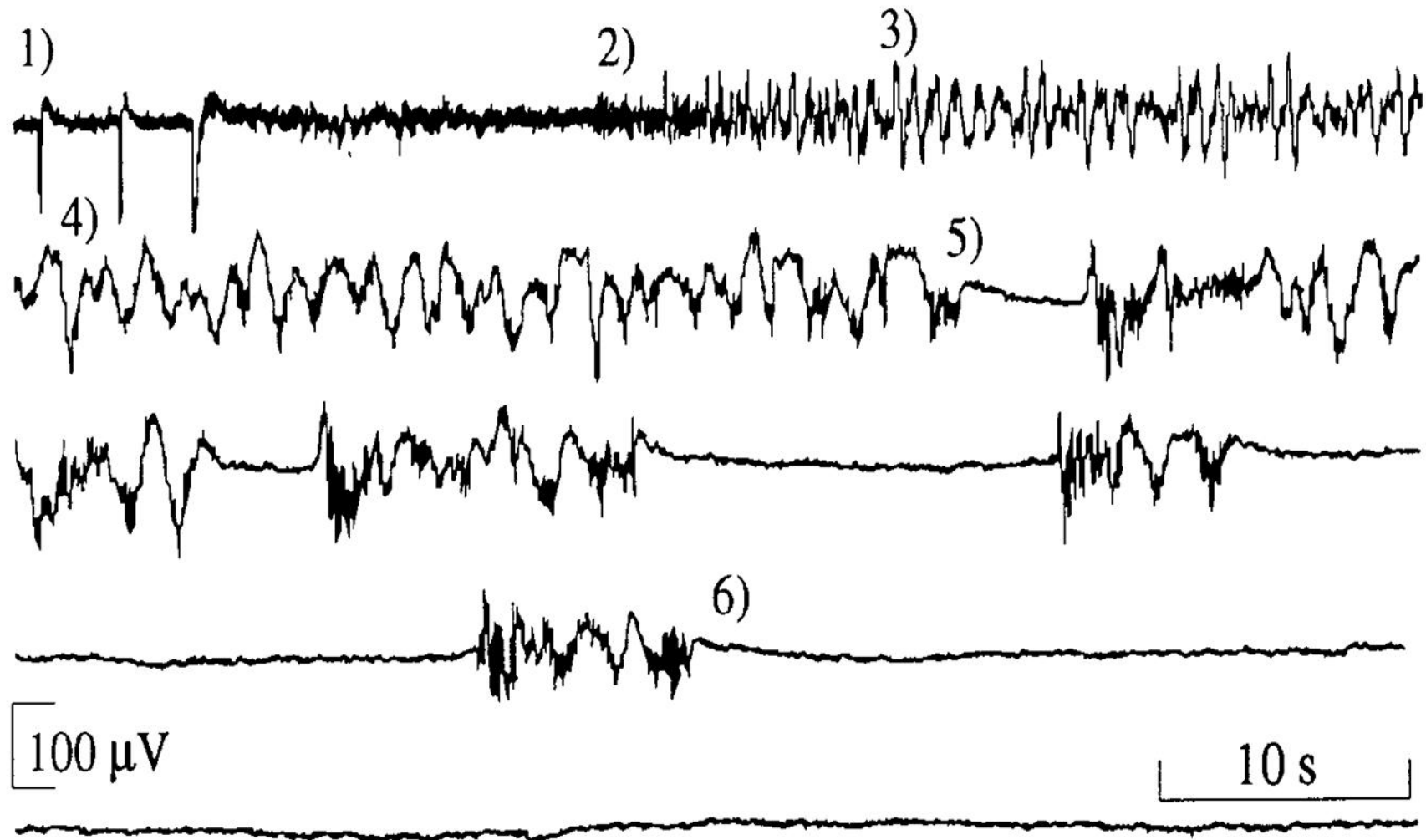
Yleisanestesiassa käytetään erilaisia lääkkeitä, jotka vaikuttavat osin samoihin asioihin.



Anestesian syvyydestä

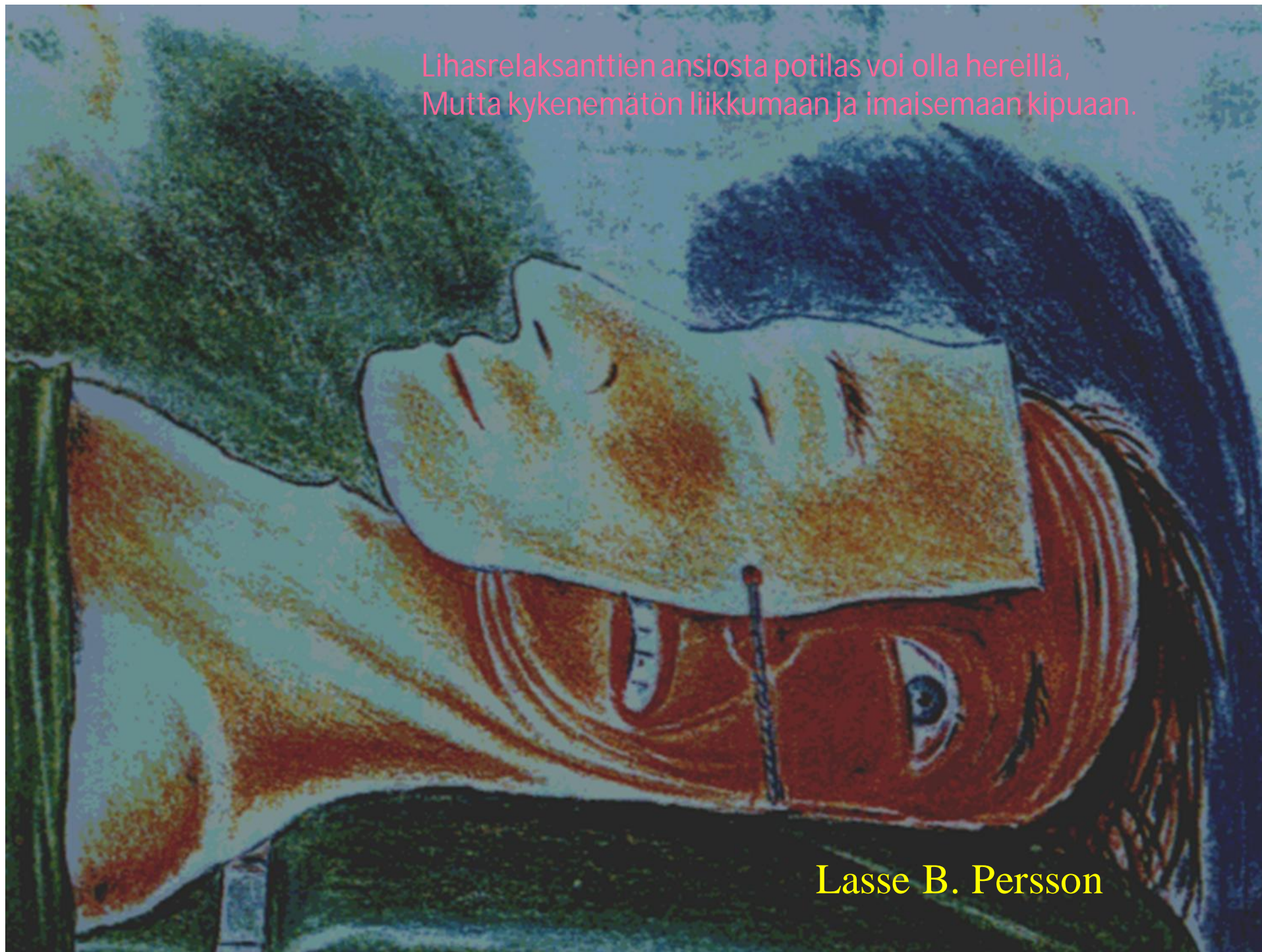
Isofluraani

EEG muutokset syvenevässä anesiassa isofluraanilla



Kaisa Hartikainen, väitöskirja

Lihaskrelaksanttien ansiosta potilas voi olla hereillä,
Mutta kykenemätön liikkumaan ja imaisemaan kipuaan.



Lasse B. Persson

EEG anestesian monitoroinnissa

Entropy-indeksi

DATEXin Suomessa
kehittämä, nyt GE:n.





BIS indeksi- laitteen ensimmäinen versio 20 v sitten. Laite laskee EEG:stä, indeksin joka saa arvot 0 – 100, Joista 100 on hereillä ja 0 syvässä anestesiassa, kun EEG on jatkuvassa suppressiossa. 40- 60 on kirurgiaan sopiva taso. Arvot piirretään käyränä.

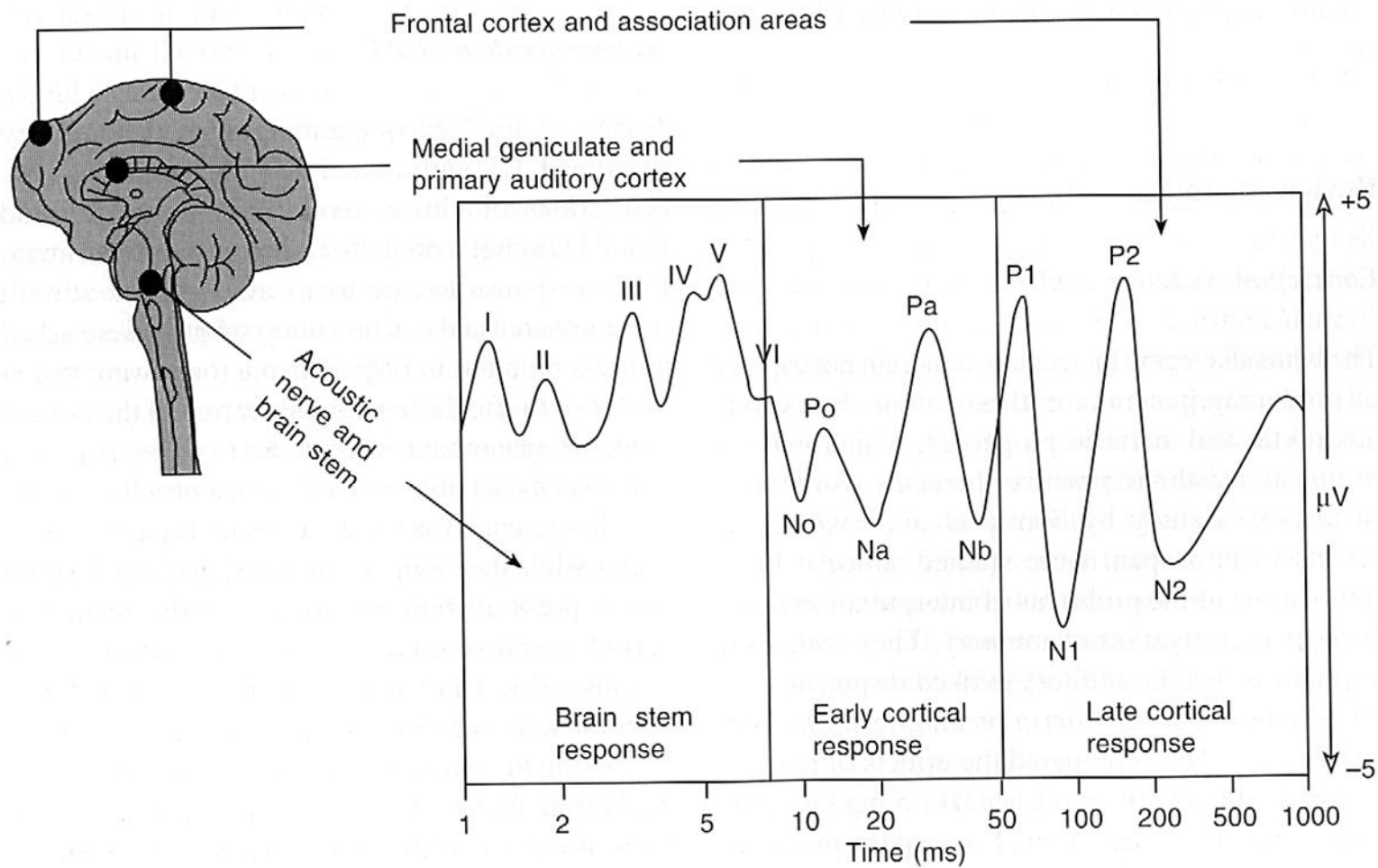


Figure 6.3. AER 1–1000 ms with anatomical sites and labeling.

Myös keskilatenssista kuuloherätepotentiaalia voidaan käyttää anestesian syvyyden monitoroinnissa

84 AWARENESS DURING ANESTHESIA

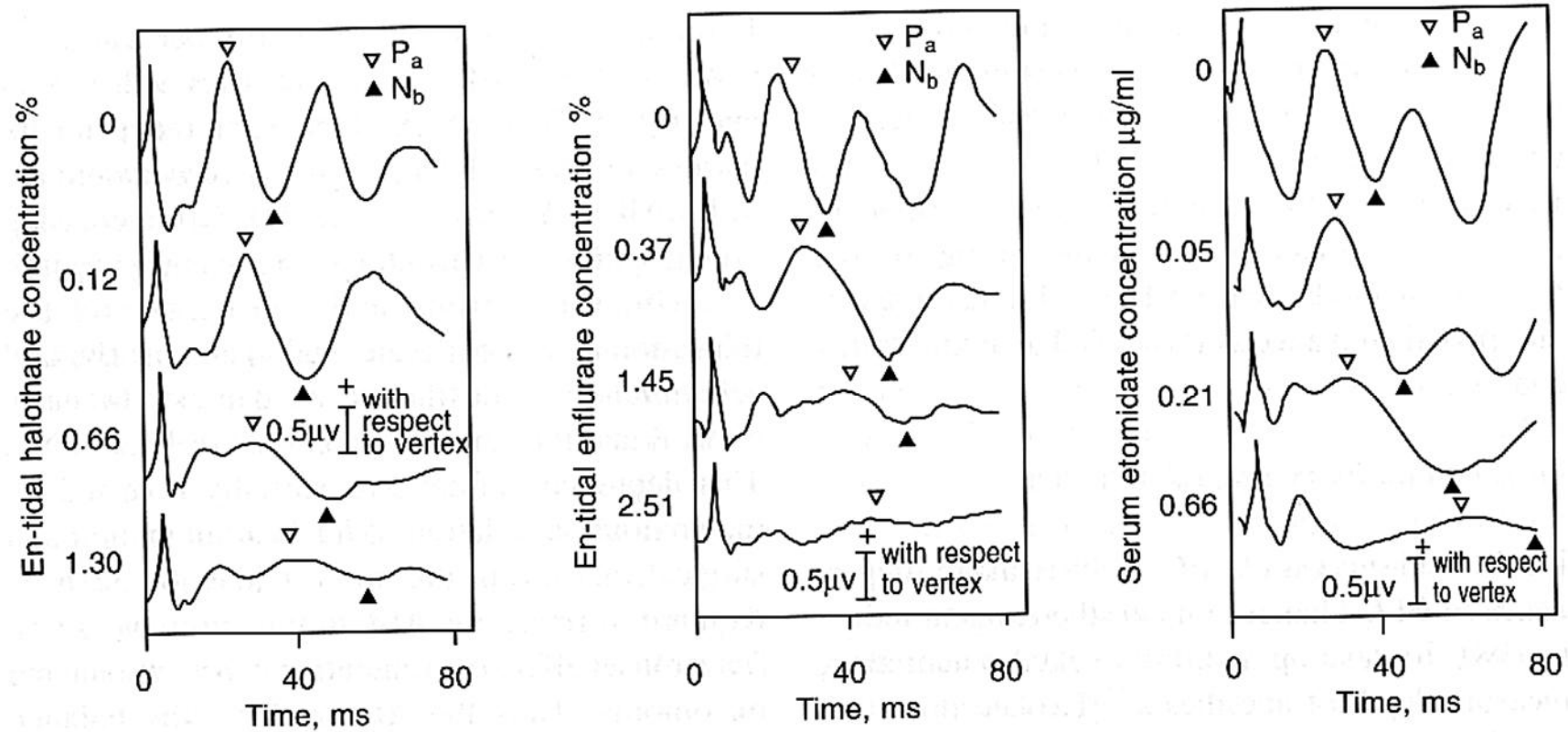
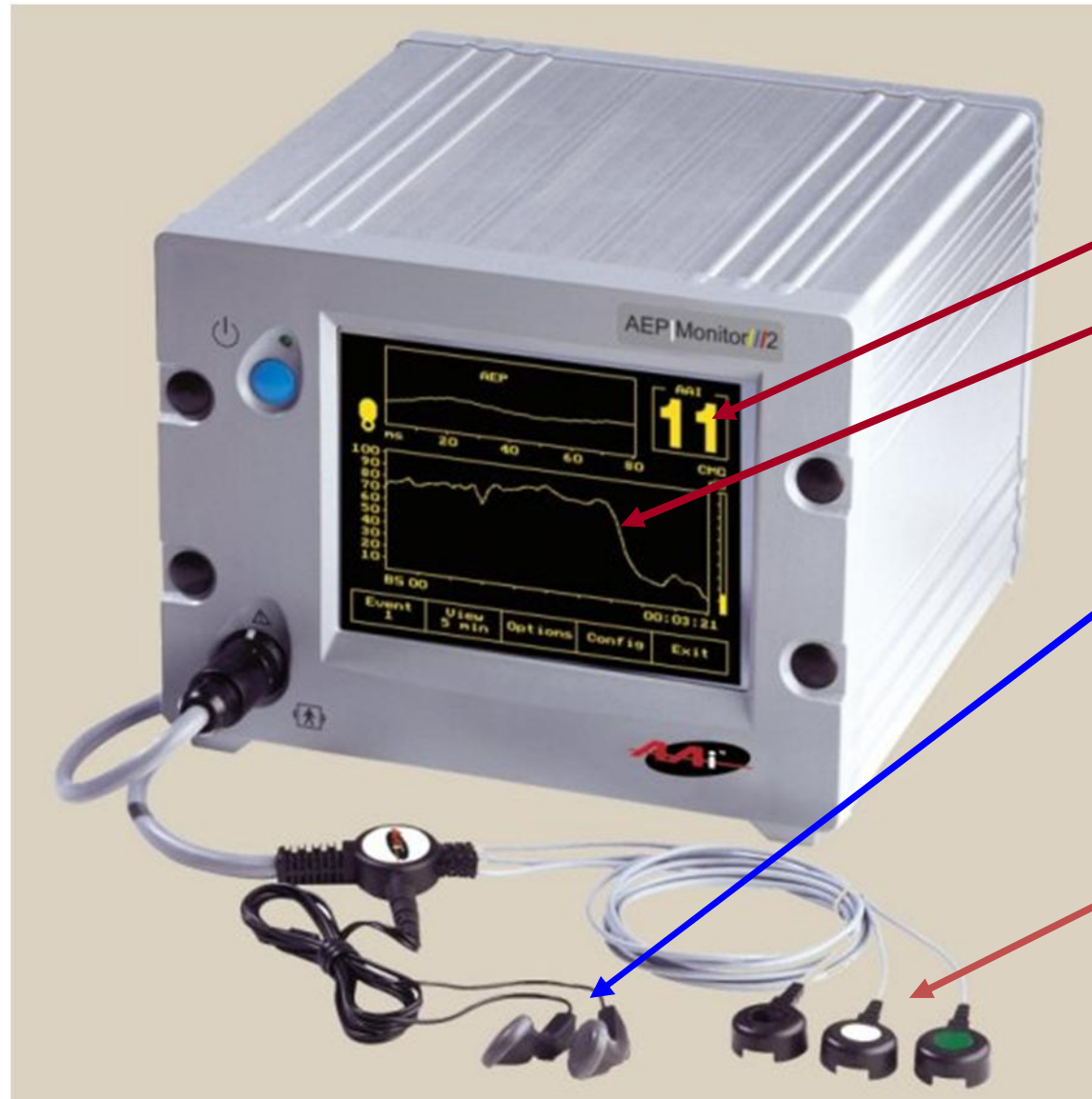


Figure 3.5. Shows the similarity of changes in auditory evoked potential pattern with graded concentrations of different anesthetics.

MLAEP:n muutos syvenevässä anestesiassa kahdella hengitettävällä aineella, Halotanilla ja enfluraanilla, sekä intavenöösisti annettavalla etomidatilla.

EEG – ja kuuloherätepotentiaalinmittari



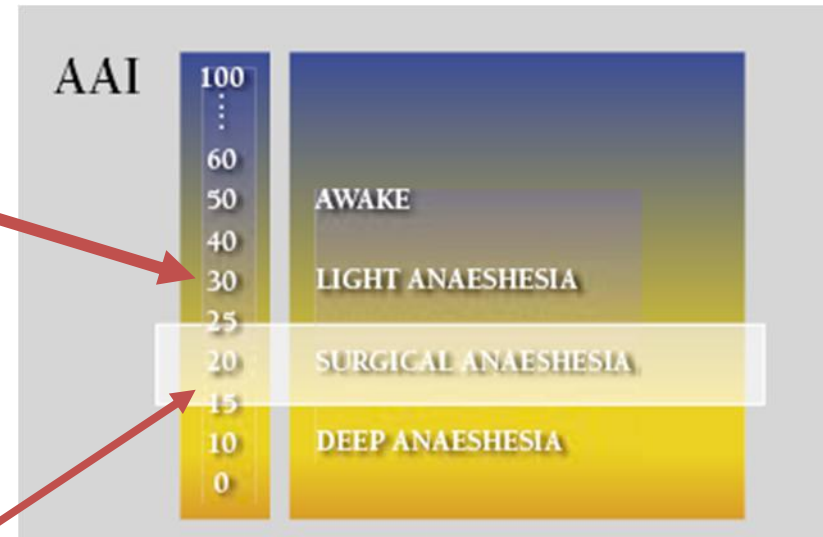
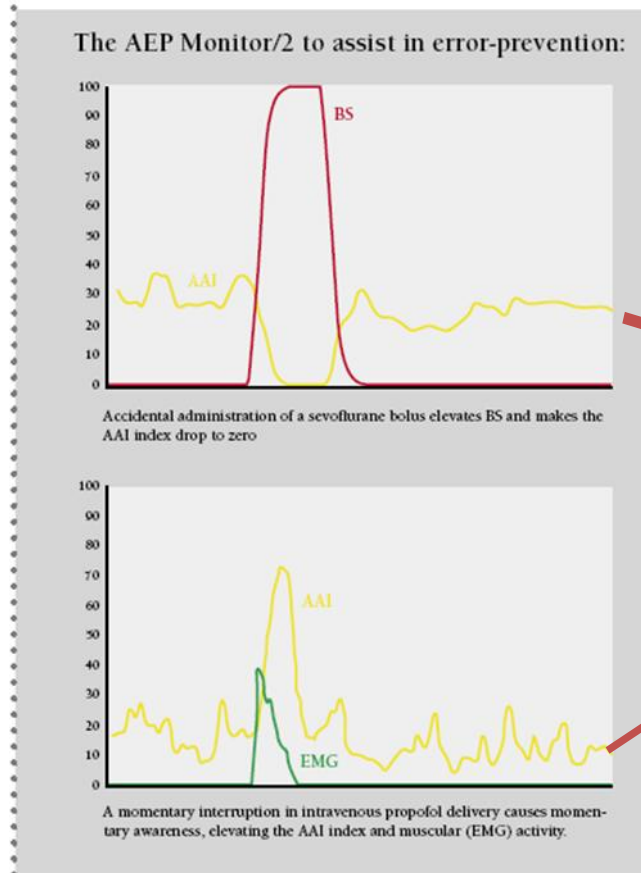
Mittaluku, indeksi

lukuna ja käyränä

Kuulokkeet

Elektrodiliittimet

EEG:stä ja kuuloherätepotentiaalista lasketun indeksi lisäksi monitori näyttää, miten paljon EEG:ssä on vaimentumaa (punainen viiva) ja otsalihaksen rypistyksen, ts. lihassähkötoiminnan, EMG, määrän (vihreä)



Pieni, kädessä pidettävä EEG-laite anestesian riittävyyden monitorointiin



Laite ilmoittaa indeksillä anestesian syvyyden

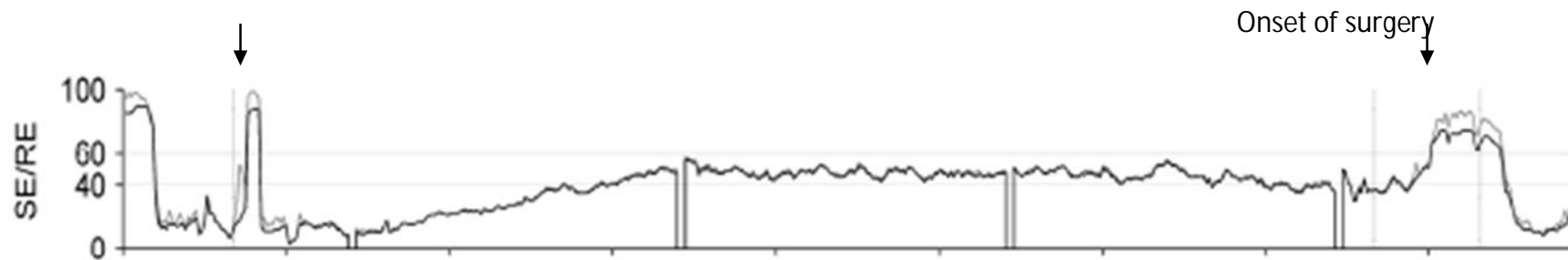
Kertakäyttöelektrodit liimataan potilaan otsalle kuvan osoittamiin kohtiin.

Laite on pienikokoinen, paino 150 g.
Se lähettää tiedot jatkuvasti langattomasti vieressä olevalle seurantayksikölle, joka leikkauksen jälkeen kirjoittaa raportin.

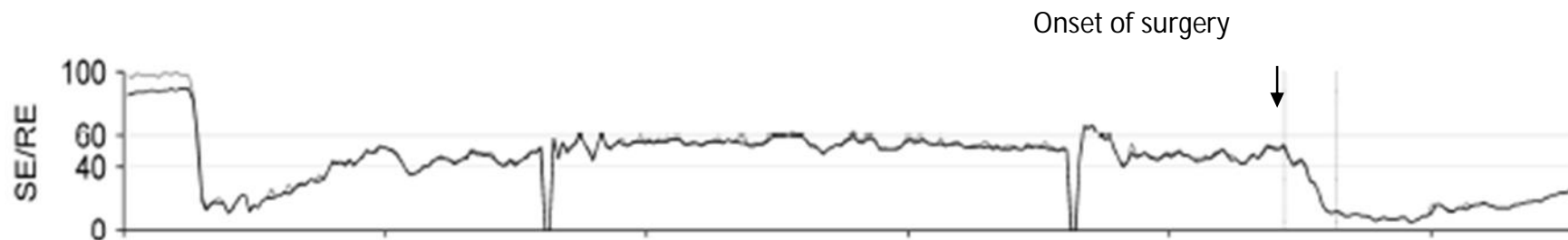
Arousal rektion vaikutus GE:n Entropy - indeksiin

Kummallakin potilaalla lekkausviilto aiheuttaa indeksin äkillisen muutoksen joko hereillä oloarvoihin, lähelle sataa, tai syvän anestesian tasolle, lähelle nollaa. Sevofluraanianestesia.

Propofol induction and intubation



Patient 1

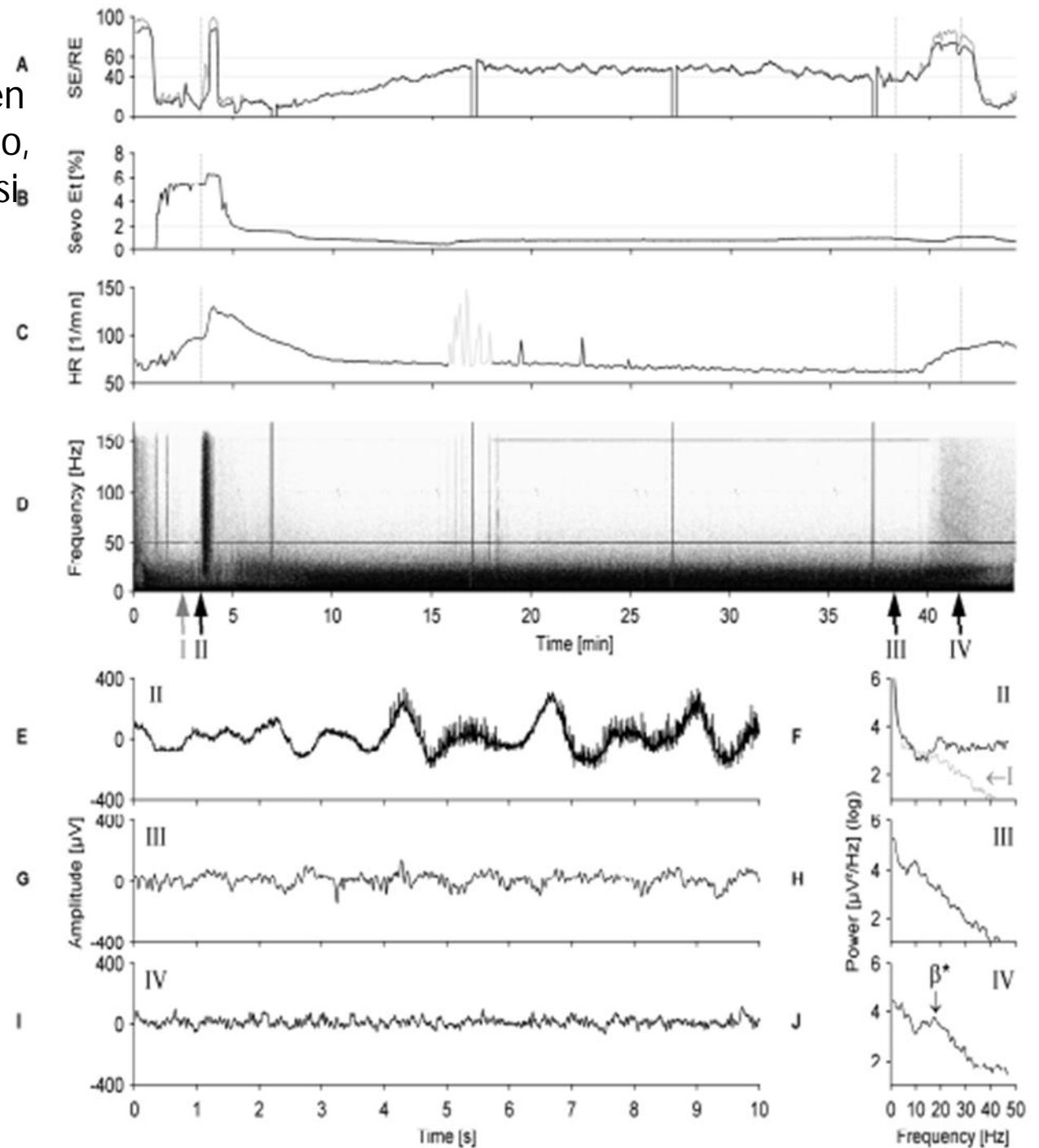


Patient 2

Antti Aho, väitöskirja

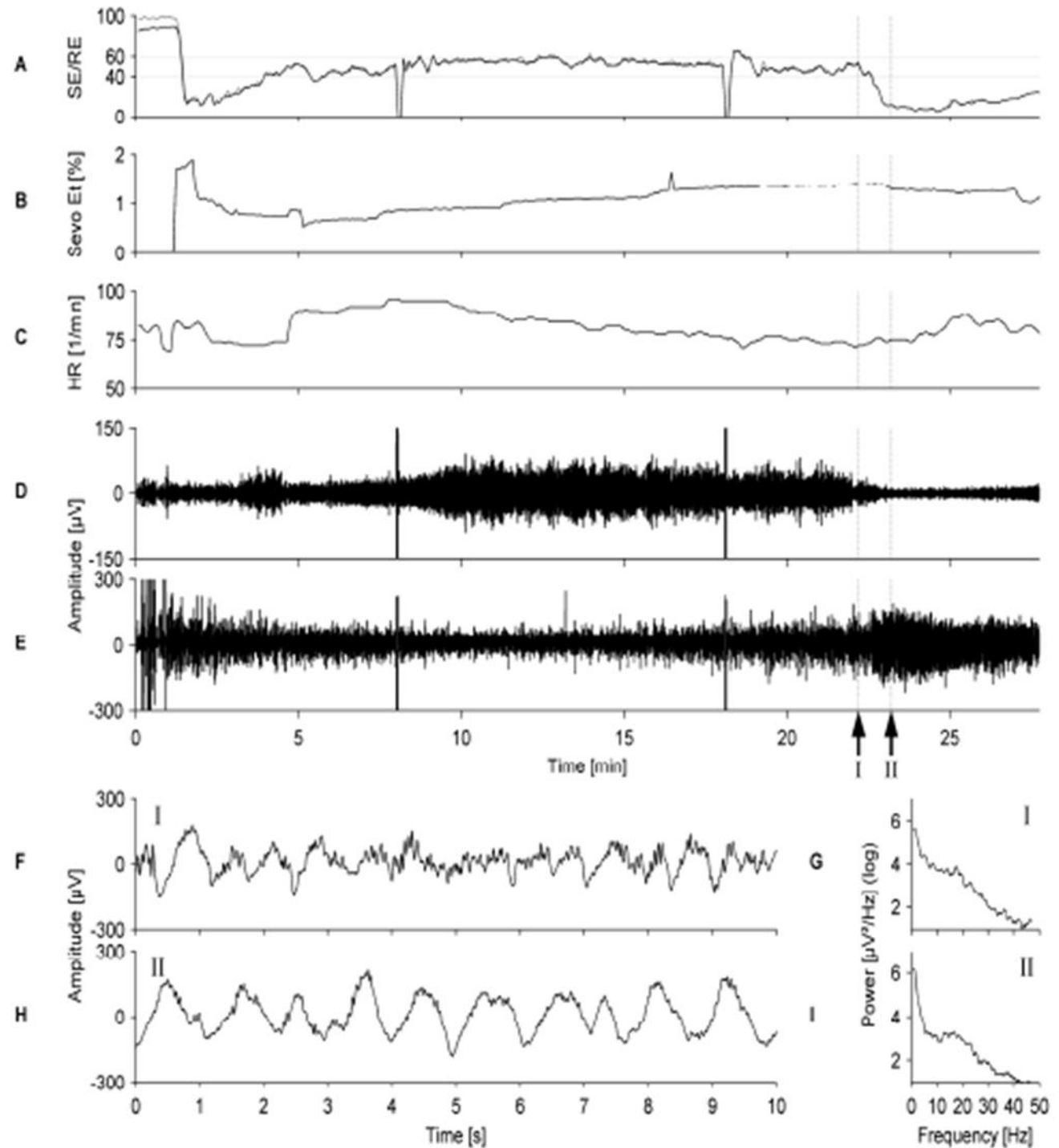
Syynä indeksin hyppäämiseen potilaalla 1 on arousal reaktio, jolloin EEG muuttuu nopeaksi ja matala-amplitudiseksi, kuten yleensä herätessä,

Ns beta arousal



Syynä indeksin putoamiseen Nollatasolle eli syvään arvoon on arousal, jossa EEG muuttuu deltatoiminnaksi ja nopea toiminta häviää. Kohdassa D betatoiminta tiiviisti piirrettynä, Kohdassa E deltatoiminta ja alla otokset EEG:stä ja tehosppektrit logaritmisella amplitudiskaalalla.

Samanlainen delta-arousal nähdään usein lapsilla EEG:ssä unesta heräteltäessä.



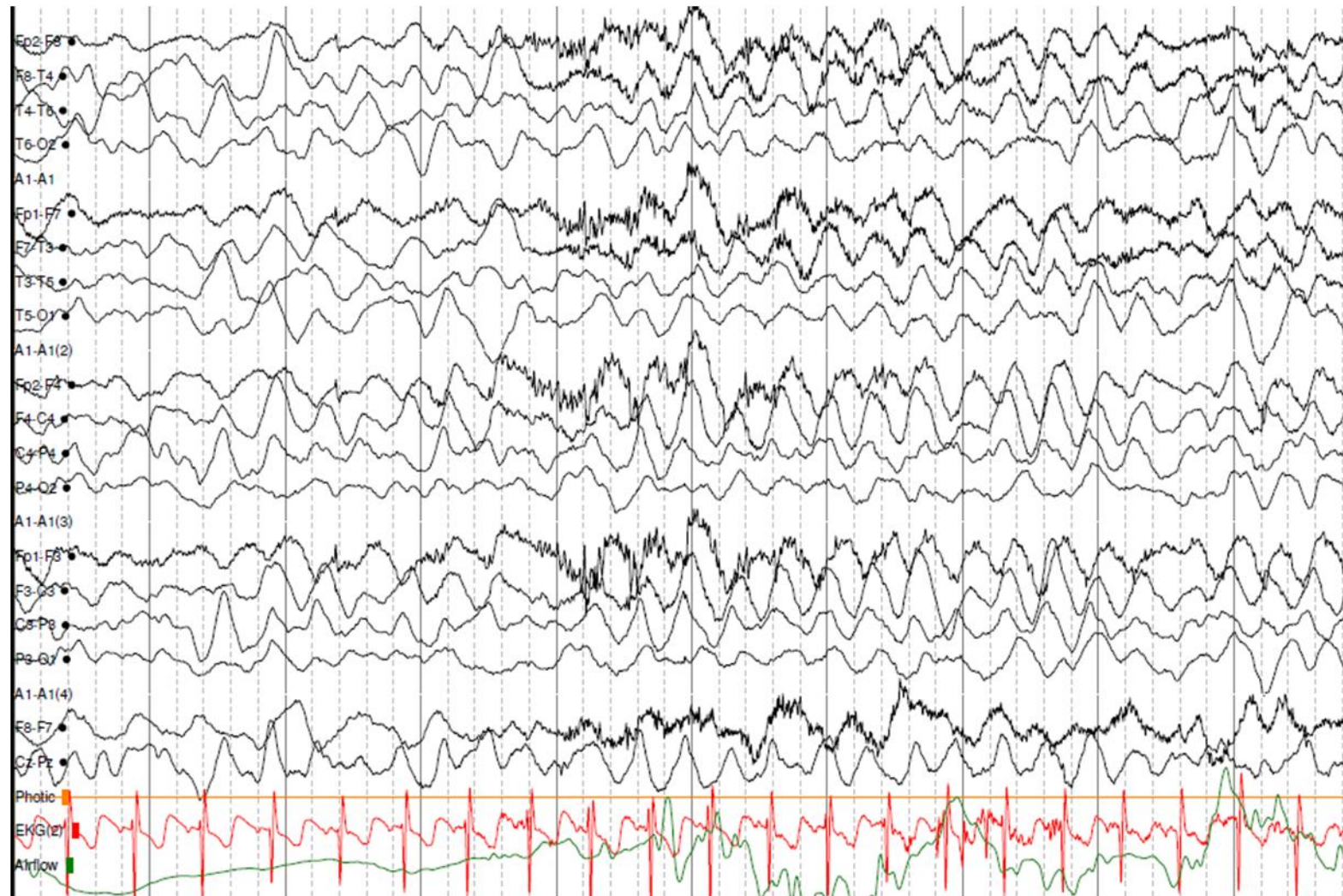
Hidasaaltouni eli NREM uni

Melko epäsäännöllistä deltaa, kuten deltatoiminta anestesiassakin enimmäkseen. Tämä on merkki siitä että potilas on tajuton, niin unessa kuin anestesiassa.



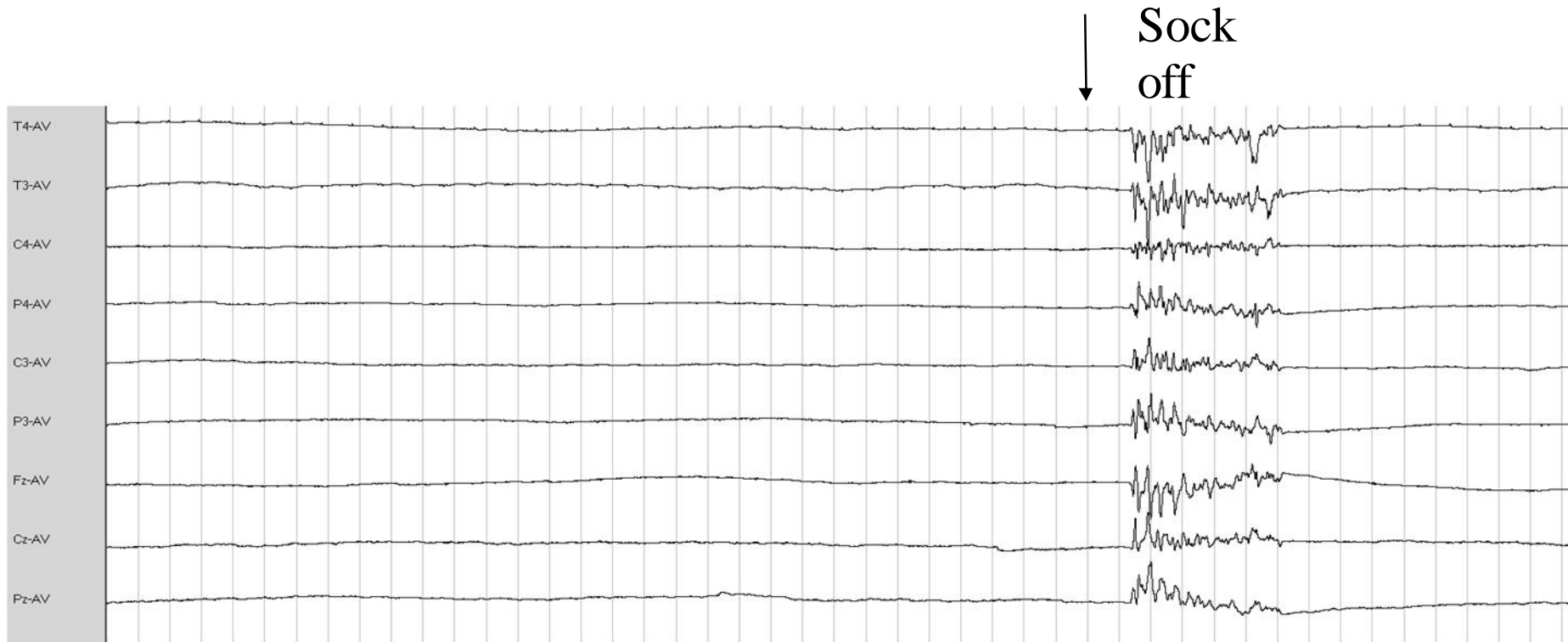
Lapsi herää: delta arousal

Huomaa rytmisen deltatoiminta, EMG. Kuulee ja ymmärtää jo ?
Anestesiassa delta-arousalin aikana potilas on kyllä tajuton.

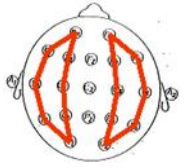


Arousal syvässä anestesiassa:

Hoitaja otti potilaan sukan pois, EEG:hen purske

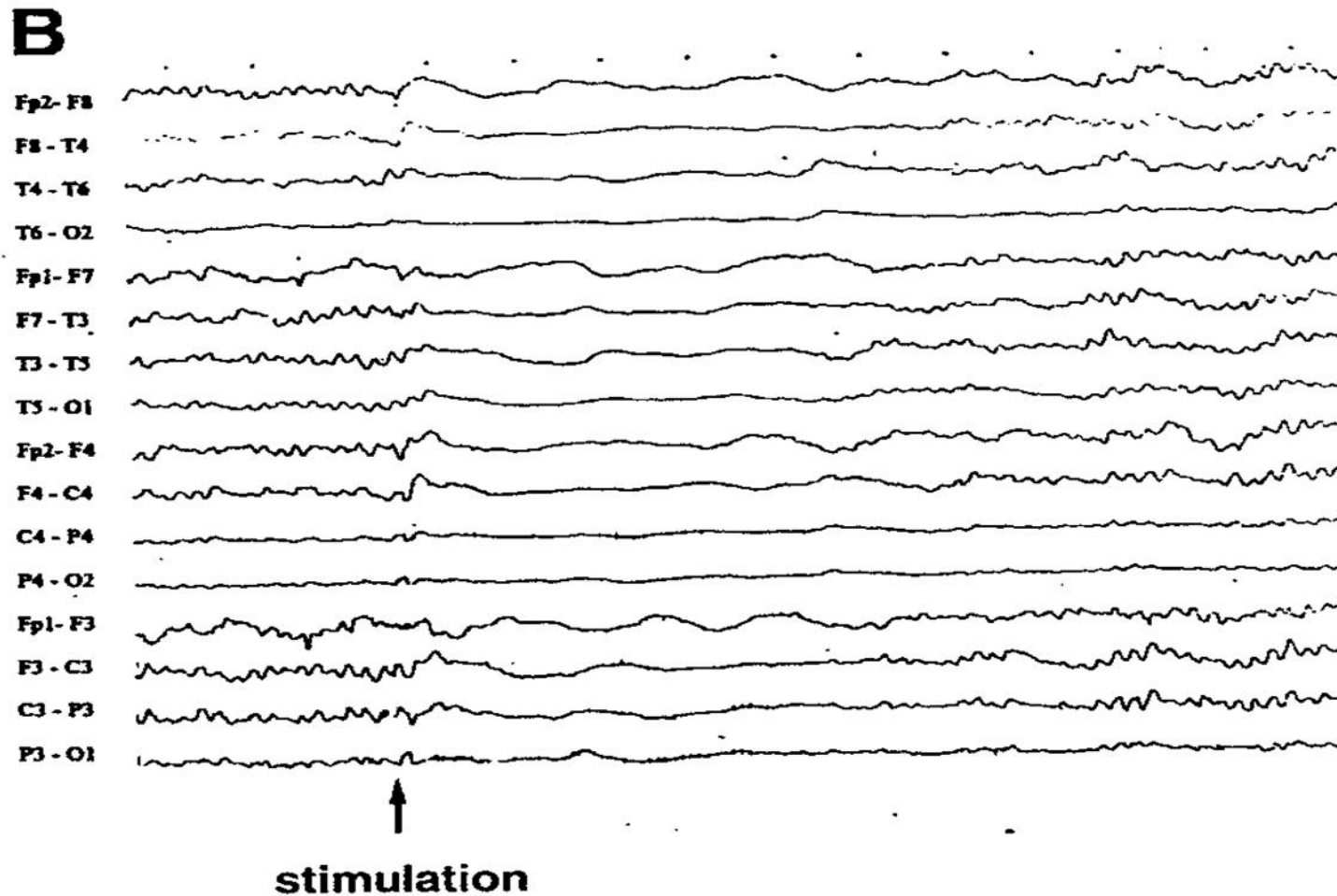


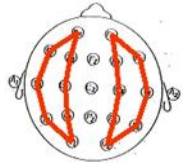
UNCONSCIOUSNESS AND EEG IN BRAIN TRAUMA



EEG arousal: low amplitude fast.

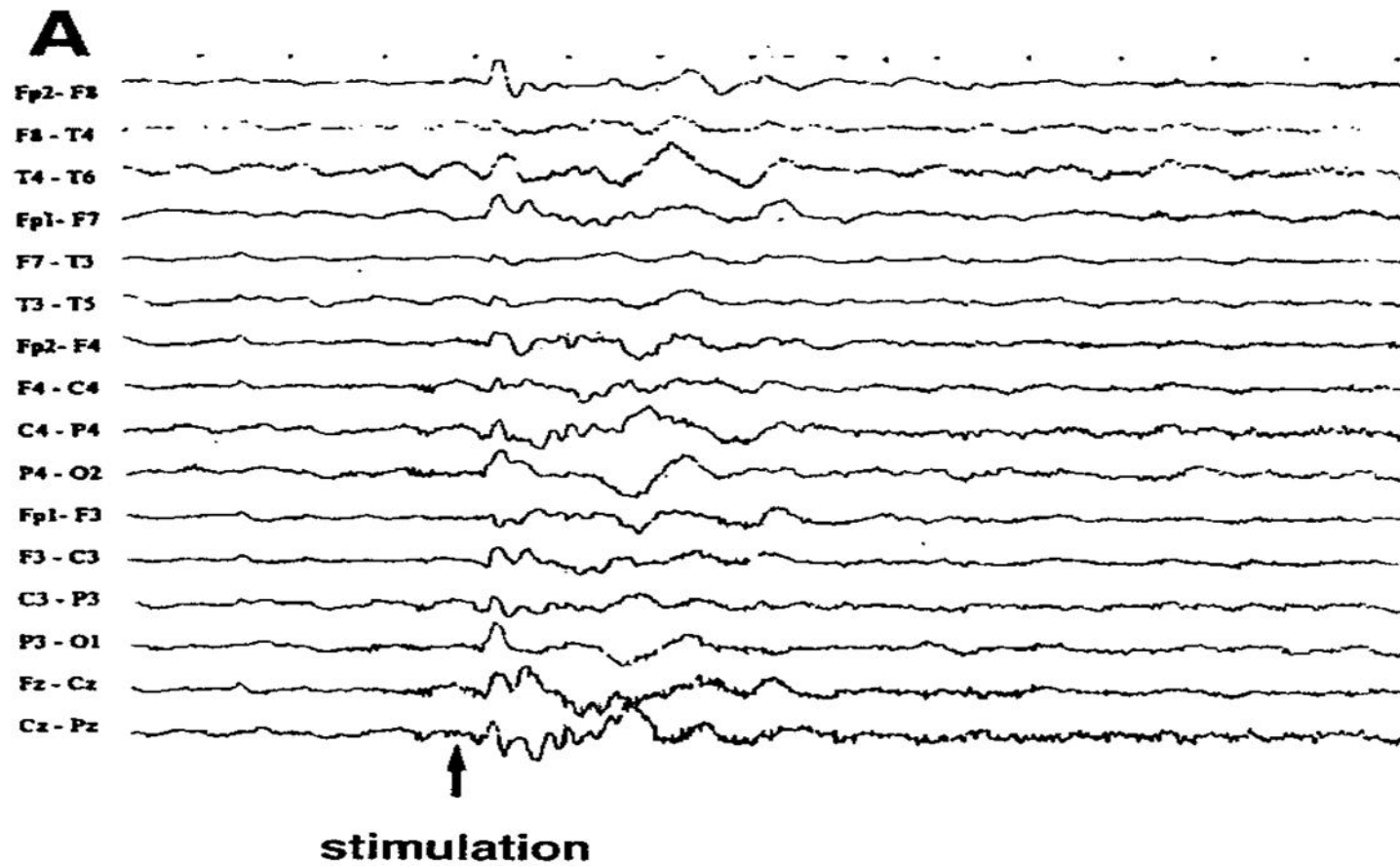
Reactivity of EEG is prognostically more important in brain trauma than frequency content.



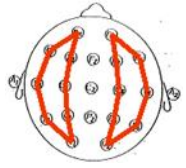


UNCONSCIOUSNESS AND EEG IN BRAIN TRAUMA

Delta arousal or "paradoxical arousal"



UNCONSCIOUSNESS AND EEG IN BRAIN TRAUMA



EEG reaktion puute on huonon ennusteen merkki teho-osastolla.
Sedaatioaine on kuitenkin otettava huomioon:
propofoli vähentää EEG:n reaktiota.

C

Fp2 - F8

F8 - T4

T4 - T6

T6 - O2

Fp1 - F7

F7 - T3

T3 - T5

T5 - O1

Fp2 - F4

F4 - C4

C6 - P4

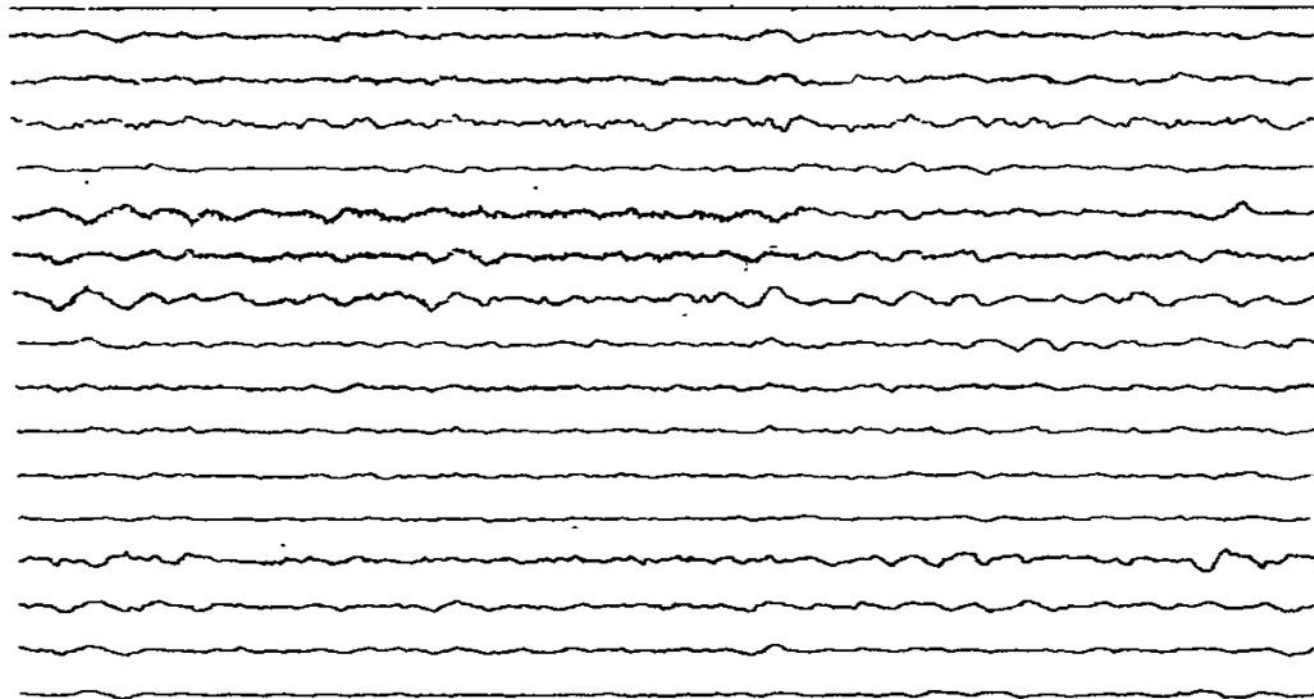
P4 - O2

Fp1 - F3

F3 - C3

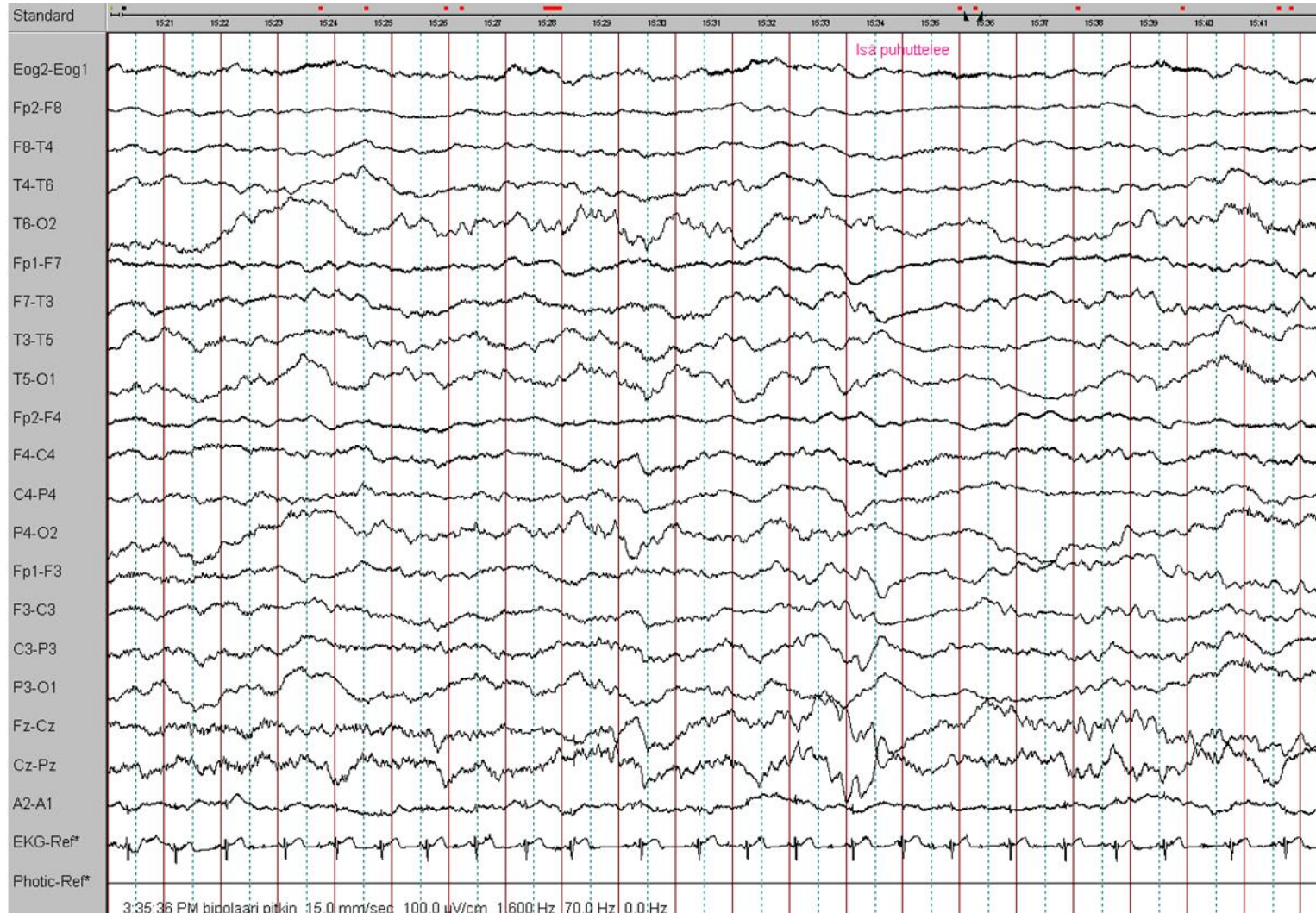
C3 - P3

F3 - O1



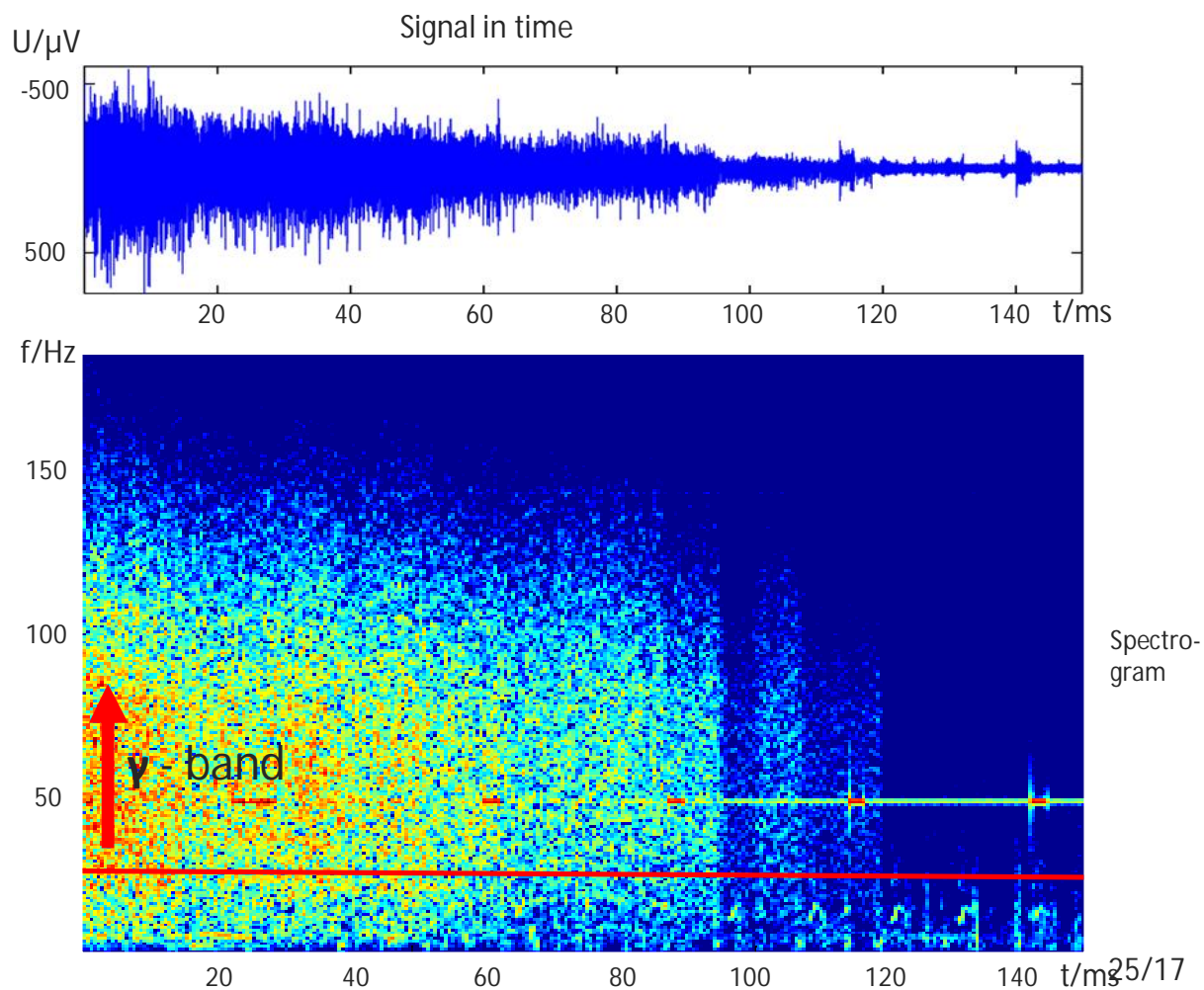
stimulation

Pneumokokkimeningiitti yksivuotiaalla tytöllä teho-osastolla, tajuton.
Isä puhuttelee nimellä ja EEG:ssä näkyy lyhyt vaimentuma.
Tyttö toipui hyvin ja oli kahden viikon kuluttua kunnossa.



EMG-artafakta EEG:ssä voi olla syvänkin anestesian aikana.
Tässä potilasta stimuloitiin transkraniaalisesti satojen volttien sähköiskulla ja vaste mitattiin jaloista selkäytimen toiminnan varmistamiseksi. Kivulias lyhyt sähköisku sai potilaan rypistämään kaikkia kasvolihaksia parin minuutin ajaksi, vaikka hän oli syvästi tajuton, EEG purske-vaimentumassa.

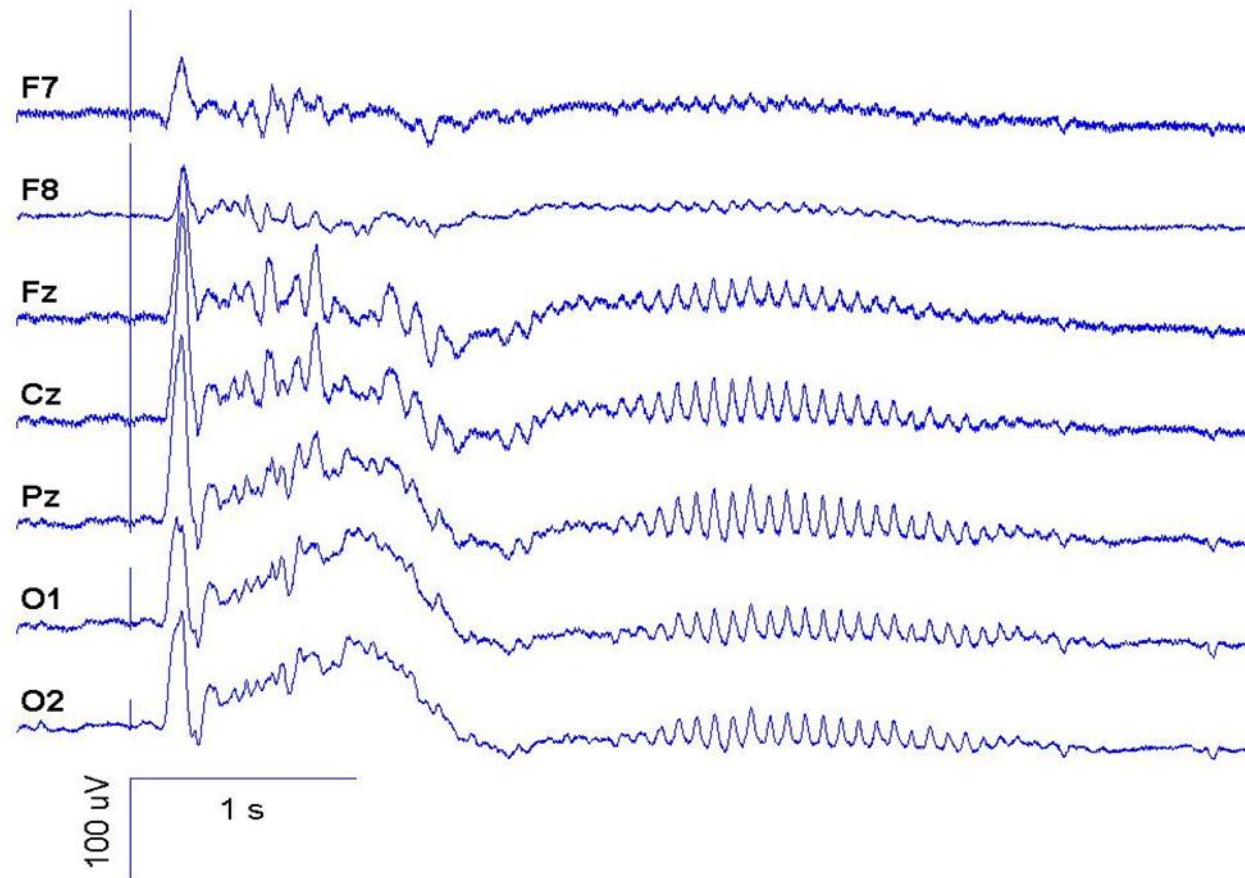
EMG-artefact in Cz-A2
after painful electric
MEP-stimulation.
Duration over 2 minutes!



- Indeksit antavat vääriä arvoja, jos on
 - EMG arousal
 - Beta arousal
 - Delta arousal

Eri aineiden aiheuttamat EEG-muutokset erilaisia, esimerkkinä propofoli purske-vaimentuma. Purske alkaa vertex-aallolla, sitä seuraa delta-aalto, ja tätä spindelit aivan kuten unessa K-kompleksissa.

Indeksit mkuten BIS ja Entropy pyrkivät löytämään eri aineiden yhteisiä piirteitä, mikä on vain rajallisesti mahdollista ja yhteisten piirteiden fysiologinen merkitys tunnetaan huonosti.

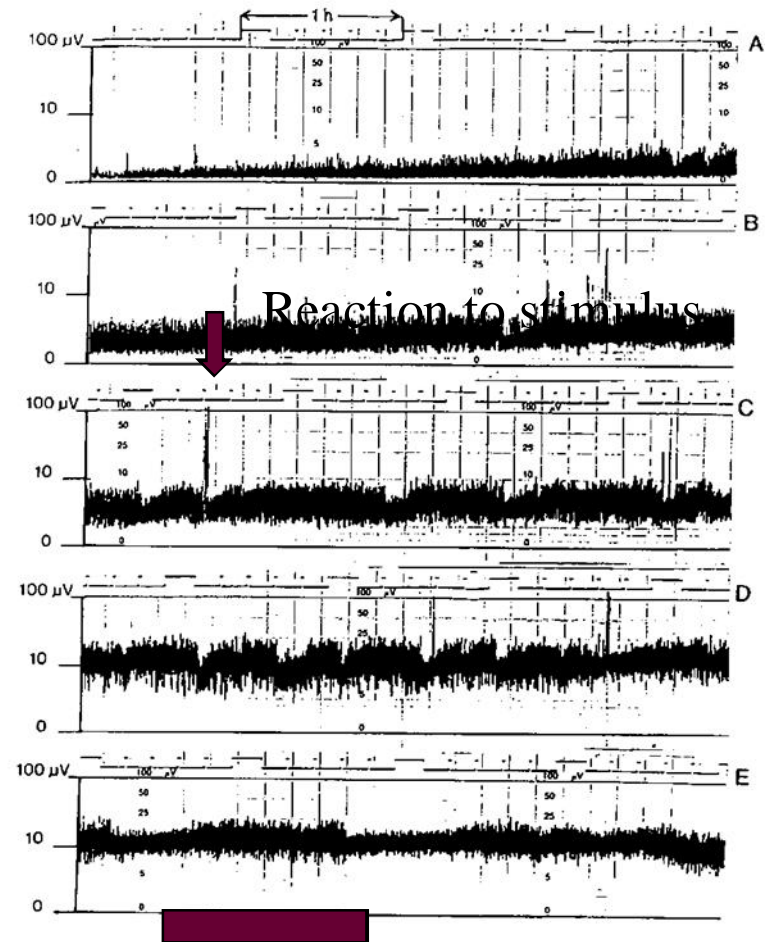


EEG-amplitudin muutos tiivistettynä: Cerebral Function Monitor eli aEEG

aEEG 20 tunnin ajalta
sydämenpysähdyksen jälkeen jaettuna
4 tunnin osiin.

Alussa amplitudi on nolla ja kasvaa
sitten niin, että ensin tulee purske-
vaimentuma, sitten jatkuva EEG.
"kolot" ovat stimulaation aiheuttamin
rektioita, amplitudin laskuja EEG:ssä.
Alimmalla rivillä näkyy unisyklejä.

Reaktiivisuus ja unisyklit ovat tässä
hyvän ennusteenmerkkejä ja potilas
toipui parissa viikossa hyvin.



sleep cycle

Epileptiforminen EEG

- Eri anestesia-aineet sammuttavat epileptistä toimintaa, esimerkiksi propofoli.
- Toiset aiheuttavat epileptistä toimintaa, jopa kohtauksia, esimerkiksi sevofluraani, haihtuva anesteetti. Myös eräät intravenöösit anesteetit ja opioidit, jotka ovat analgeetteja, voivat aiheuttaa epileptistä toimintaa ja jopa kohtauksia

Inhaled anaesthetics	IV anaesthetics	Opioids	Neuromuscular junction blockers
----------------------	-----------------	---------	---------------------------------



Epileptic activity

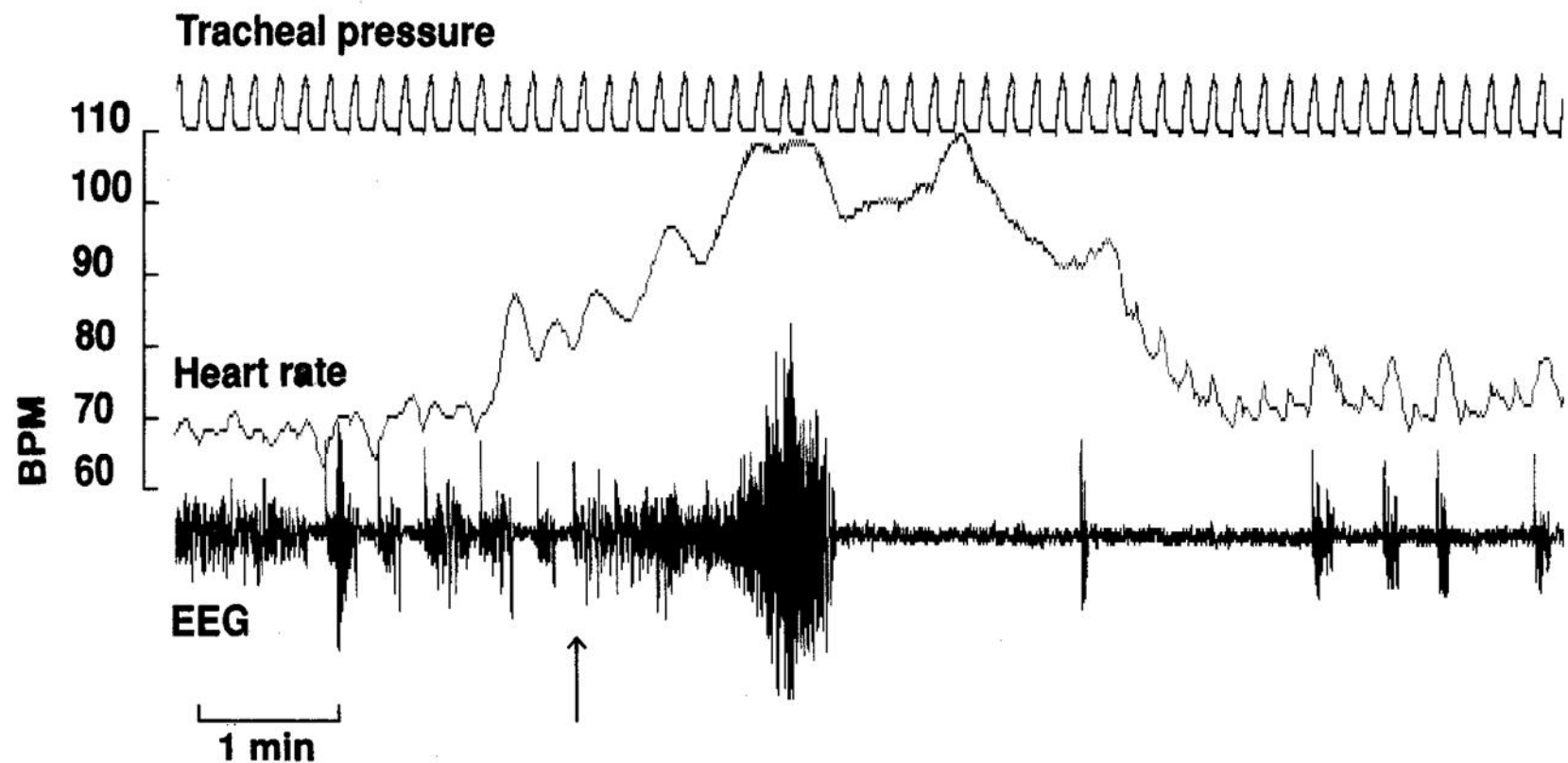


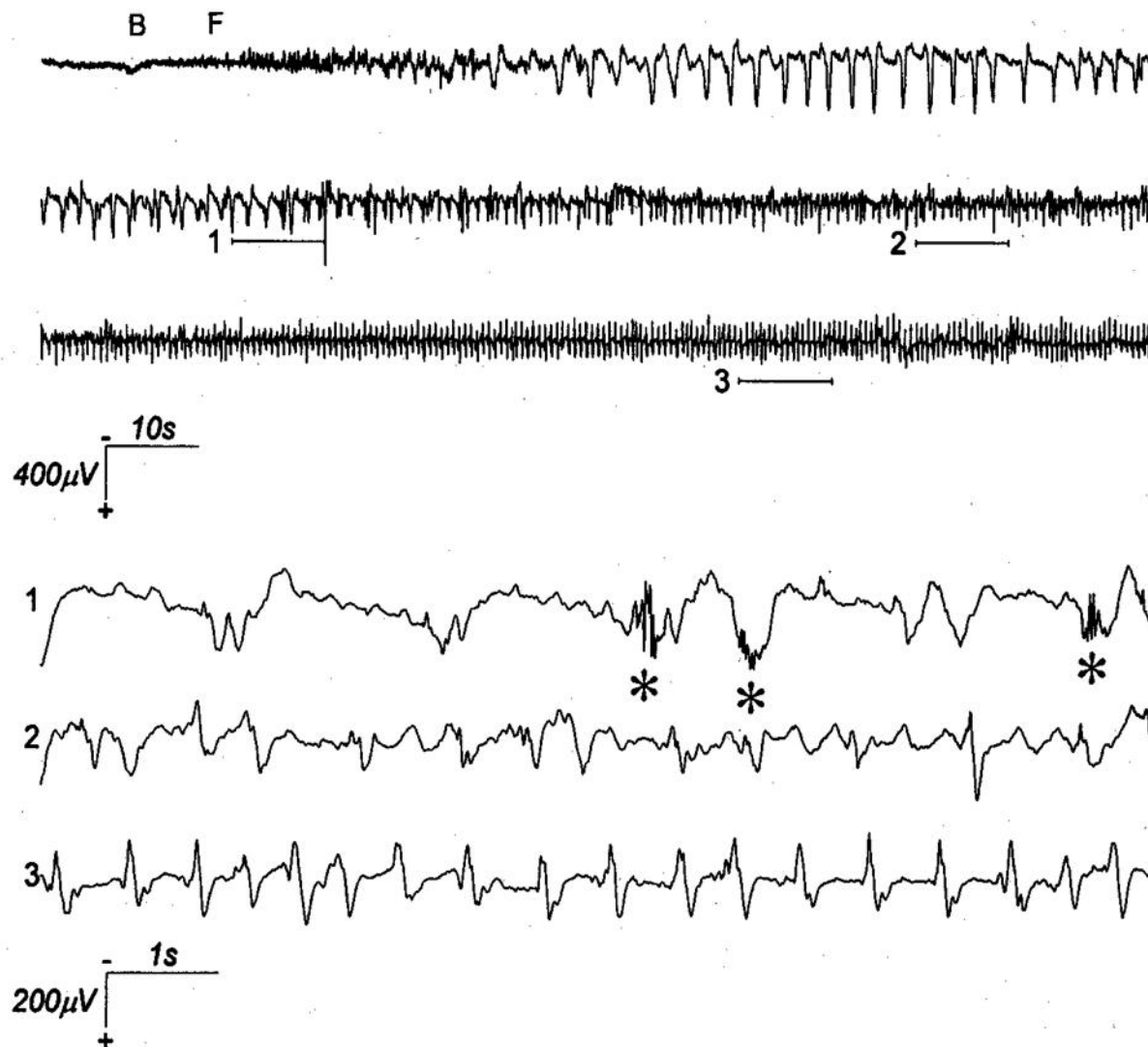
Fig. 3. Instantaneous heart rate during a short epileptic discharge. Tracheal pressure, instantaneous heart rate and EEG are presented from a 10 min piece of recording. The bursts turn into a continuous discharge at the arrow. Note the burst-related heart rate accelerations and respiratory sinus arrhythmia, which reappears after the discharge.

Saimme vahingossa epileptisen purkauksen aikaan potilaalle enfluraanianestesiassa. Alimpana EEG, sen yllä syke, joka nousi rajusti. Kohtauksen jälkeen tuli postiktaalinen Vaimentuma ja sitten purske-vaimentuma jatkui

Sevofluraani, joka on suosittu haihtuva anestesia-aine voi aiheuttaa epileptistä toimintaa

- Nopeassa induktiossa, jolloin potilas nukutetaan niin, että hän alkaa hengittää sevofluraania maskista
- Pitkässä anestesiassa korkealla sevofluraani pitoisuudella voi tulla epileptisiä kohtauksia.
Koska sevofluraani myös relaxoi, ei motorisia oireita kohtauksesta näy.
- Vammaisilla, joilla on aivomuutoksia, sevofluraani herkästi indusoi fokaalista epileptistä toimintaa, ennen kaikkea piikifokuksia

Sevofluraani



Syvenevä anestesia sevofluraanianestesiassa, kun EEG muuttuikin epileptiseksi.

Esimerkkejä epileptiformisesta EEG:stä nopeassa sevofluraani-induktiossa
Anne Vakkurin väitöskirjasta.

Polyspikes

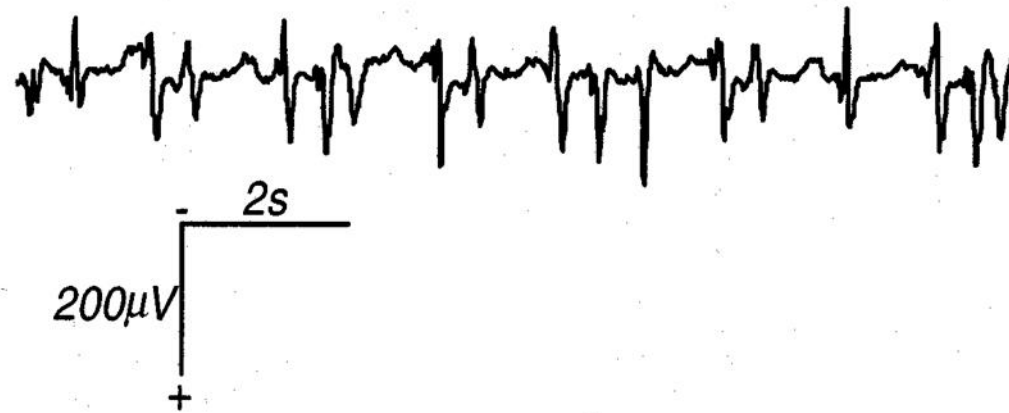


Figure 8. Polyspikes.

Incidence: 87 % (adults)

Burst suppression with spikes

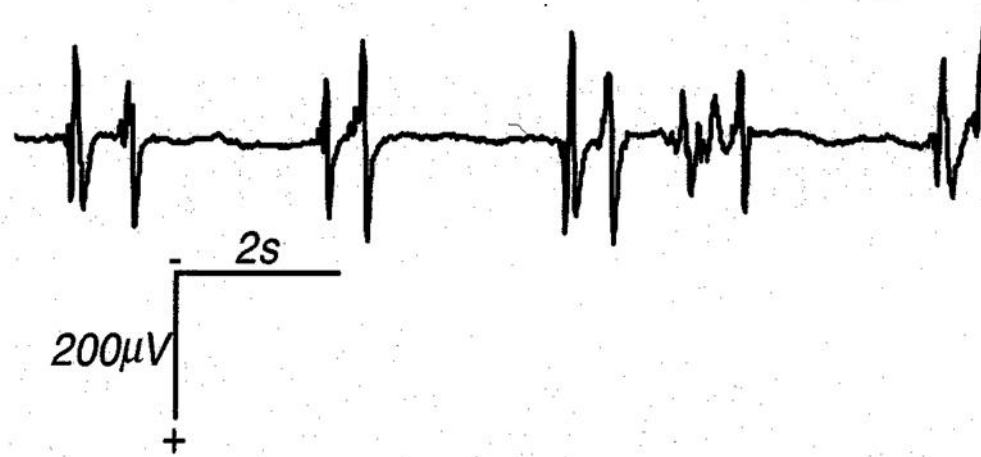


Figure 9. Burst suppression with spikes.

Incidence: 17 % (adults)

Suppression with spikes



Figure 12. Suppression with spikes.

Incidence: 12.5 % (children)

Rhythmic polyspikes

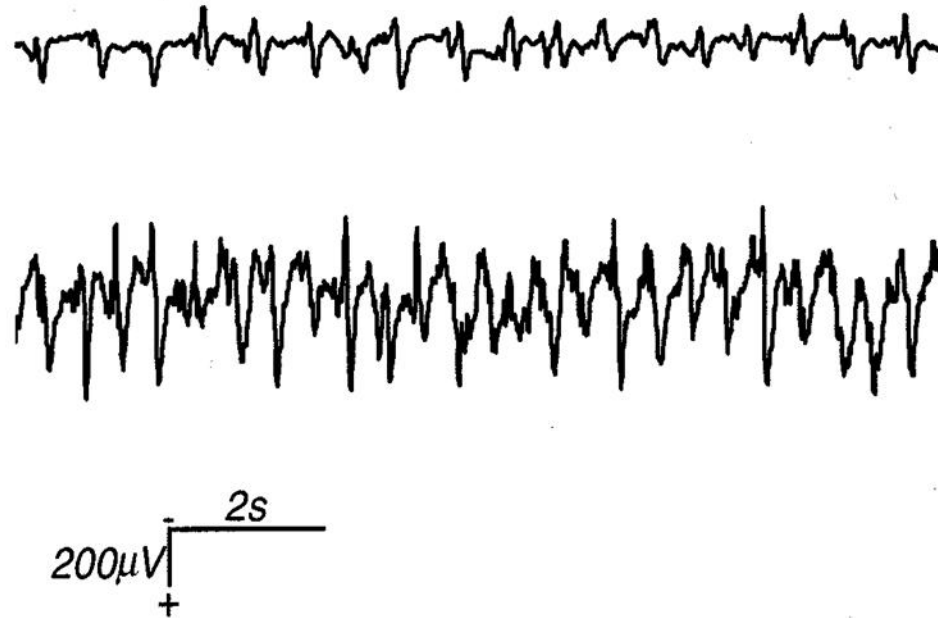


Figure 13. Rhythmic polyspikes. Upper trace from an adult patient, lower from a child.

Incidence: 52 % (adults) or 31 % (children)

Periodic epileptiform discharges (PED)

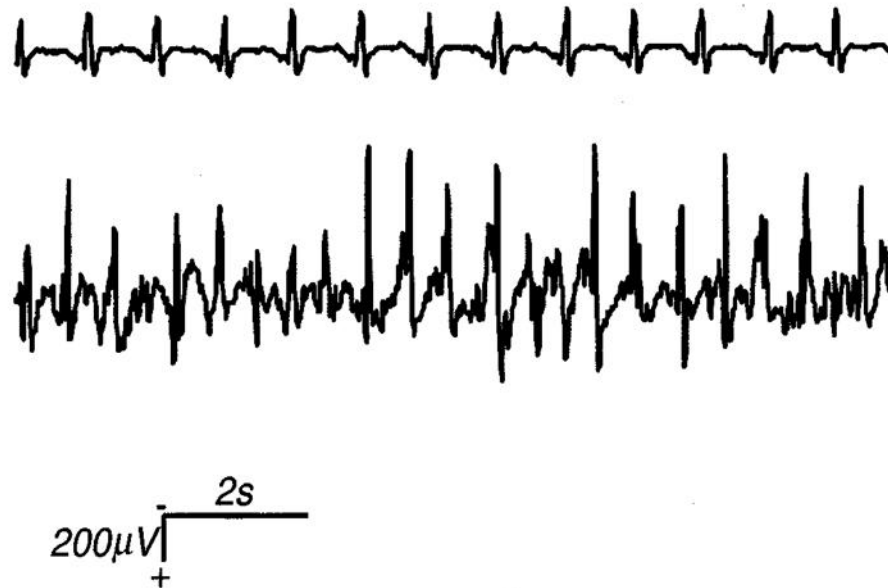
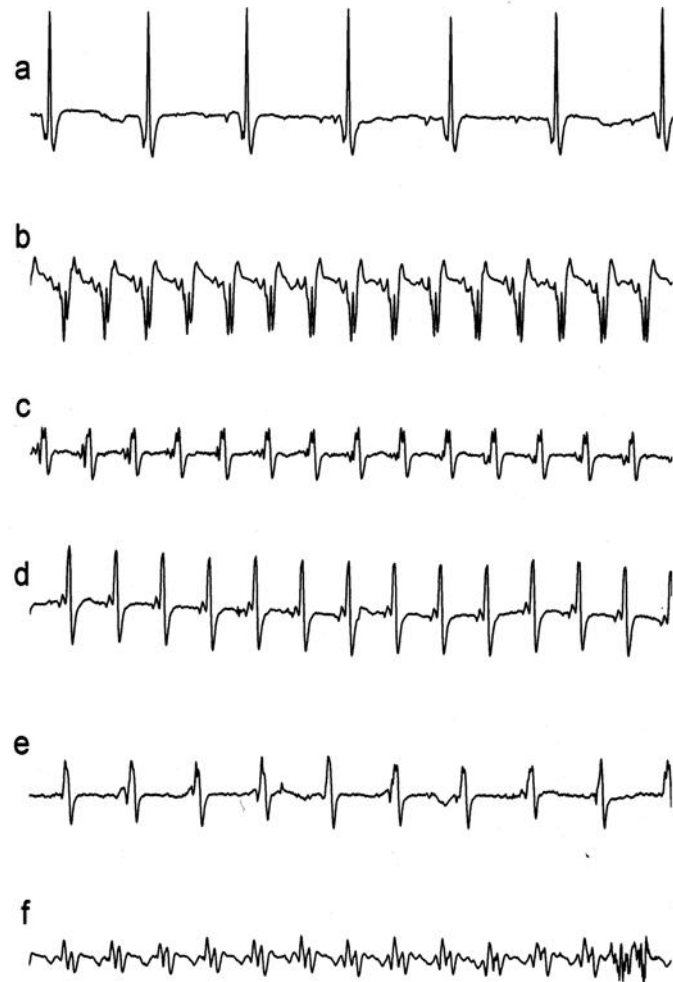


Figure 14. Periodic epileptiform discharges. Upper trace from an adult patient, lower from a child.

Incidence: 43 % (adults) or 22 % (children)

EEG and heart rate



200 μV
- 1s
+

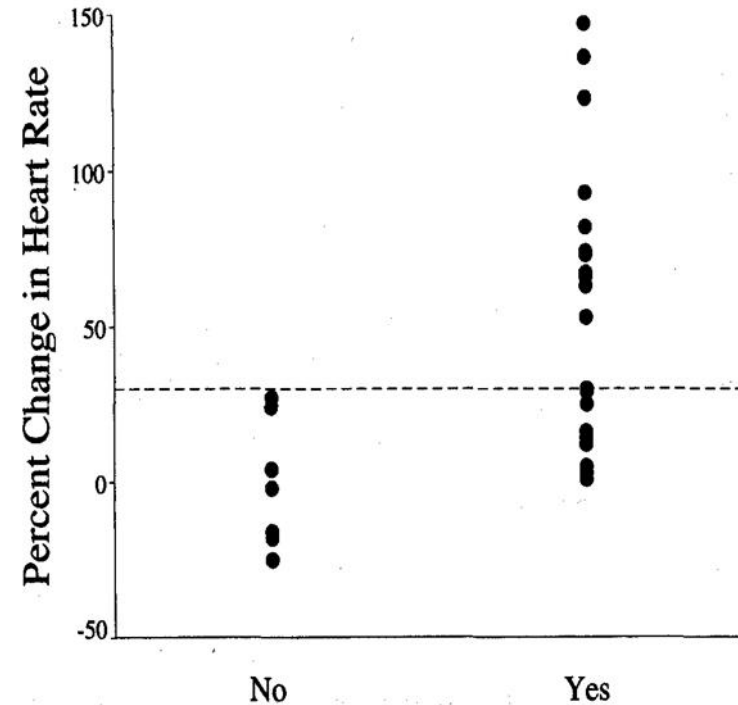
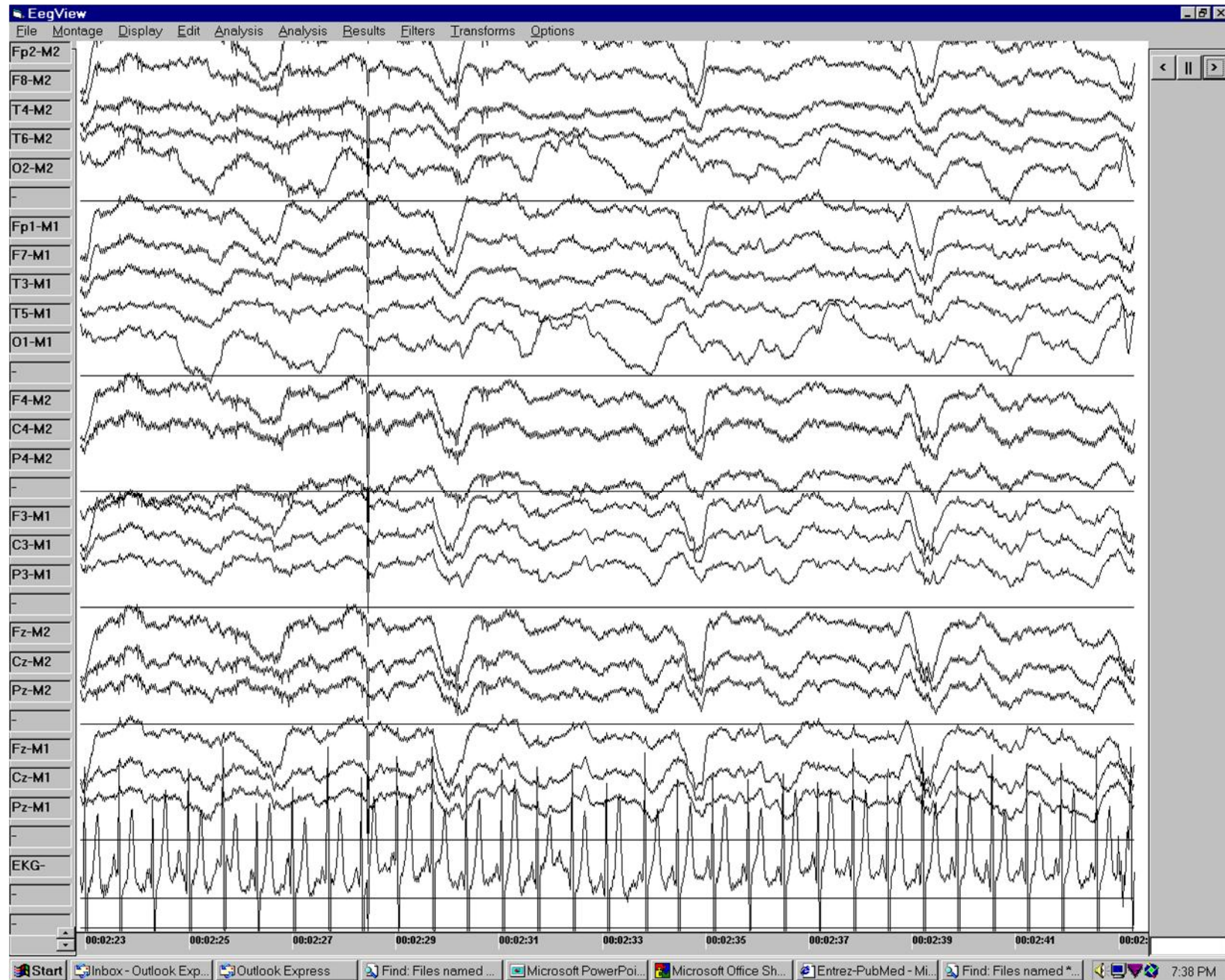


Fig. 6. Change (percentages from baseline to 4 min) in heart rate in patients without (No) and with (Yes) epileptiform electroencephalographic activity. Dotted line indicates a more than 30% change level used in the Fisher exact test. $P < 0.01$ between the groups.

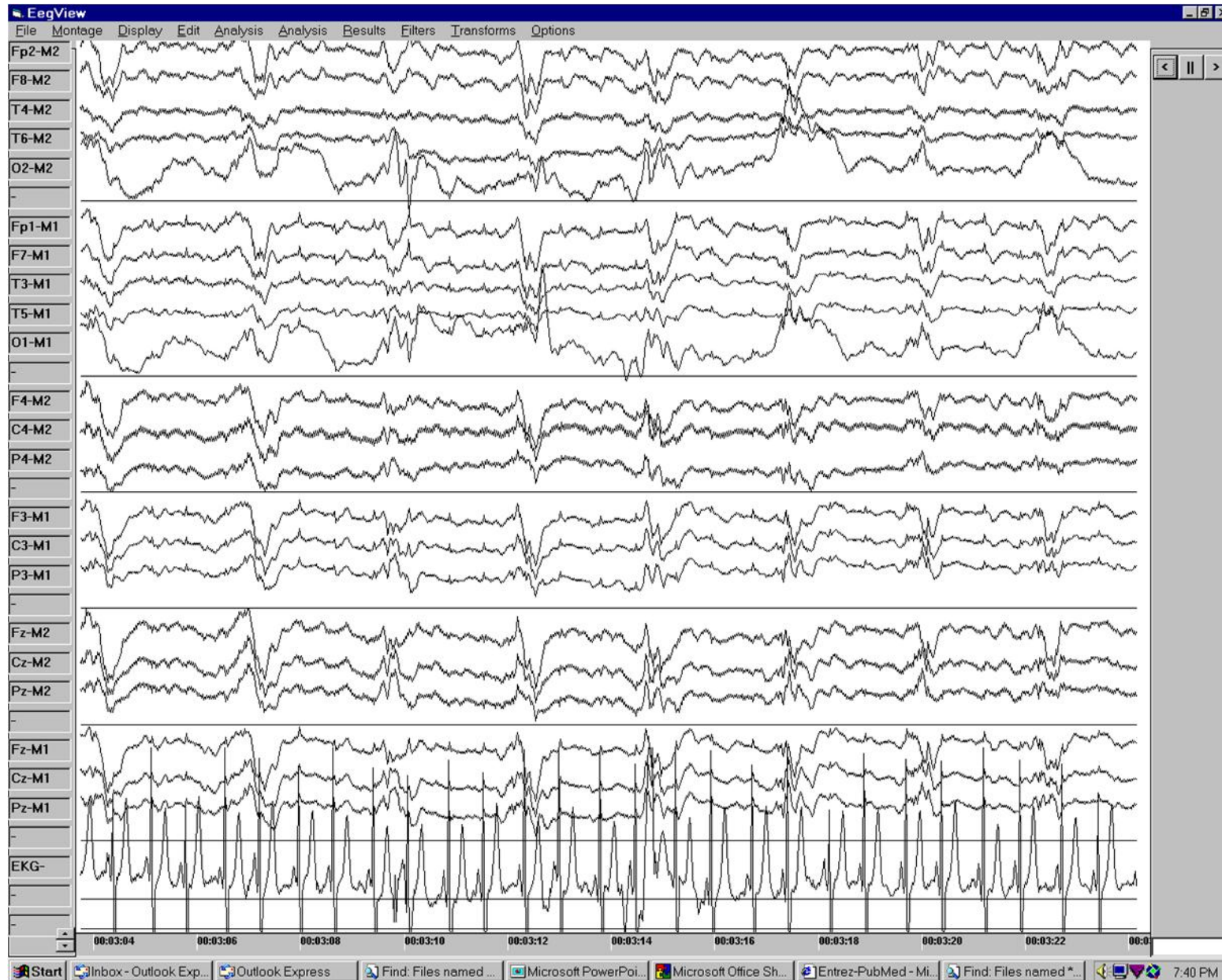
Anesthesiology, V 91, No 6, Dec 1999

EKG-EEG:tä sevofluraanianestesiassa, s.o. periodista piikkiä.

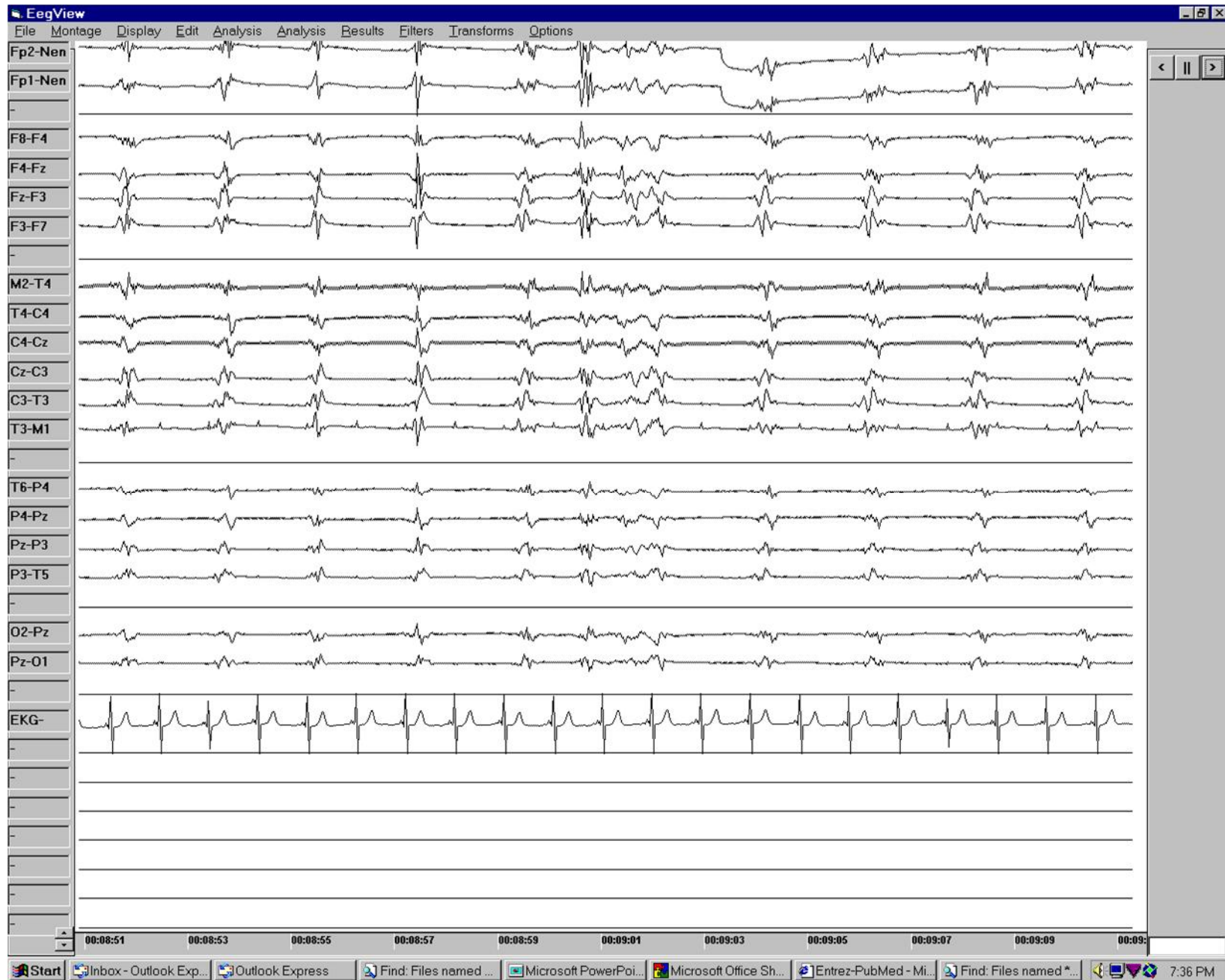
Periodittaisia positiivisia aaltoja sevofluraanianestesiassa.



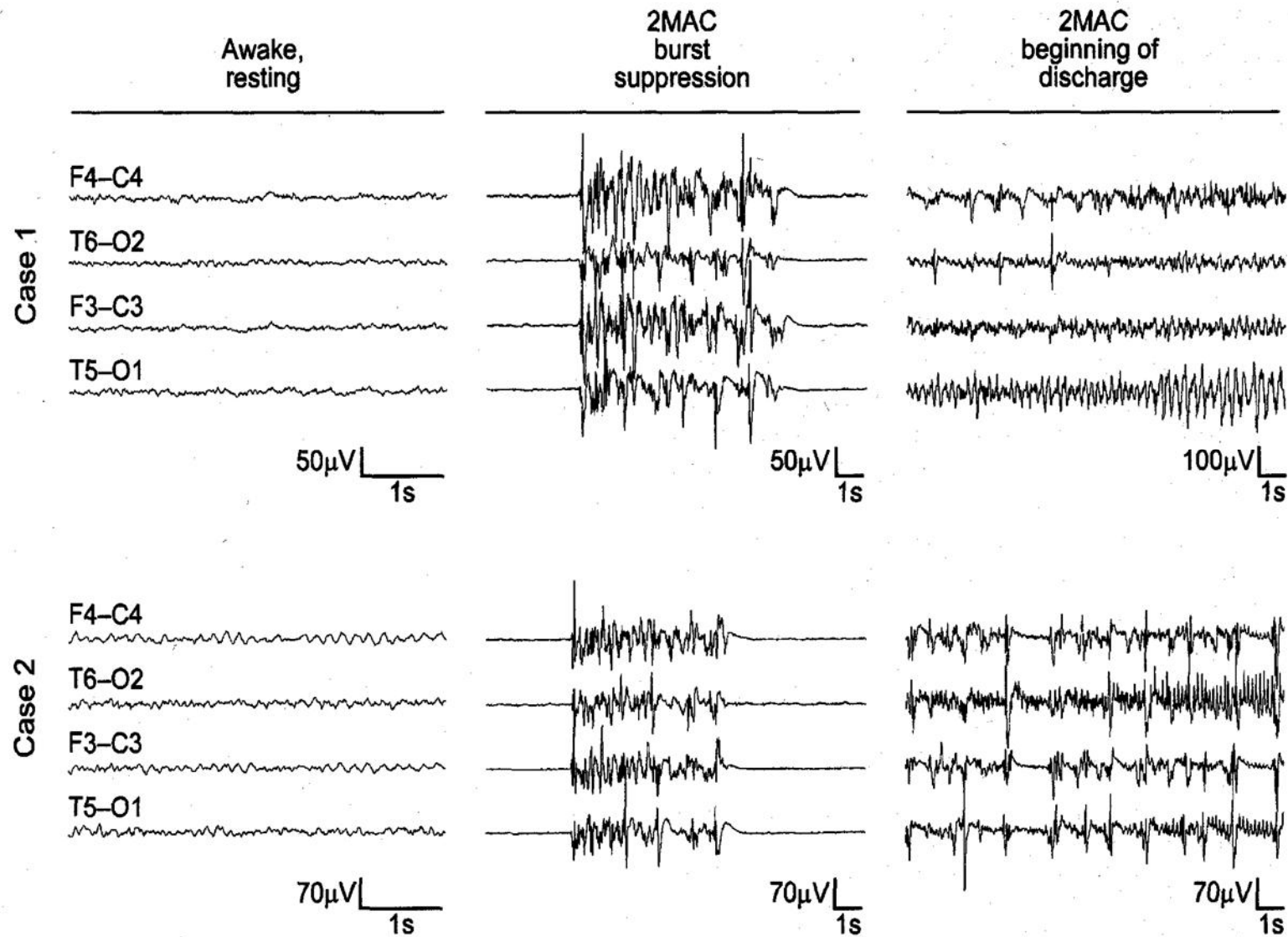
Muuttuvat irritatiivisiksi



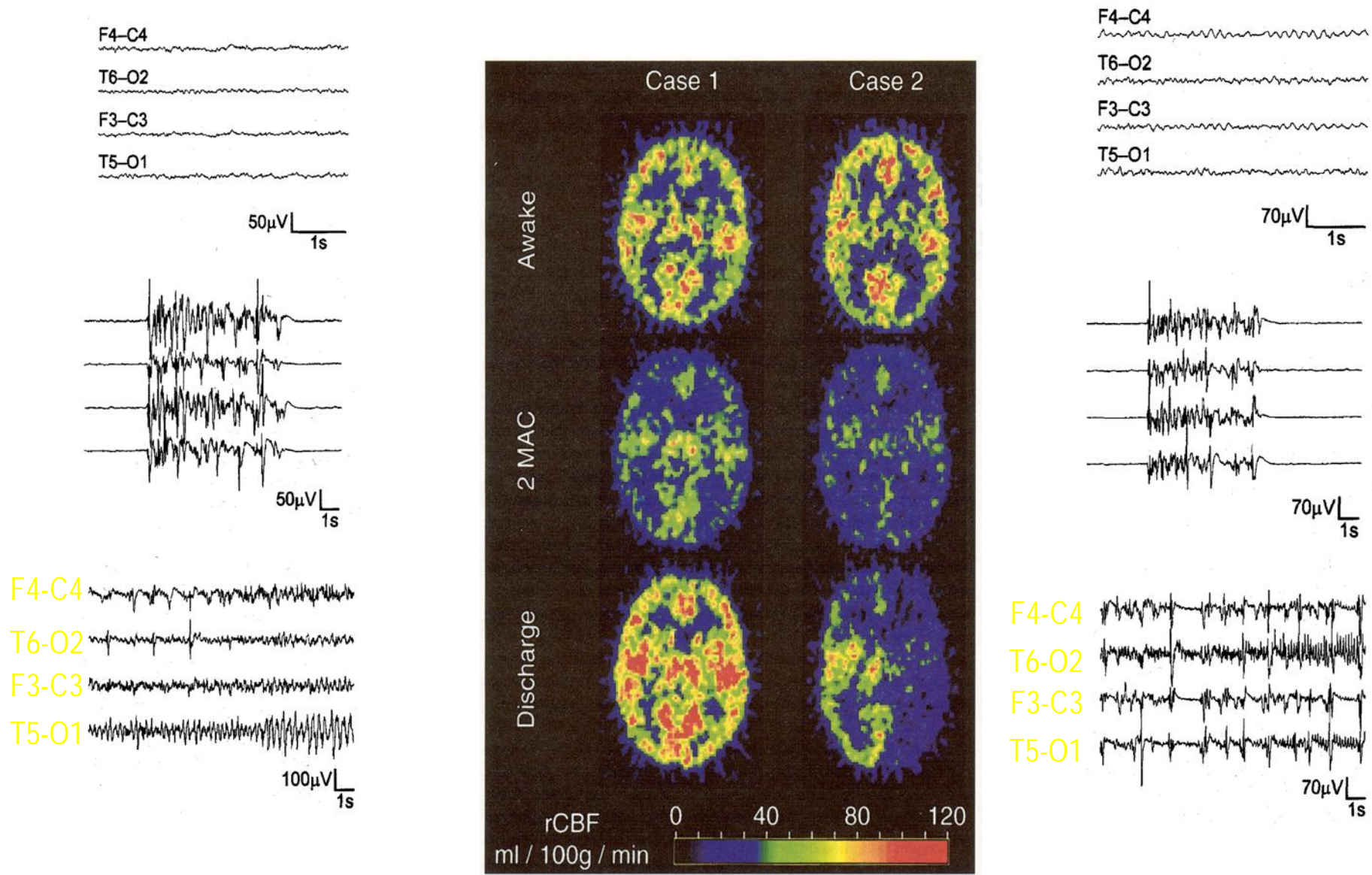
PED-purske-vaimentuma



Pitkäkestoinen anestesia korkealla sevofluraanipitoisuudella voi aiheuttaa kohtauksen.



Kohtaus näkyy PET kuvauksessa voimakkaana hapenkulutuksen nousuna, kuvassa punaisena.



Kaisti K et al: Anesthesiology 1999; 91: 1952-1955.