

Anestesiaisyvyyden mittarit: miten tulkita niitä?

Arvi Yli-Hankala

Tampereen yliopisto ja Tays

16.3.2017

Sidonnaisuuteni:

- Anestesiologian professori Tampereen yliopistossa
- Satunnainen luenointini koulutustilaisuuksissa:
 - Ei-kaupallinen koulutus
 - MSD (lihasrelaksaatio)
 - GE-Healthcare (anestesiatiilan monitorointi)
- GE-Healthcaren asiantuntijalääkäri vv. 1998 - 2012:
Entropy, SPI, EEG, anestesiamonitorointi
- Osakkeita: Novo-Nordisk A/S (diabetes)

Agenga

- Anestesiatiila
- EEG-indeksien filosofiaa ja tulkintaa
- Pari sanaa hereilläolosta

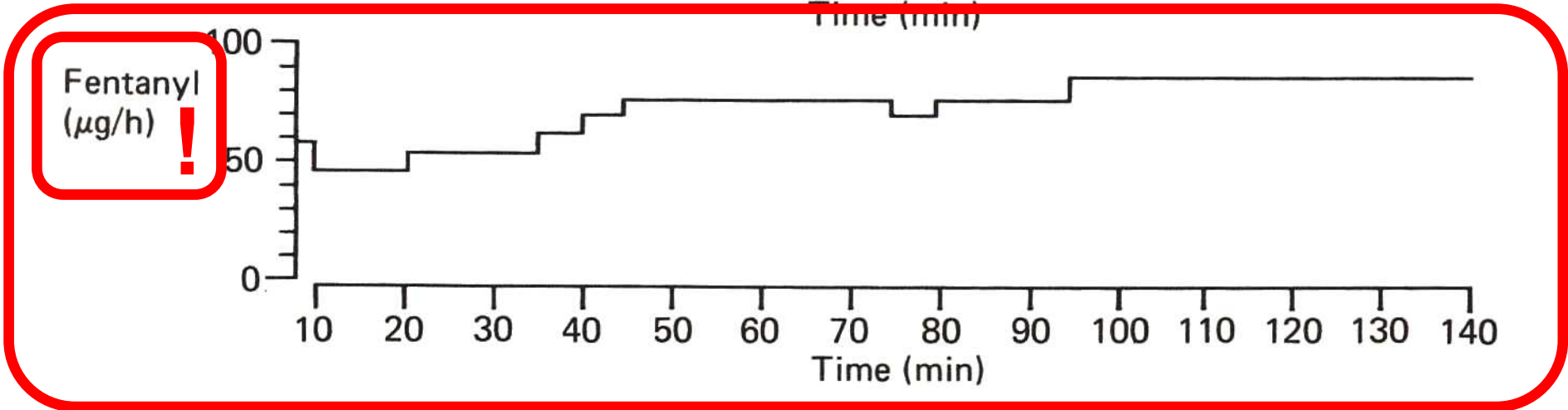
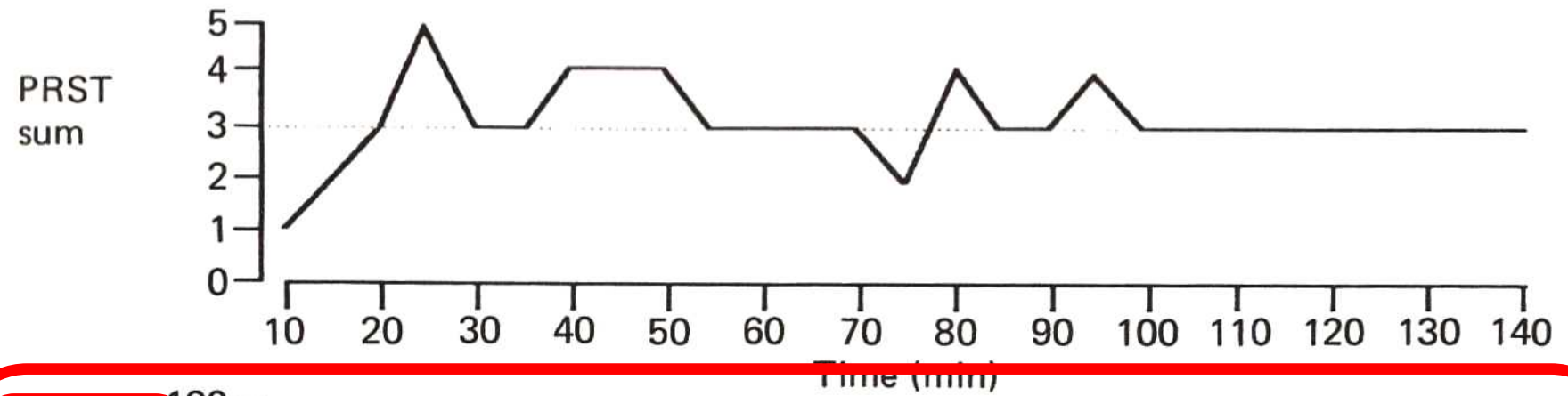


Anestesian ”syvyyden” arviointi ennen EEG-indeksejä (→ 1990-luvun alkupuolelle asti):

- verenpaine, syke, hikoilu, kyynelehtiminen
- liikkuminen, lihasjännitys
- suhteutus käytettyihin lääkemääriin

PRST components

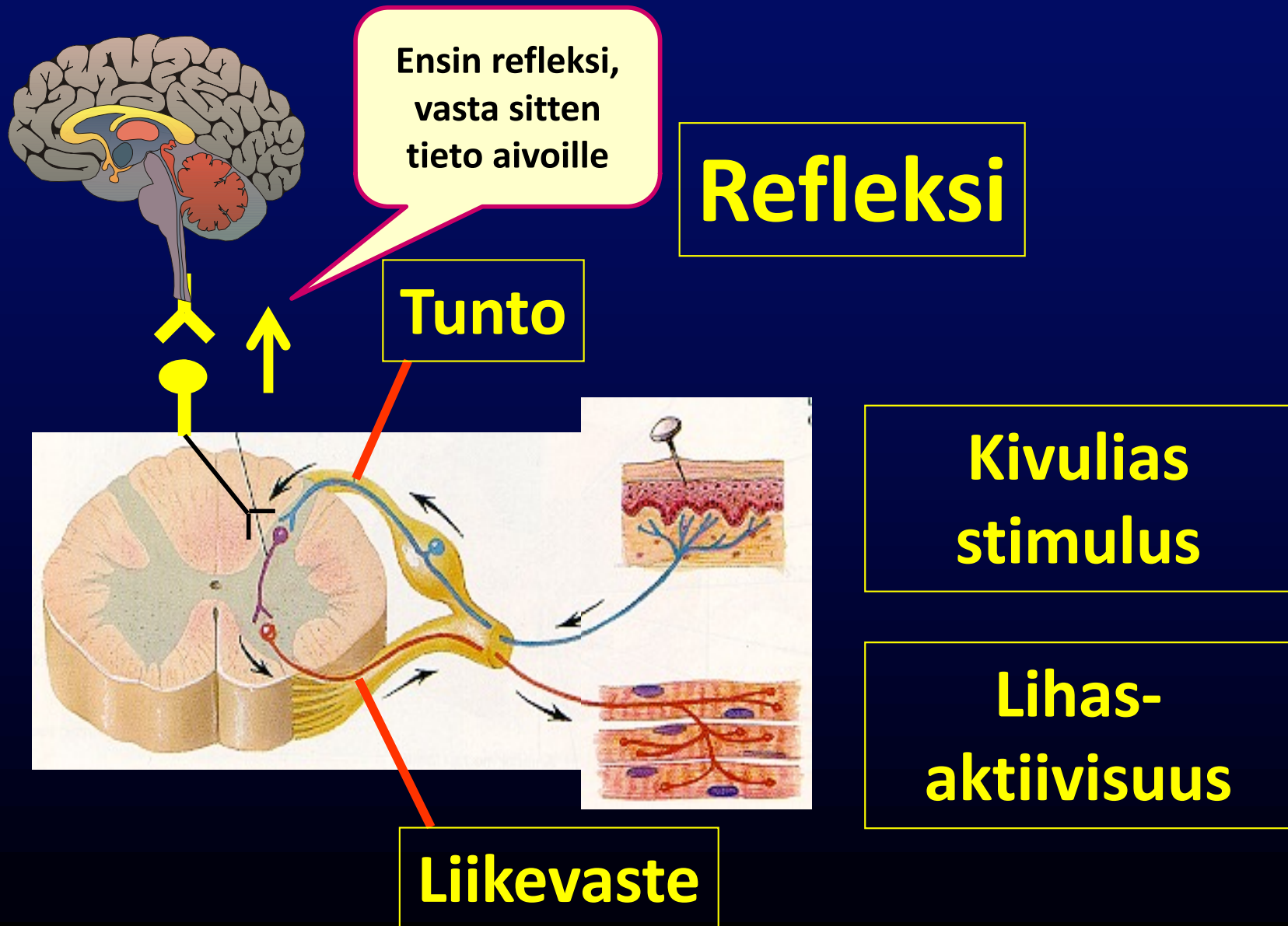
P	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
T	0	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



MAC-konsepti

- Kehitettiin 1960-luvun alussa anestesiakaasujen keskinäisen tehon vertailuun: ”montako prosenttia *uloshengitettyä* halotaania vastaa yhtä prosenttia *uloshengitettyä* metoksifluraania?”
- Huom: populaatiosuure !!!
- Väärin käsittäen vääntyi yksittäisen potilaan anestesian syvyyden mittariksi: ”potilas 1,0 MAC:n anestesiassa...”
- MAC:n päätemuuttuja = liikevaste ihoviillolle, joka ei edellytä toimivaa aivokudosta

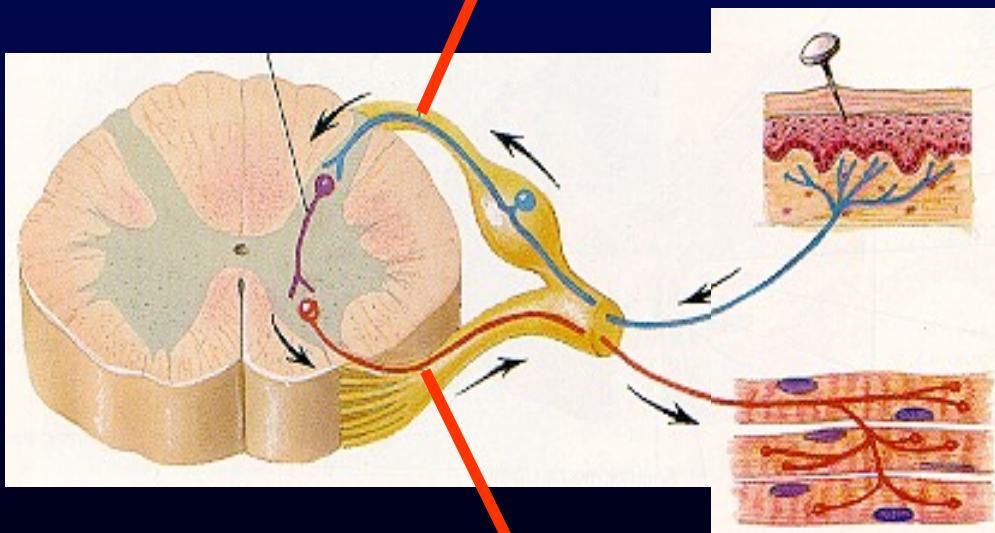
Tahdosta riippumaton liikkuminen



Nips naps aivo
pois, ja edelleen
toimii 👍

Refleksi

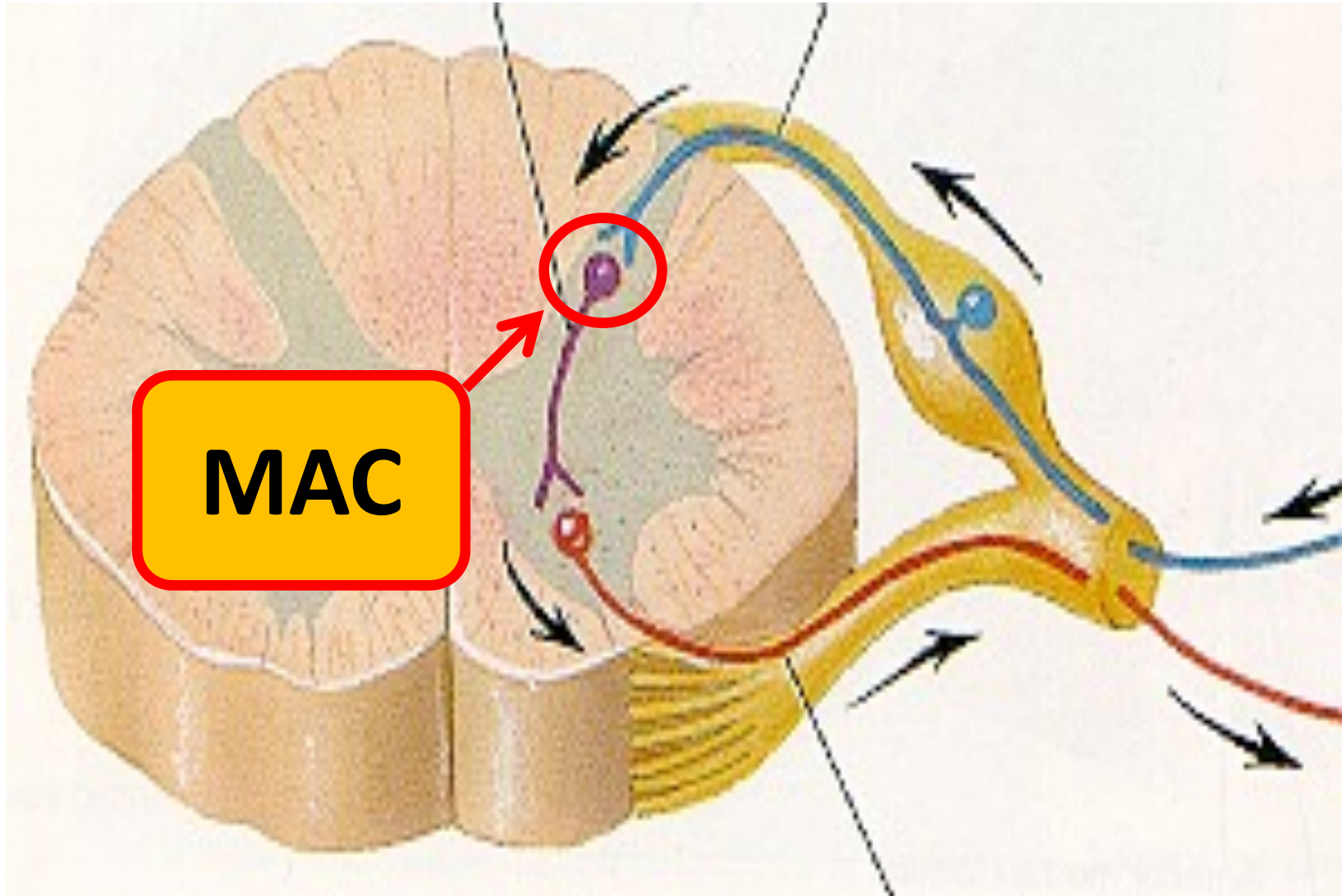
Tunto



Kivulias
stimulus

Lihaski-
aktiivisuus

Liikevaste



Datex Engstrom

NKL / LEIKK.OS.
214

YLEIS 9 39



Yleisanestesian komponentit



Anestesian syvyyden mittaaminen ennen EEG-monitorointia



Uni

≠

Kivuttomuus

~

Liikkumat-
tomuus

Uni

≠

Kivuttomuus

~

Liikkumat-
tomuus



Syke-
vaihtelu

Sormen
pulssiaalto
(‘pletty’)

Liikevaste
kirurgialle

Syke,
veren-
paine

Otsalihasten
EMG

MAC-
konsepti

Uni

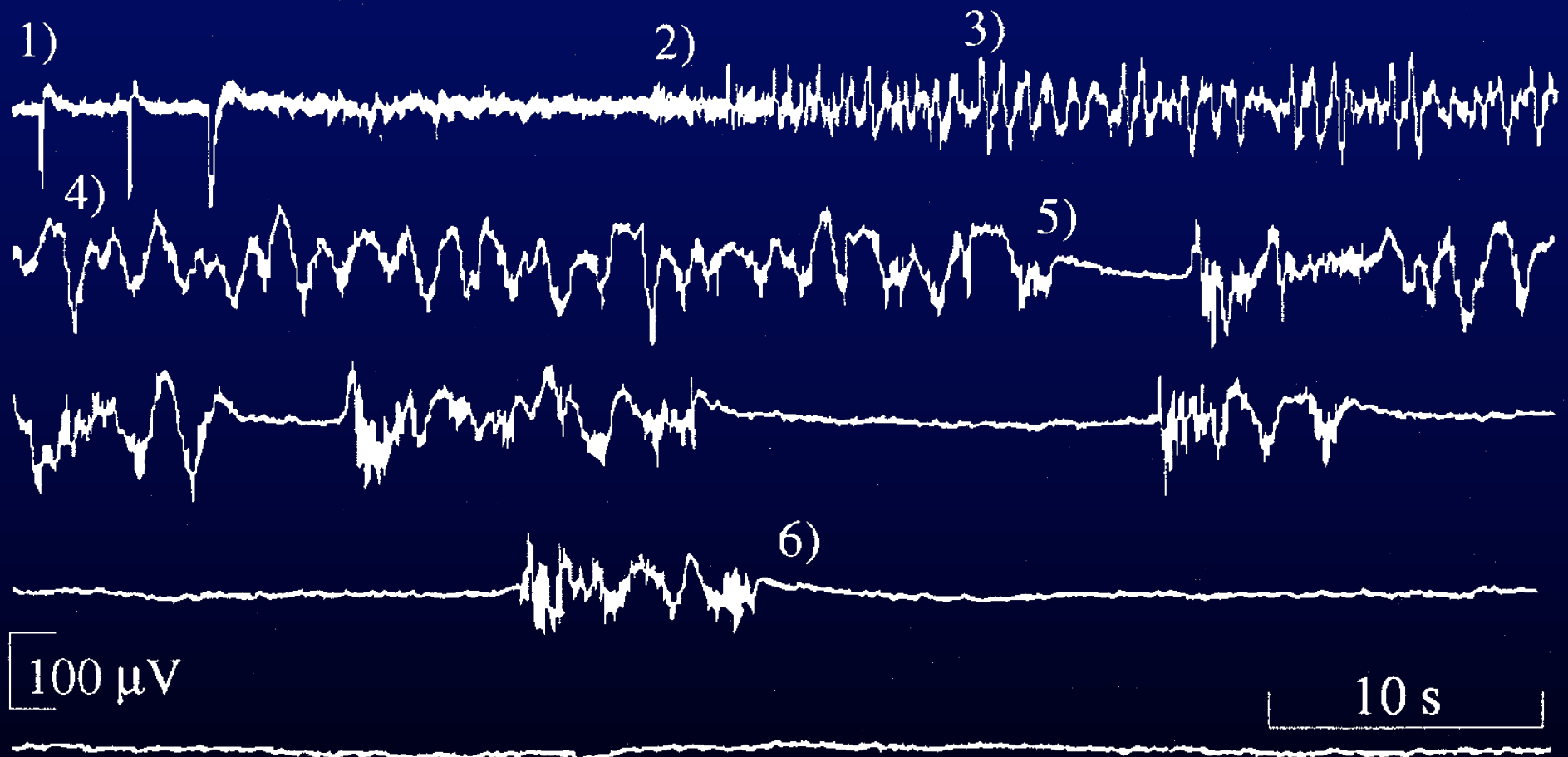
Kivuttomuus

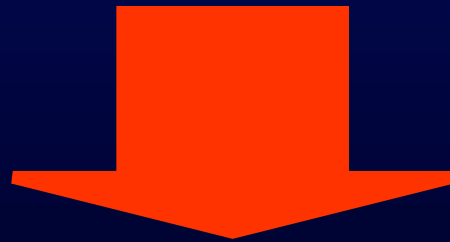
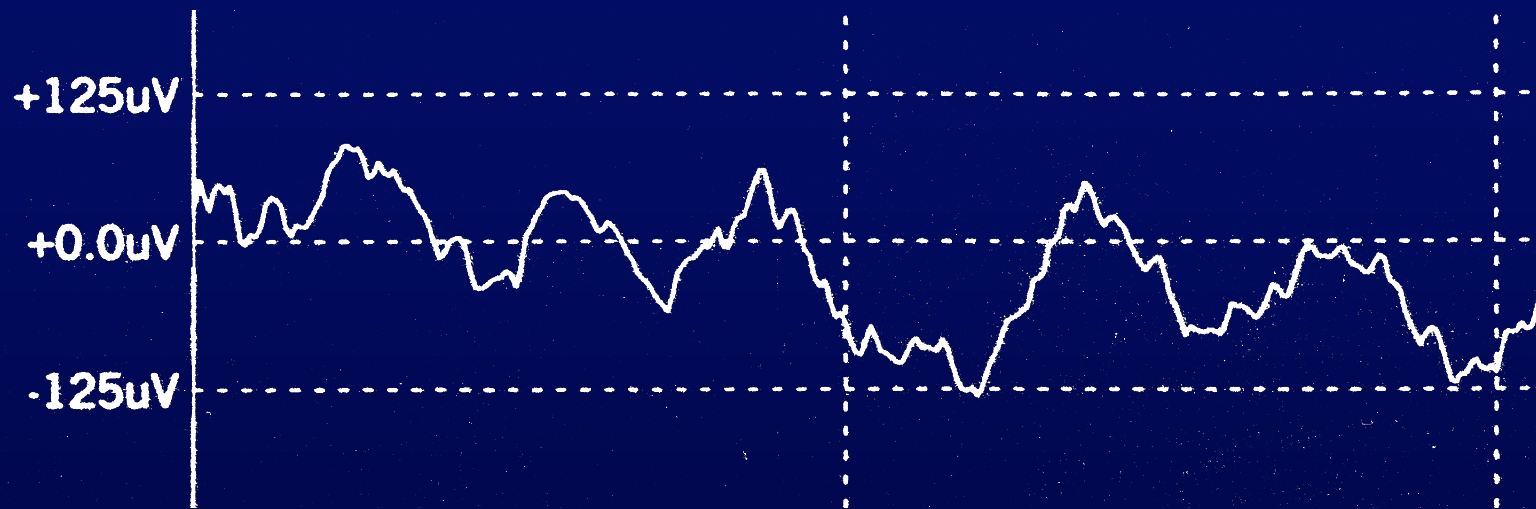
**Liikkumat-
tomuus**



**EEG &
heräte-
potentiaalit**

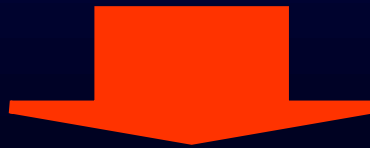
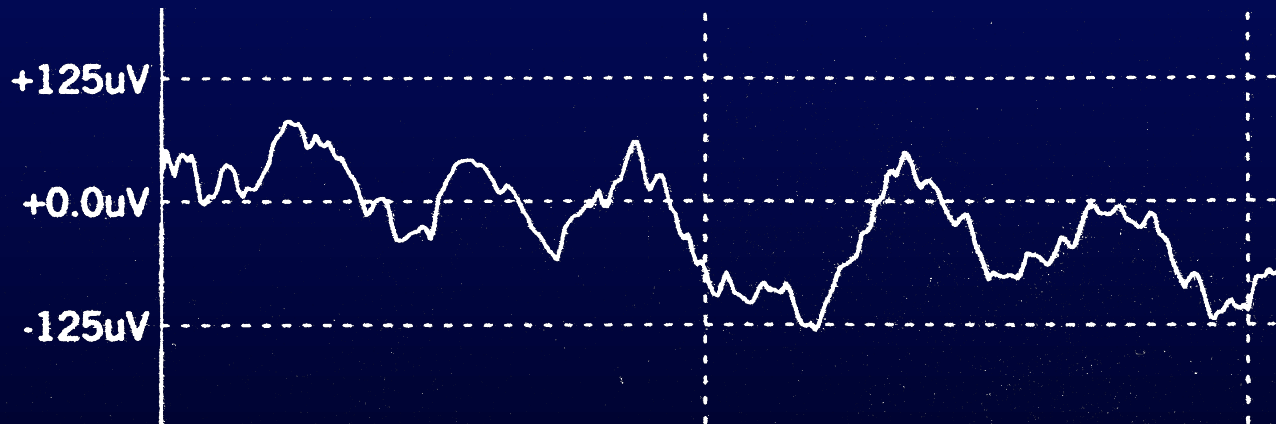
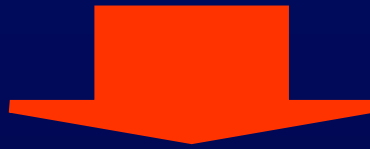
Syvenevän inhalaatioanestesian EEG





42

Nukutusaine



42

Anestesiaisyvyysmittauksen "virhelähteet":

1. Riittämätön analgesia

Anestesiaisyvyysmittauksen "virhelähteet":

1. Riittämätön analgesia
2. Indeksilaskenta ei tunnista EEG-vaimentumaa (suppressio)

Anestesiaisyvyysmittauksen ”virhelähteet”:

1. Riittämätön analgesia
2. Indeksilaskenta ei tunnista EEG-vaimentumaa (suppressio)
3. Väärä lääkevalinta

Anestesiaisyvyysmittauksen "virhelähteet":

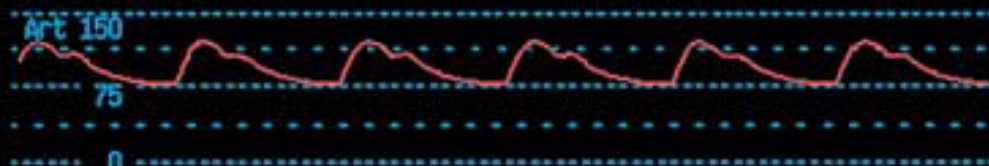
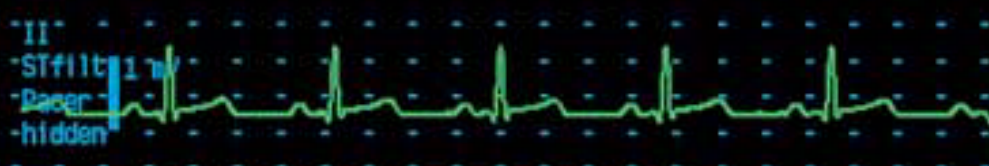
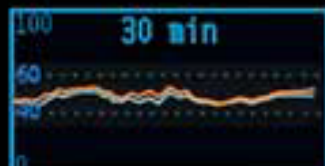
1. Riittämätön analgesia

Entropy™



MEDICAL

4:36p



ECG 40..160 Art
HR **80** /min **80** /min

ST II 0.5 V4
V5 0.7 0.8
aVL 0.1

SPO2 % 90..OFF
94

Art mmHg Sys 80..180
121/81
(97)

Entr RE **49**
SE **48**

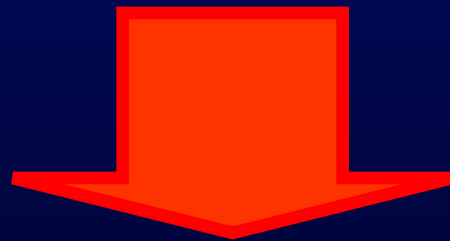
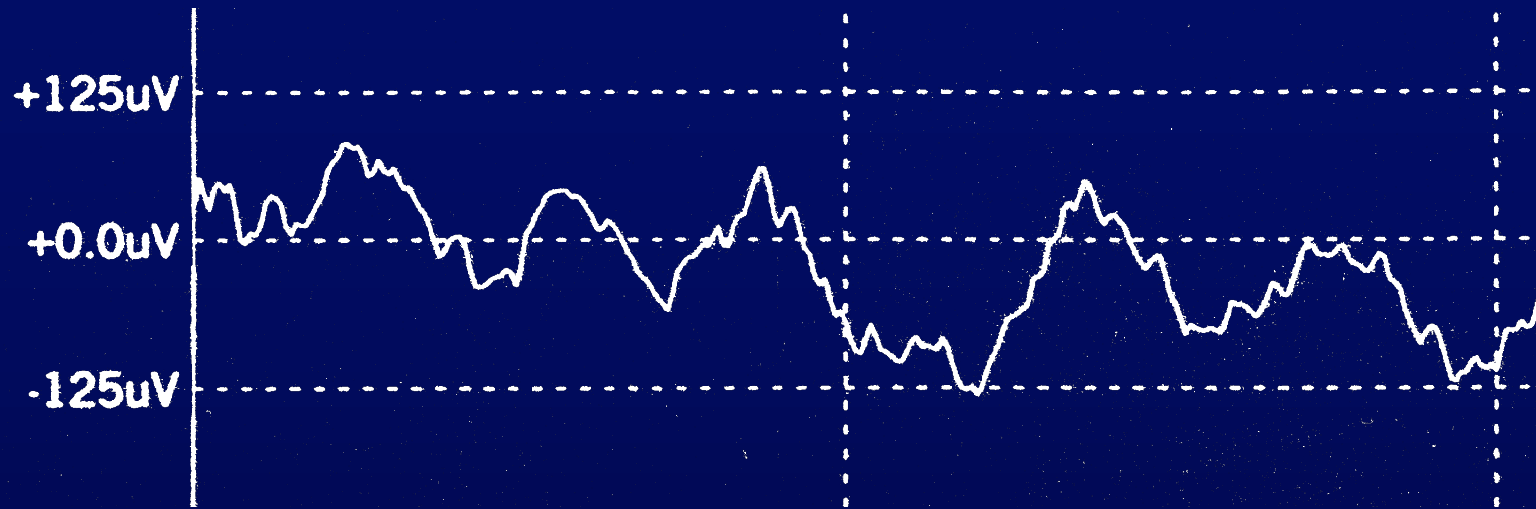
CO2 ET **40** FI **0.0**
RR **14** /min

T1+T2
°C Surf:
Surf **37.0** T2-T1
Skin **35.0** -2.0

NIBP
mmHg Sys Dia
131/79
Mean (98) 13 min ago

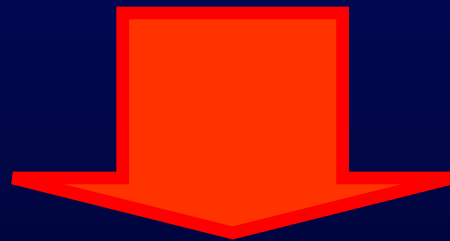
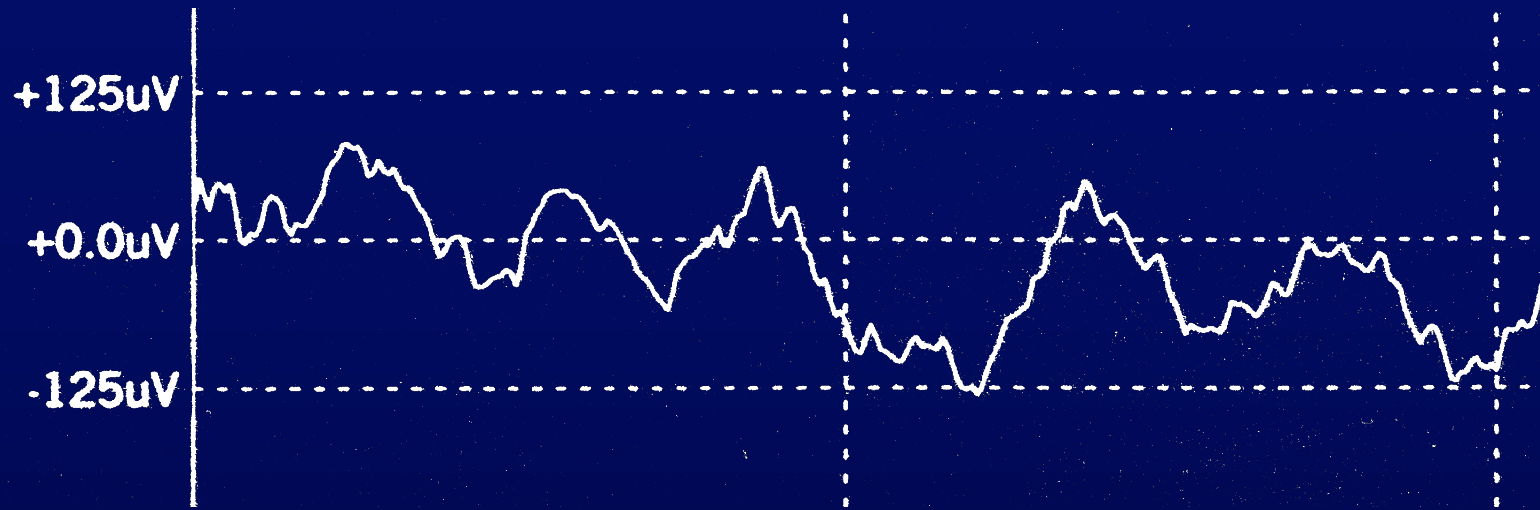
NMT
TOF% Count **38**
4
0 20 sec

Gases
% O2 N2O Sev
ET **30** **62** **1.7**
FI **35** **63** **1.8**

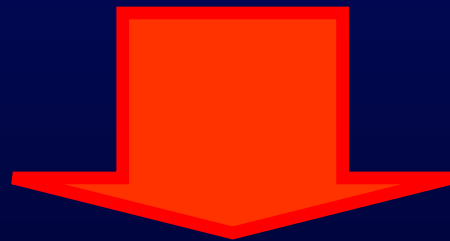
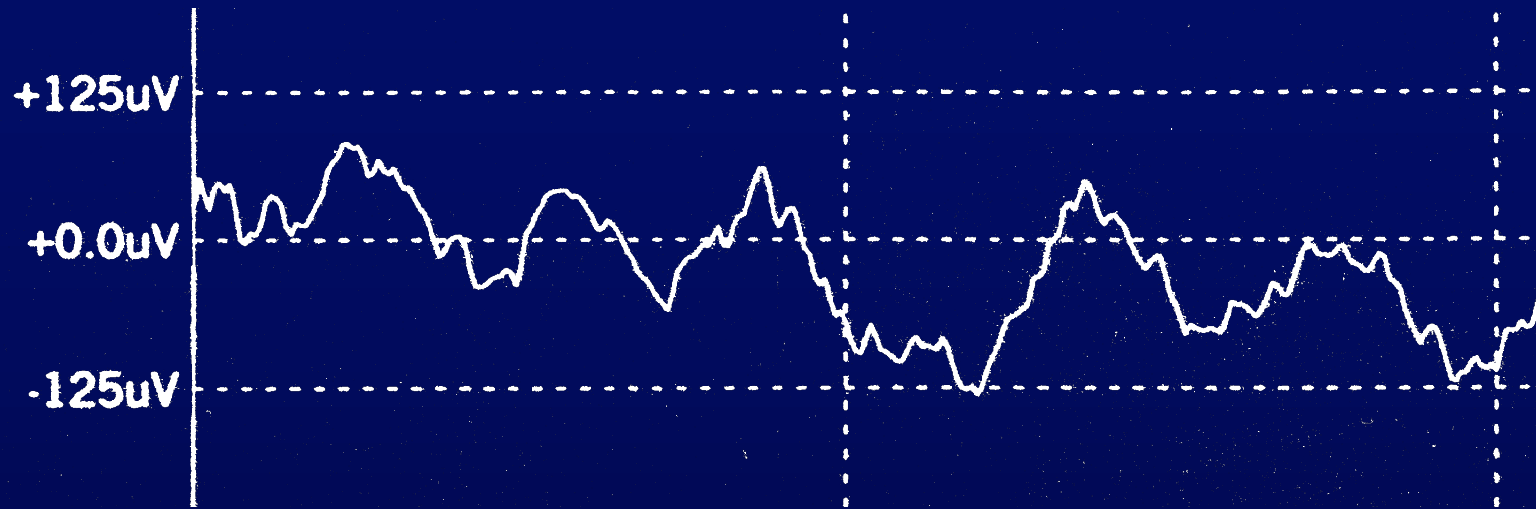


43

42



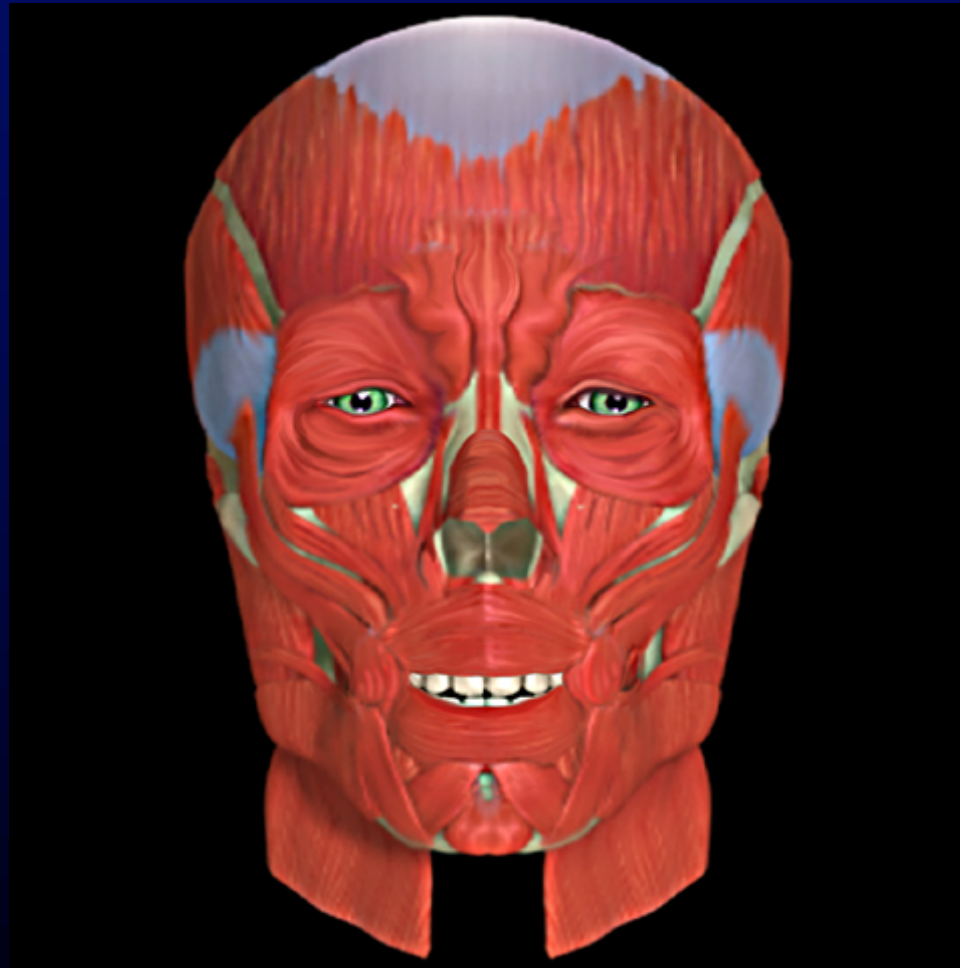
RE
SE



EEG & EMG

EEG

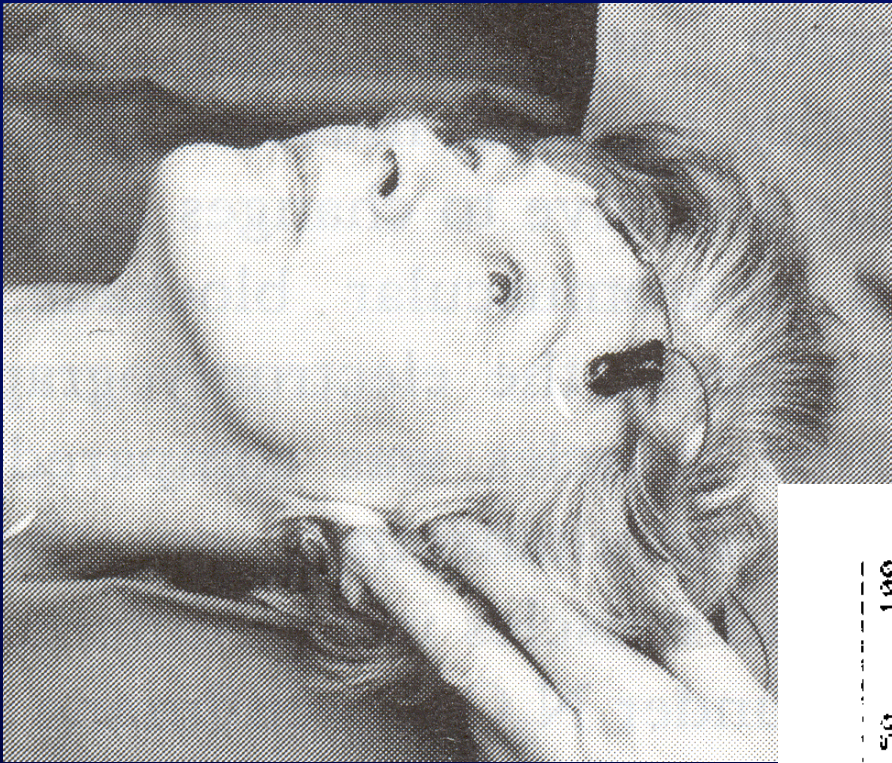
Otsalihakset



(From the photo gallery of Dr. Hank Bennett)

Otsalihaksen EMG

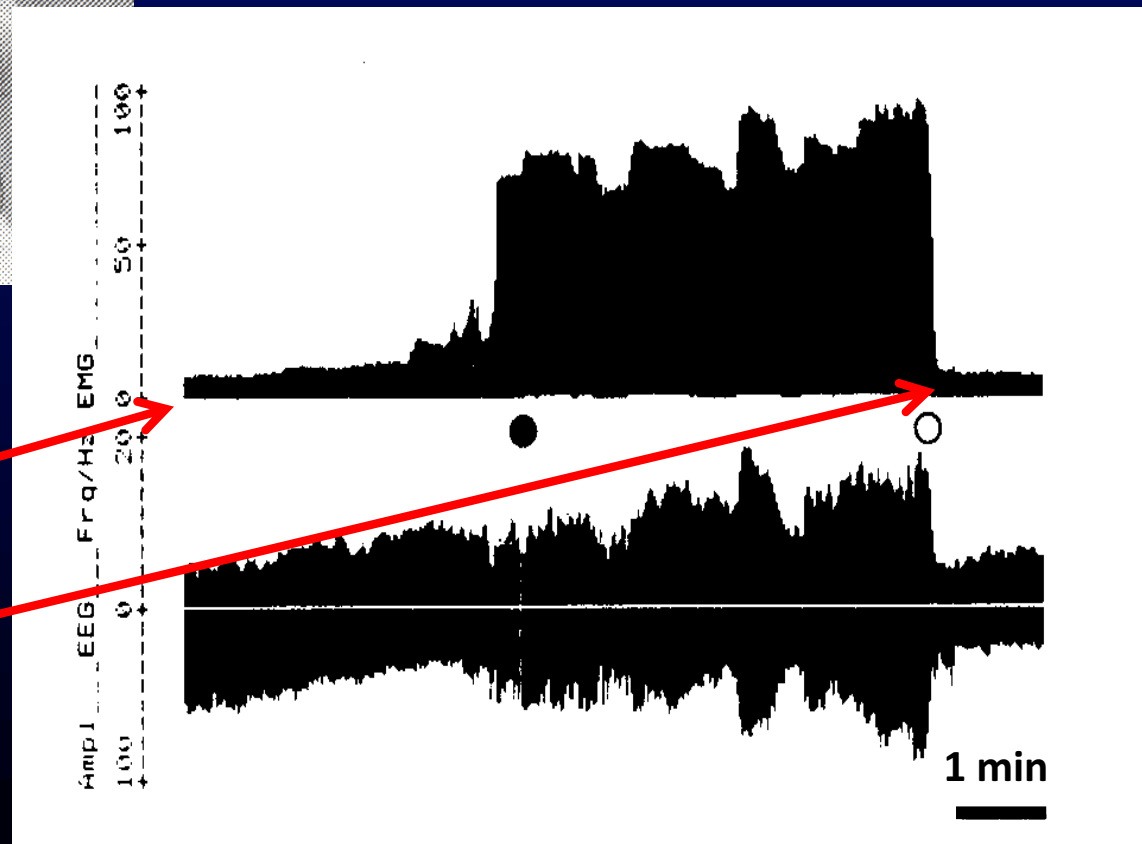
- Ystävällinen vai vihollinen ?



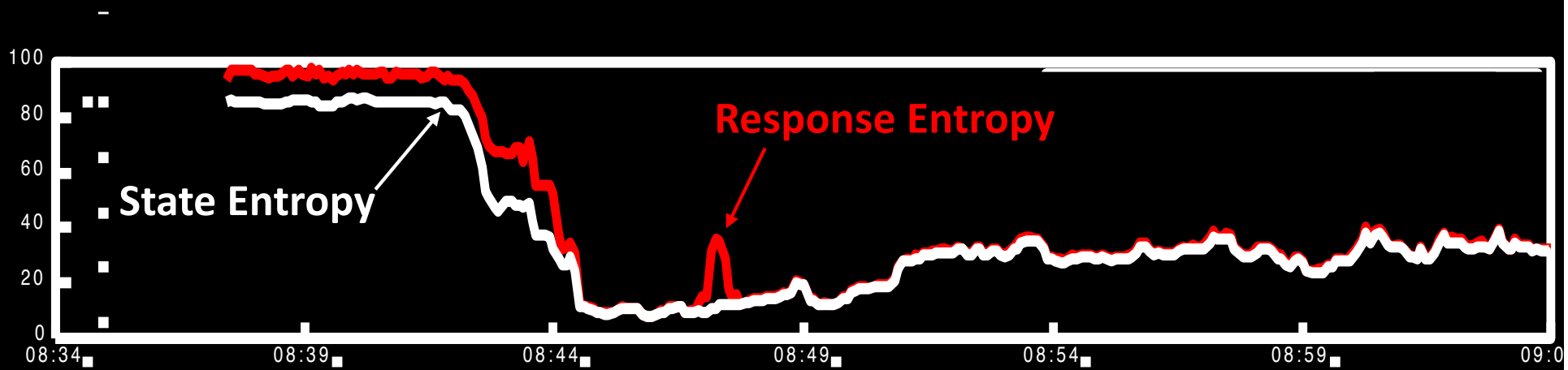
Isofl. loppui

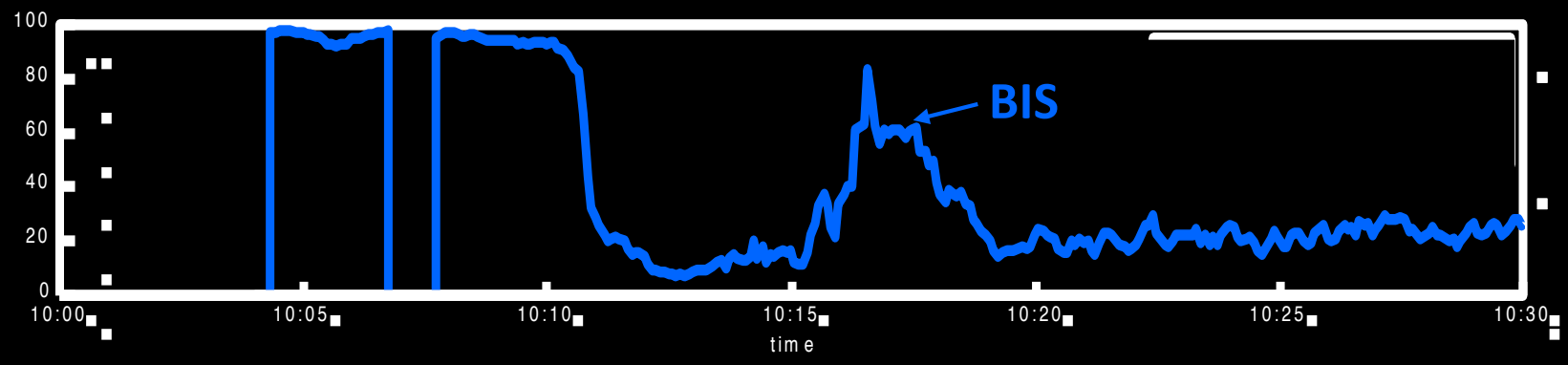
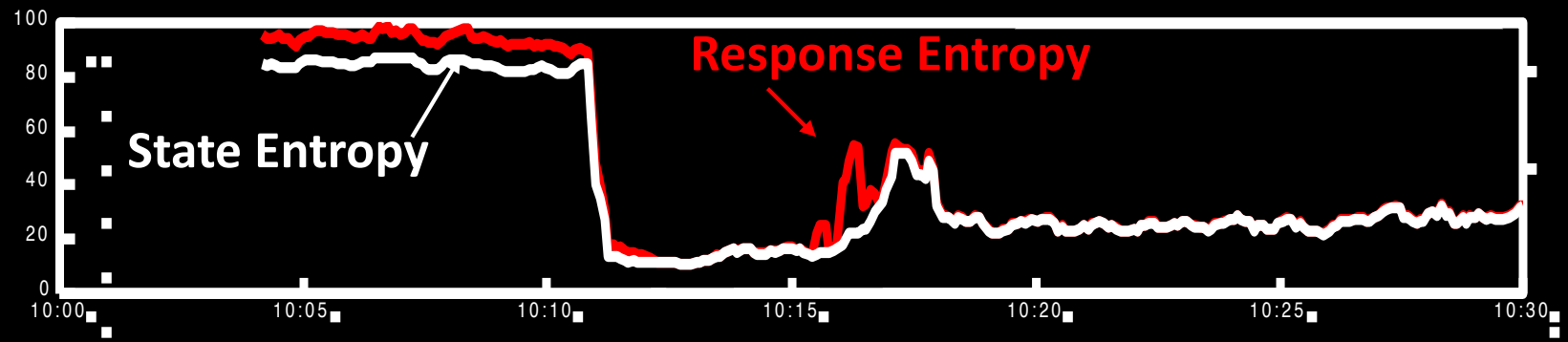
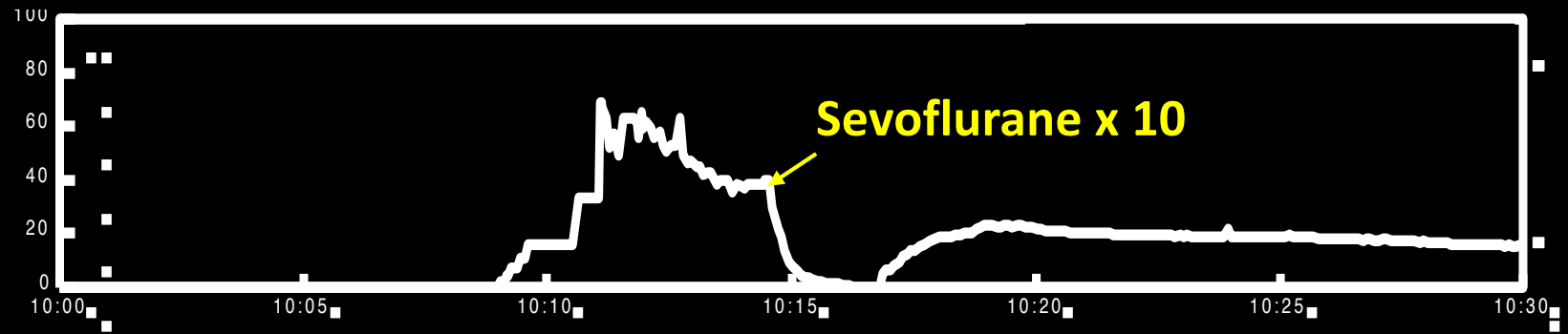
Liikevaste

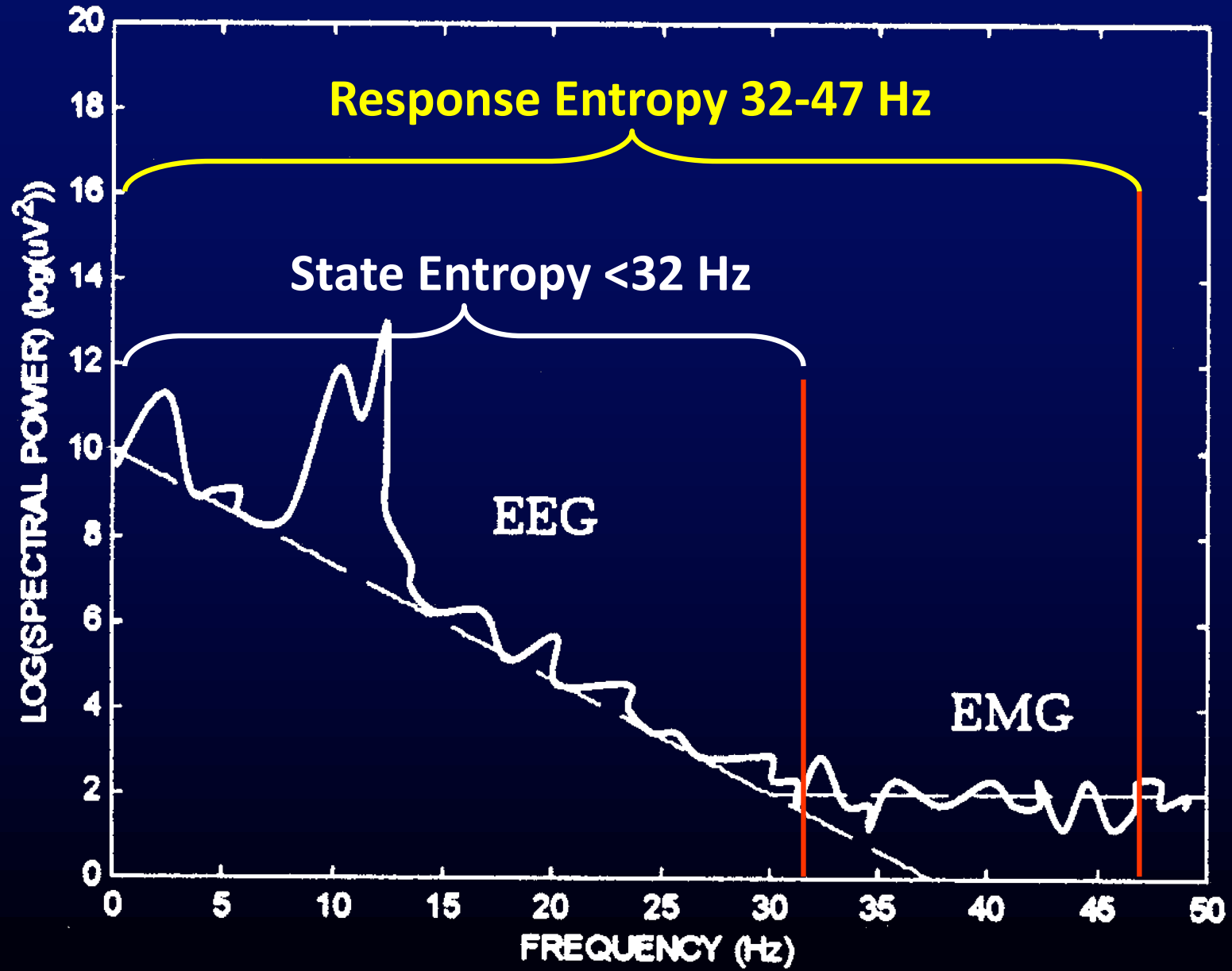
→ propofoli

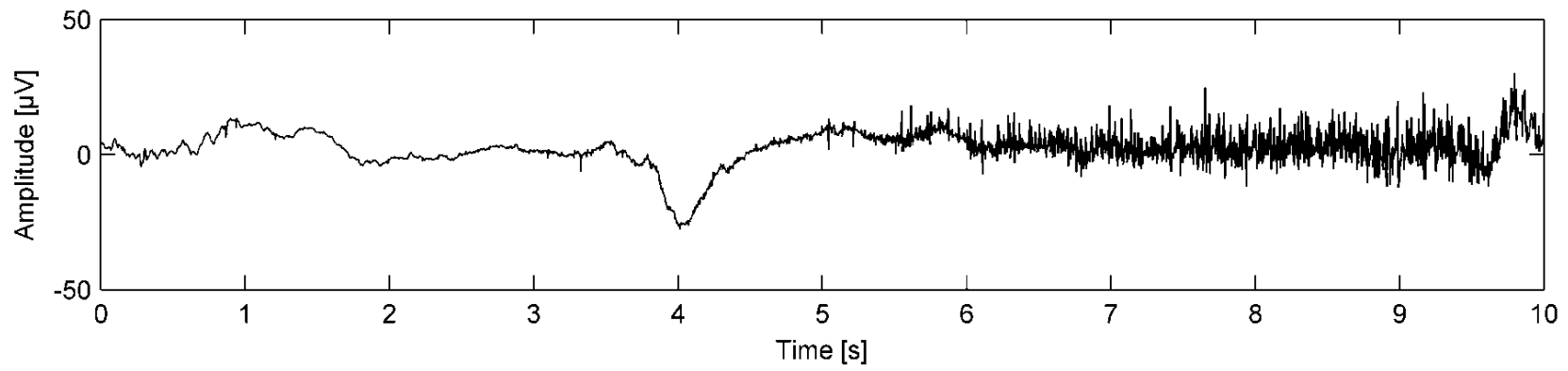


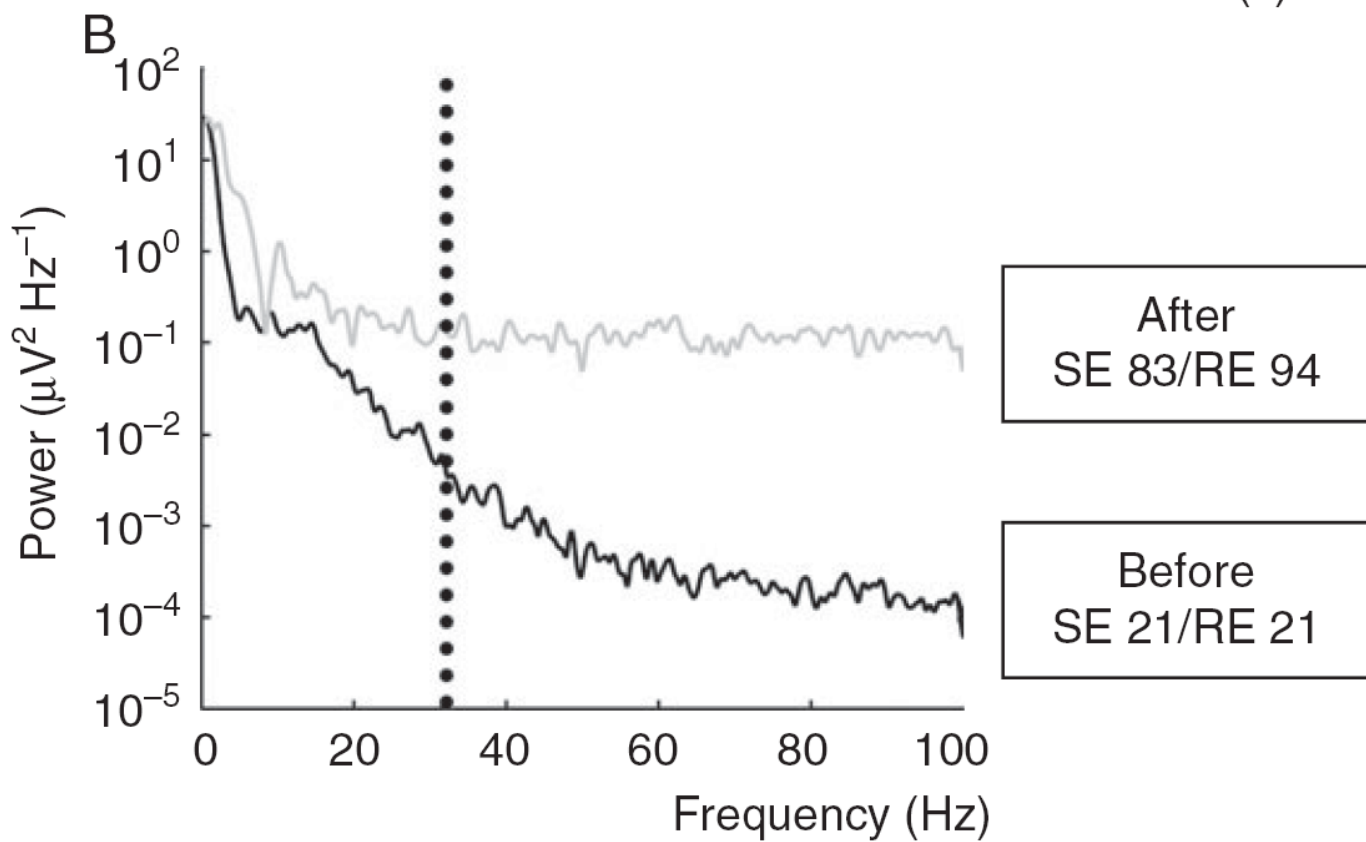
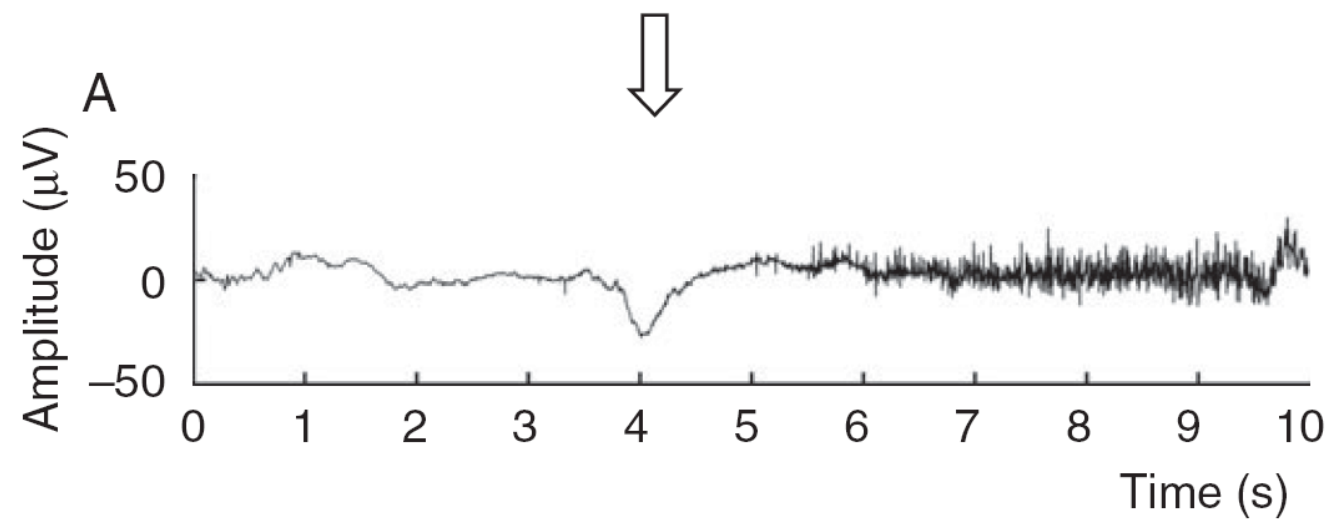
(Tammisto T & Toikka O; Paloheimo M et al.)

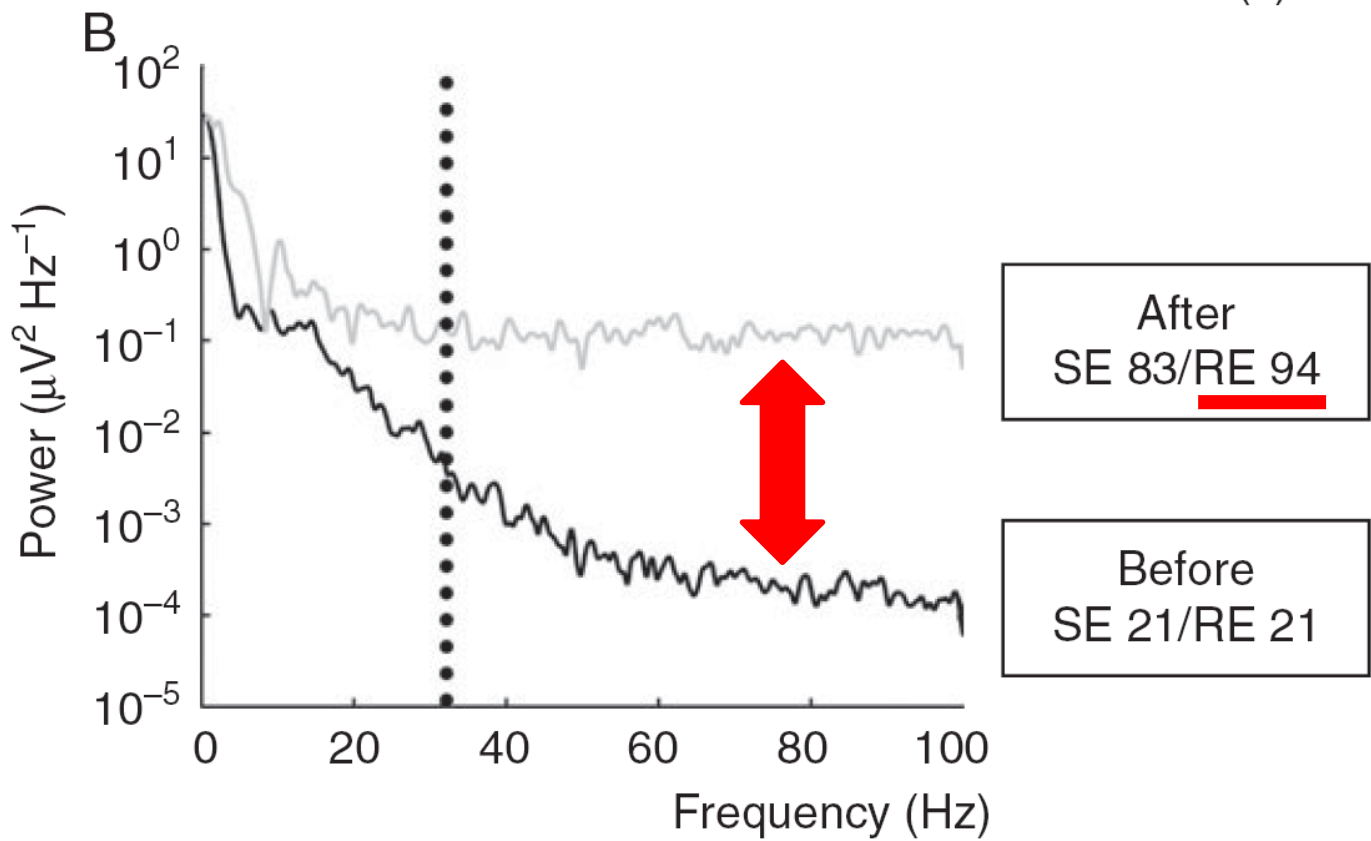
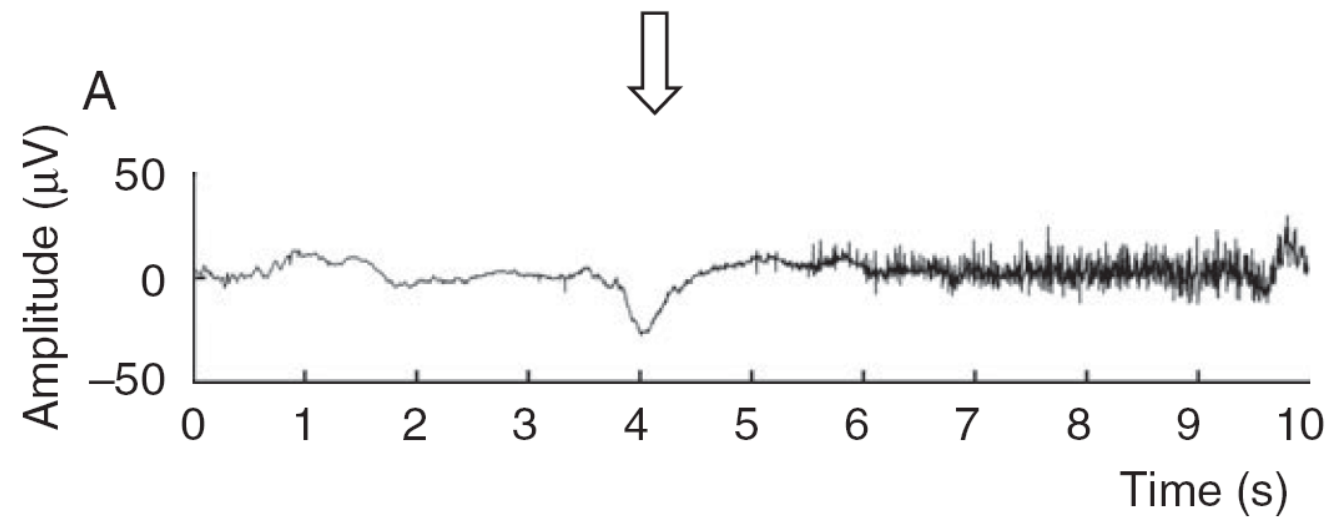


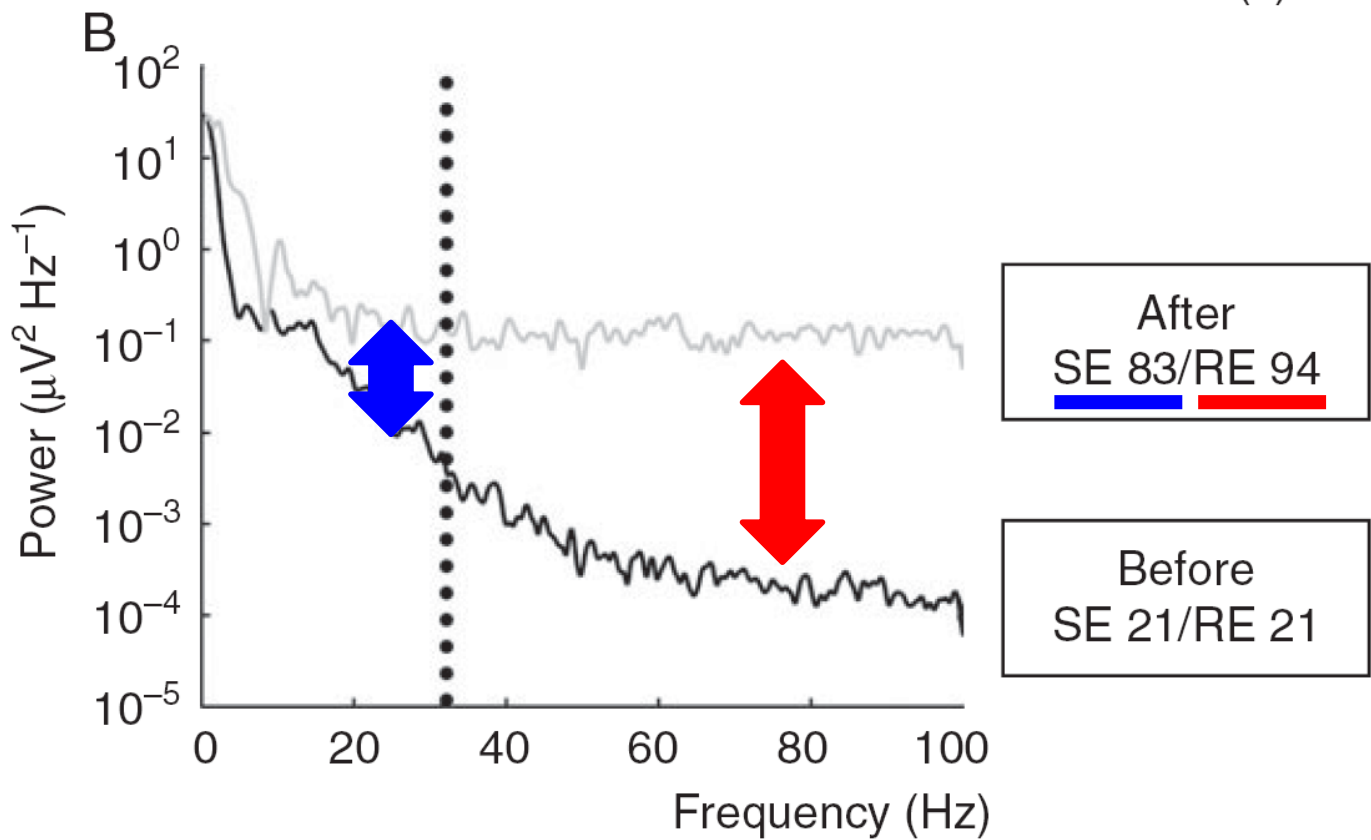
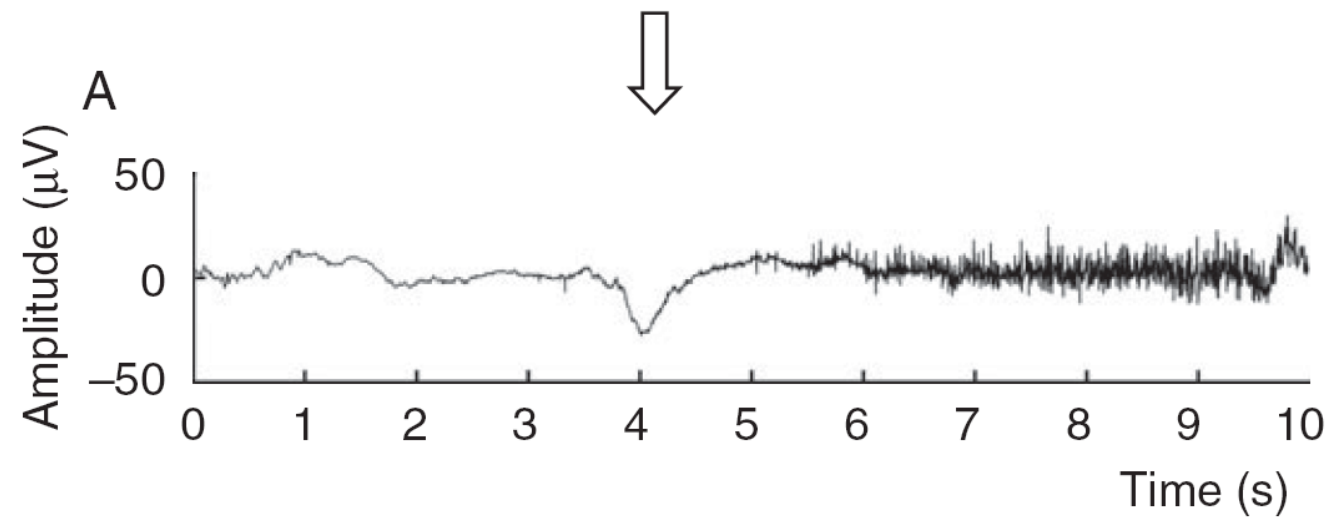


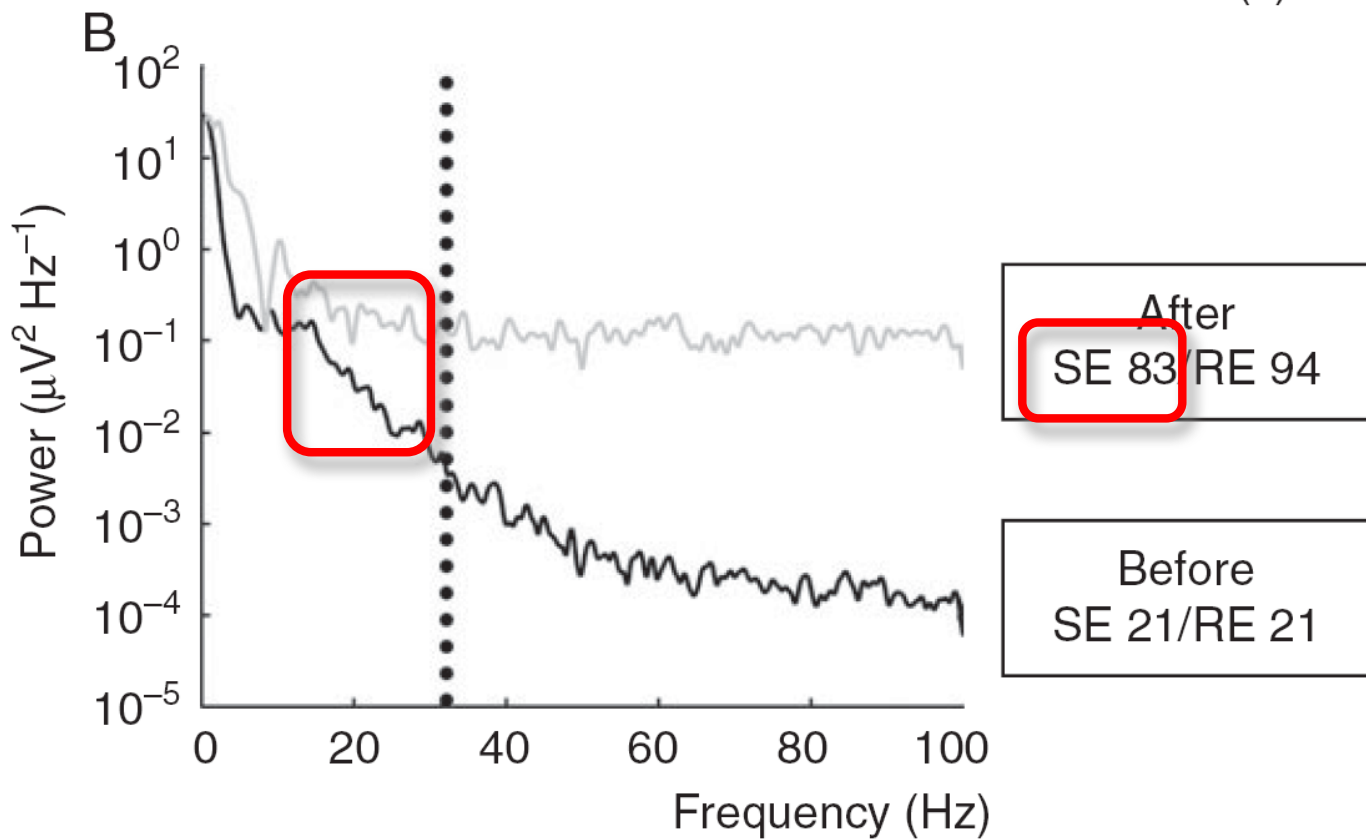
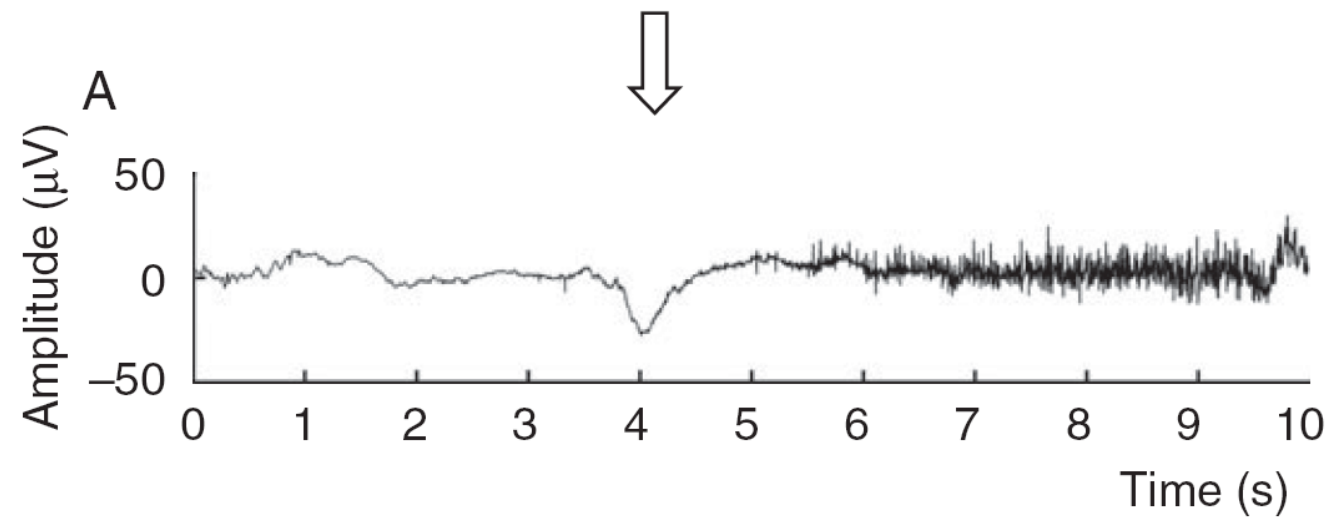




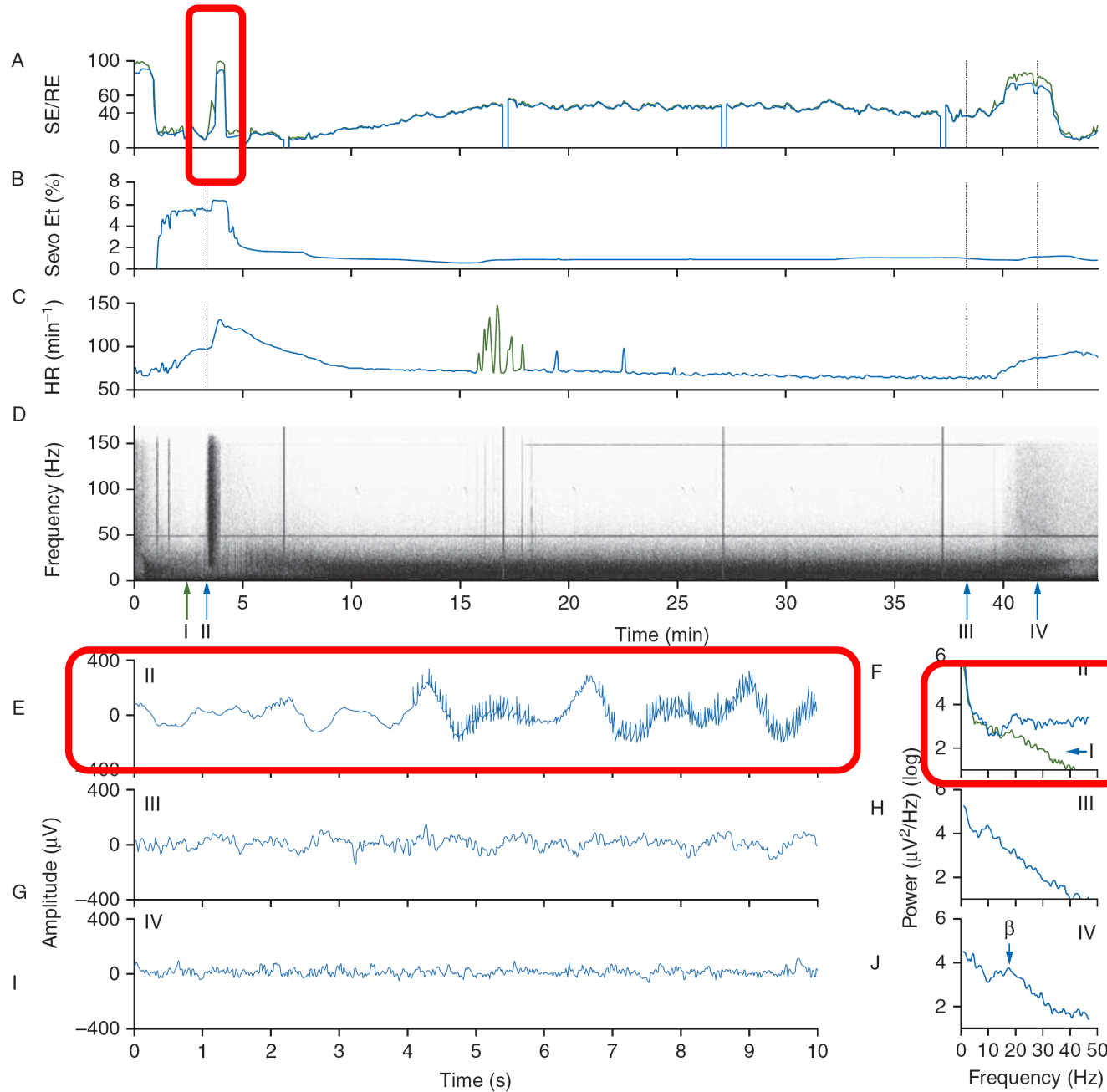




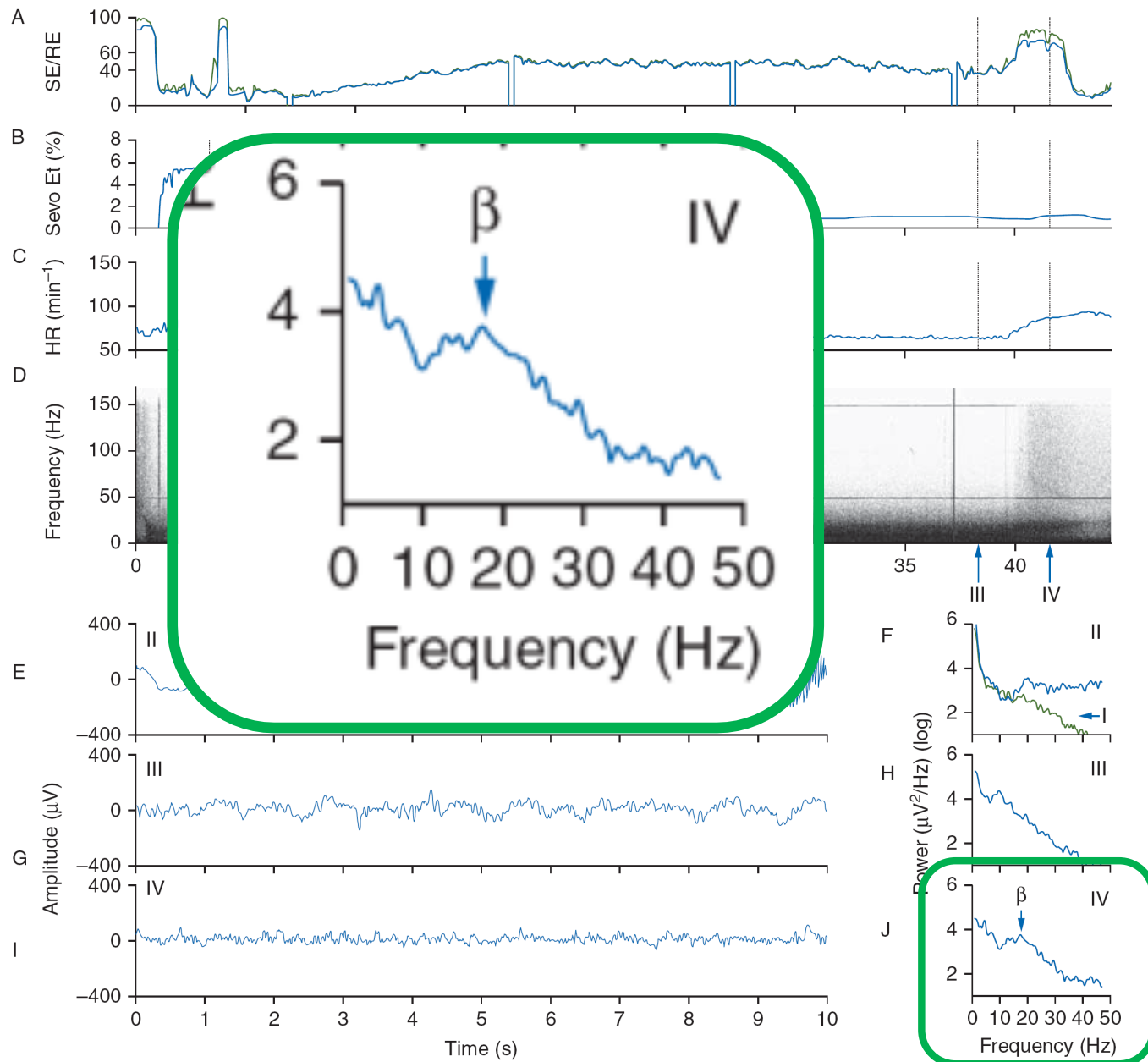




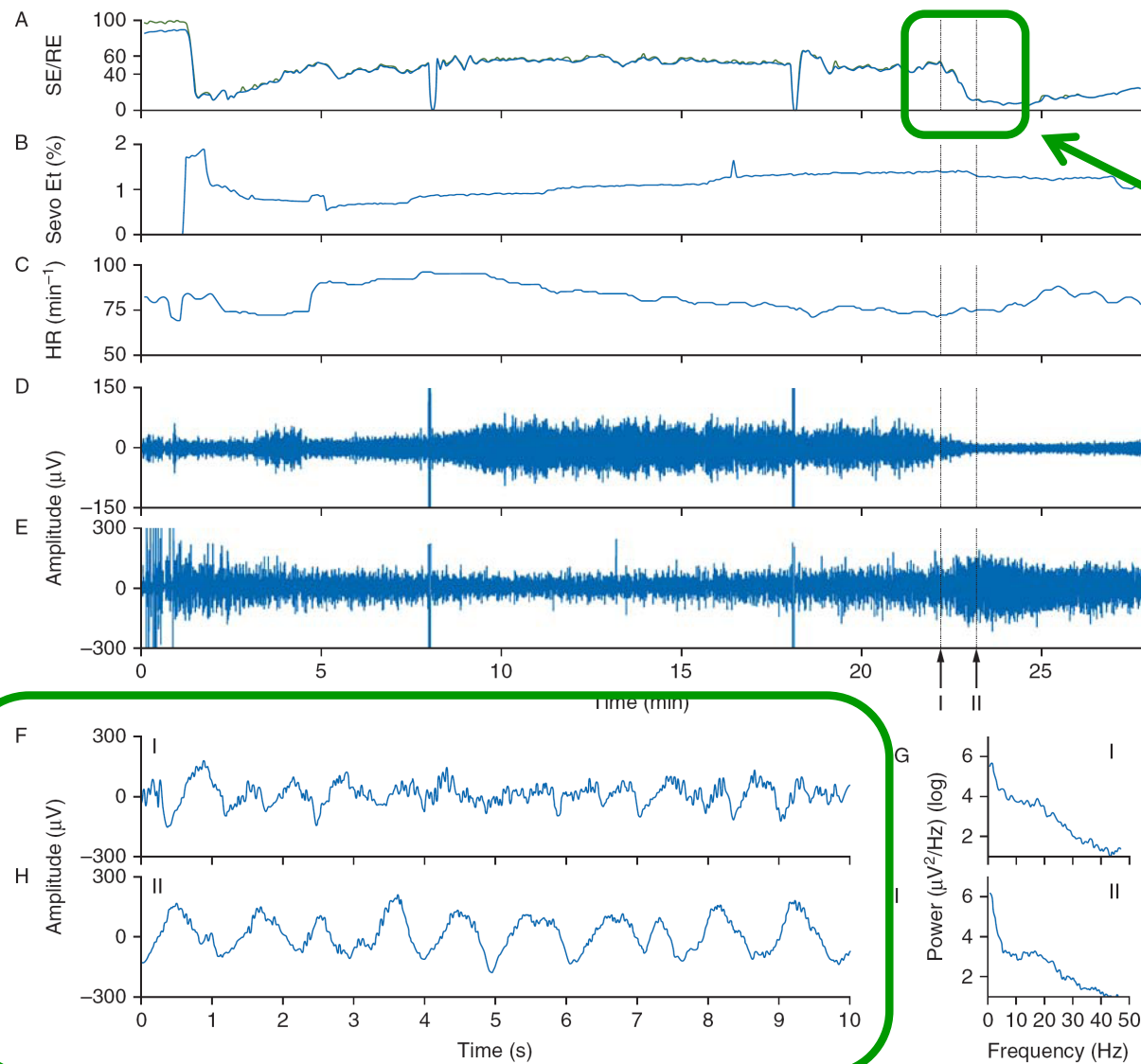
EMG → arousal



EEG beta arousal



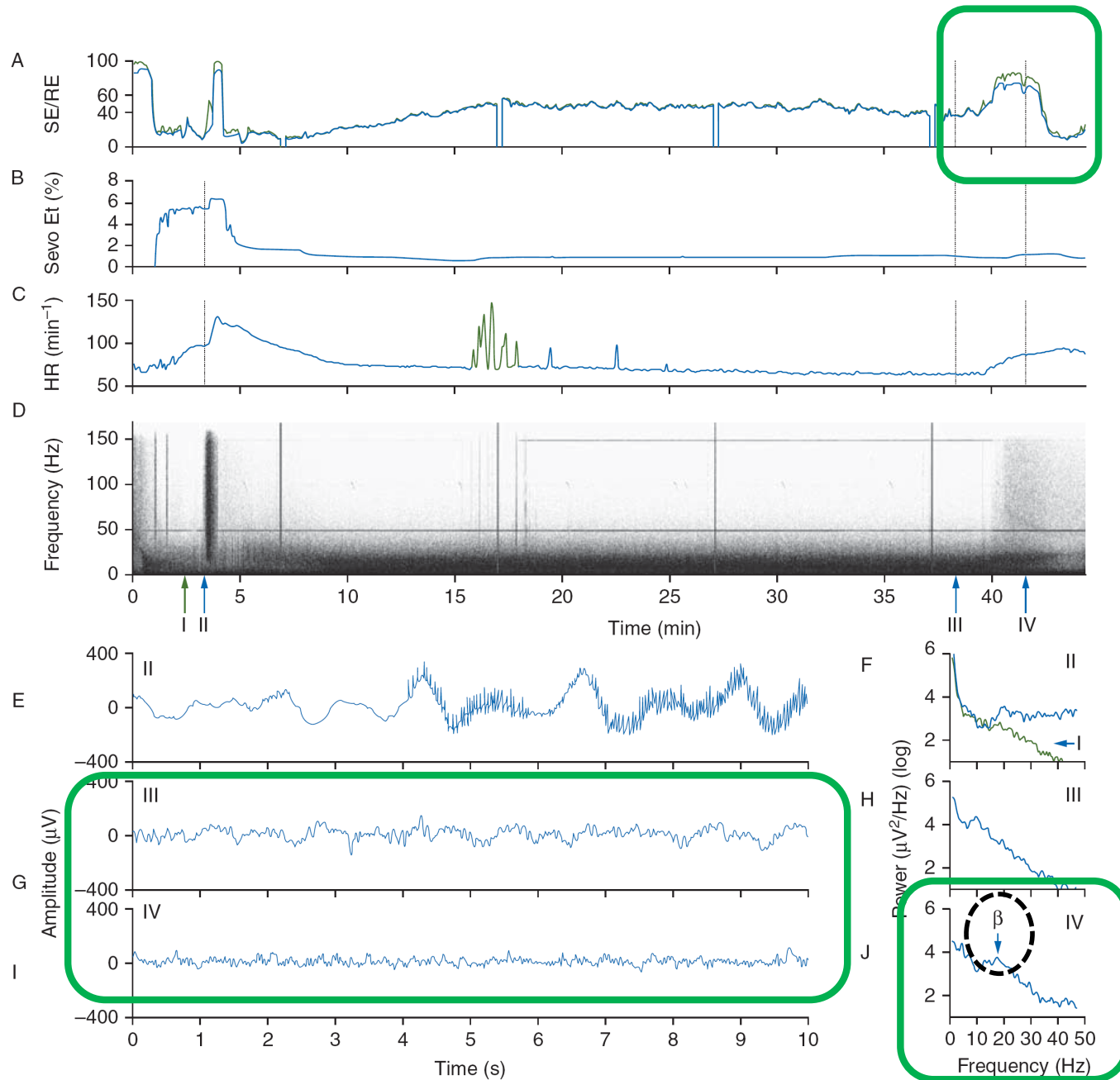
EEG delta arousal



Nosiseptiivinen stimulus (10%)

Fig 2 The whole study period in one patient anaesthetized with sevoflurane–N₂O–rocuronium. (A) The numerical values of SE and RE. (B) The end-tidal sevoflurane concentration. (C) Heart rate. (D) Band-pass-filtered EEG 8–13 Hz (α activity); plotted strongly compressed to demonstrate amplitude changes. (E) Band-pass-filtered EEG 0.5–4 Hz, i.e. δ activity. (F and G) A 10 s sample of the original biosignal and the respective power spectrum; plotted from a time point I (before skin incision). (H and I) A 10 s sample of the original biosignal and power spectrum from the time point II (after skin incision).

EEG beta arousal

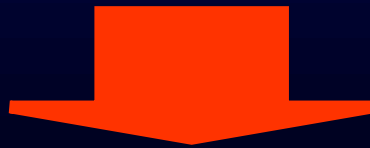
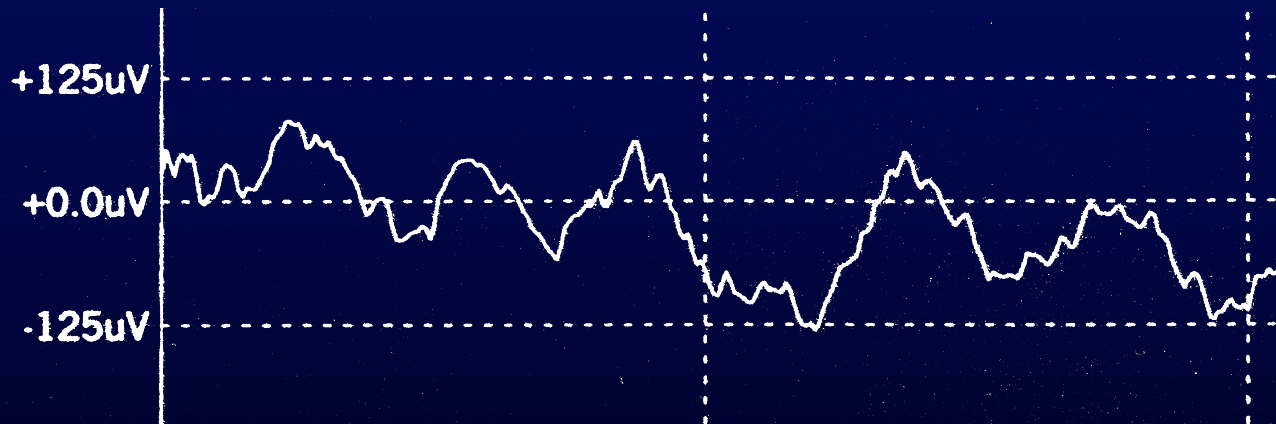
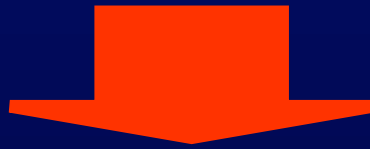


Anestesia-syvyyssmittauksen "virhelähteet":

1. Riittämätön analgesia

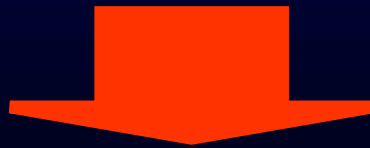
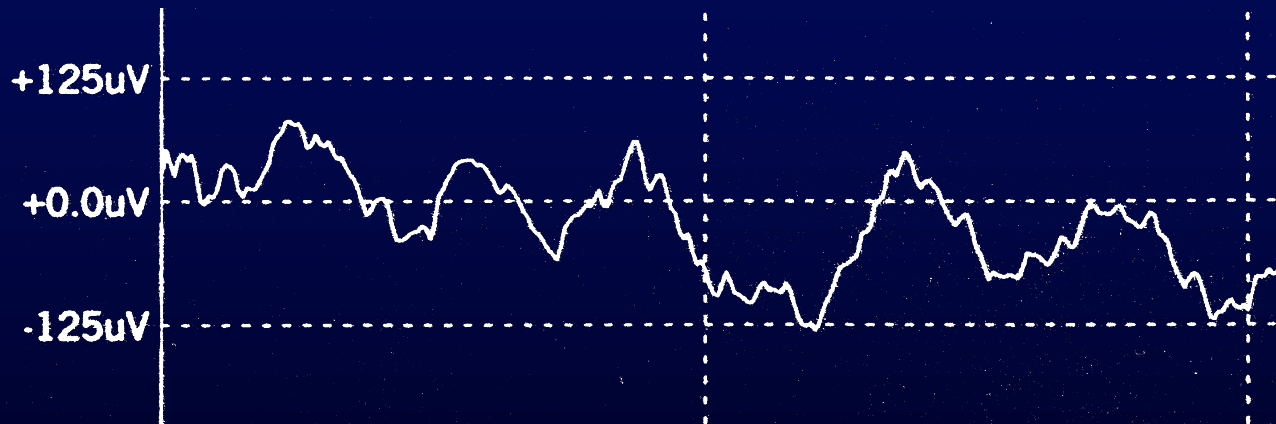
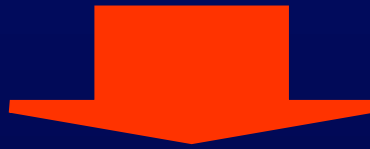
- Lihasta toiminta (EMG)
- Delta-arousal (10% potilaista inhalaatioanestesiassa)

Nukutusaine



42

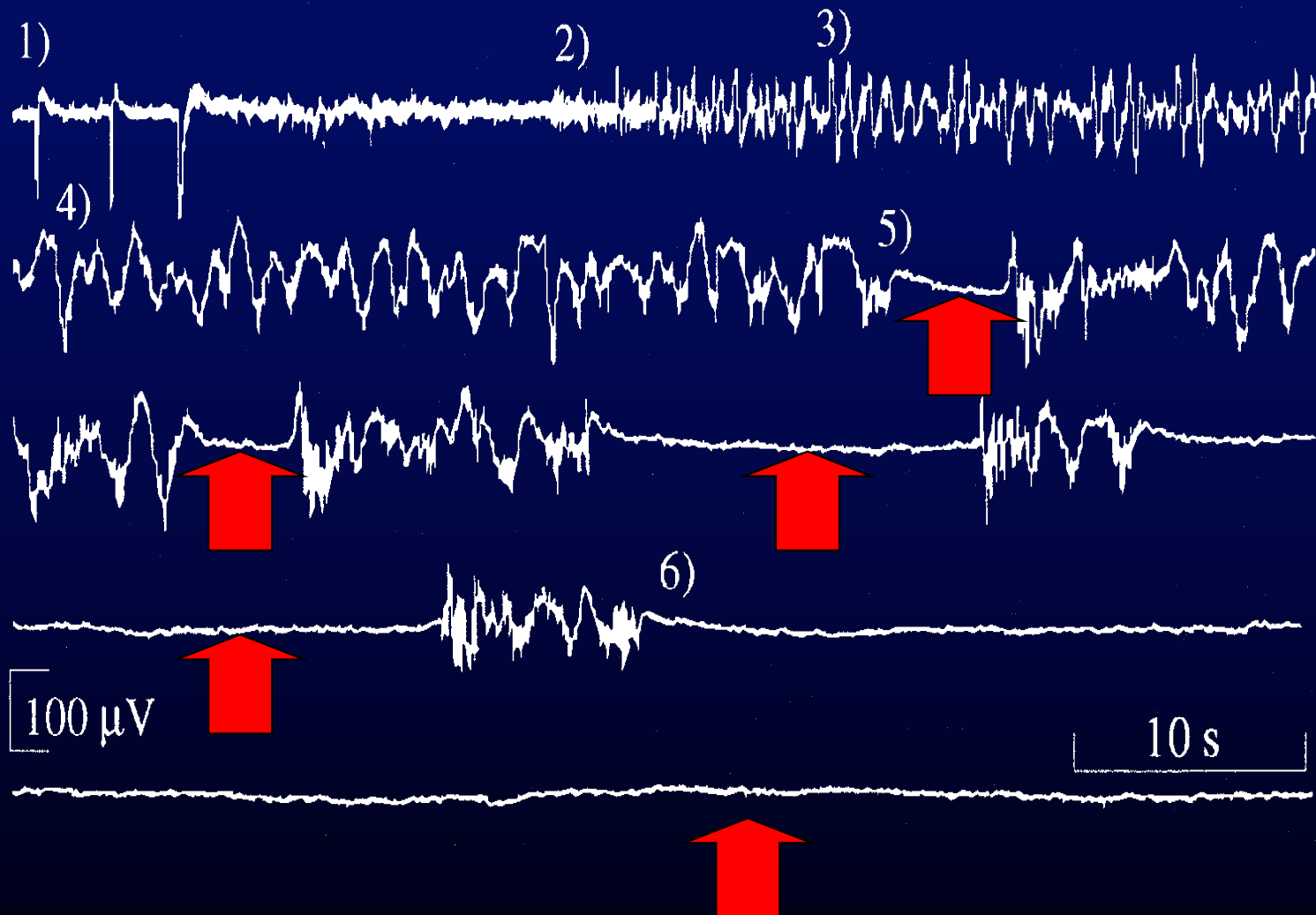
~~Nukunone~~



42

Anestesiaisyvyysmittauksen "virhelähteet":

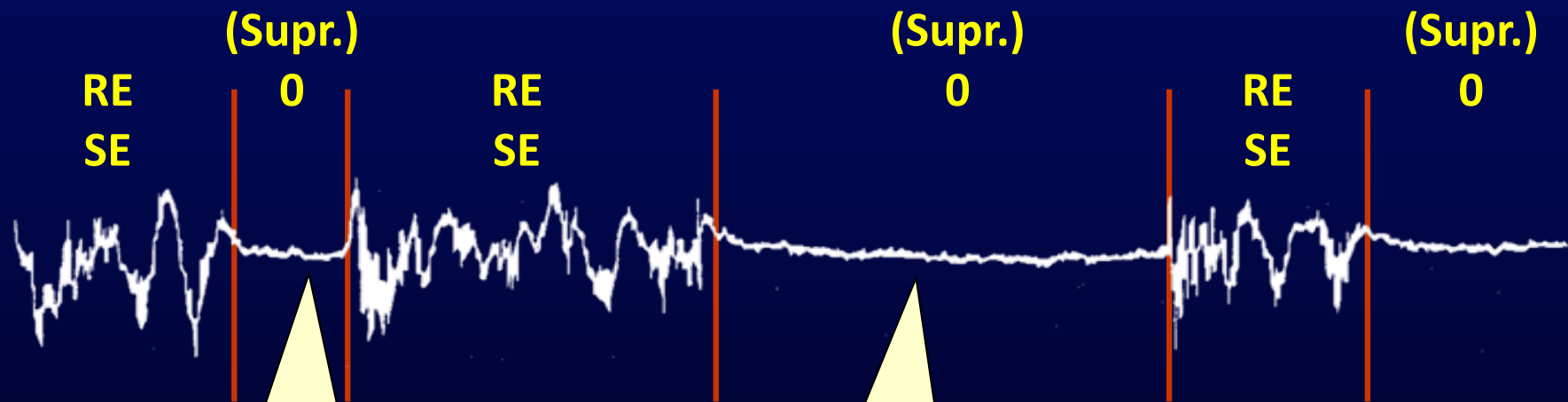
1. Riittämätön analgesia
2. Indeksilaskenta ei tunnista EEG-vaimentumaa (suppressio)



Vaimentuma (suppressio)

EEG-vaimentuman tunnistus Entropy-laskennassa

(Särkelä M et al.: J Clin Monit Comput 2002:17:125-134)



Tunnistus epäonnistuu → RE lähestyy lukua 100 (joskus propofolia käytettäessä)

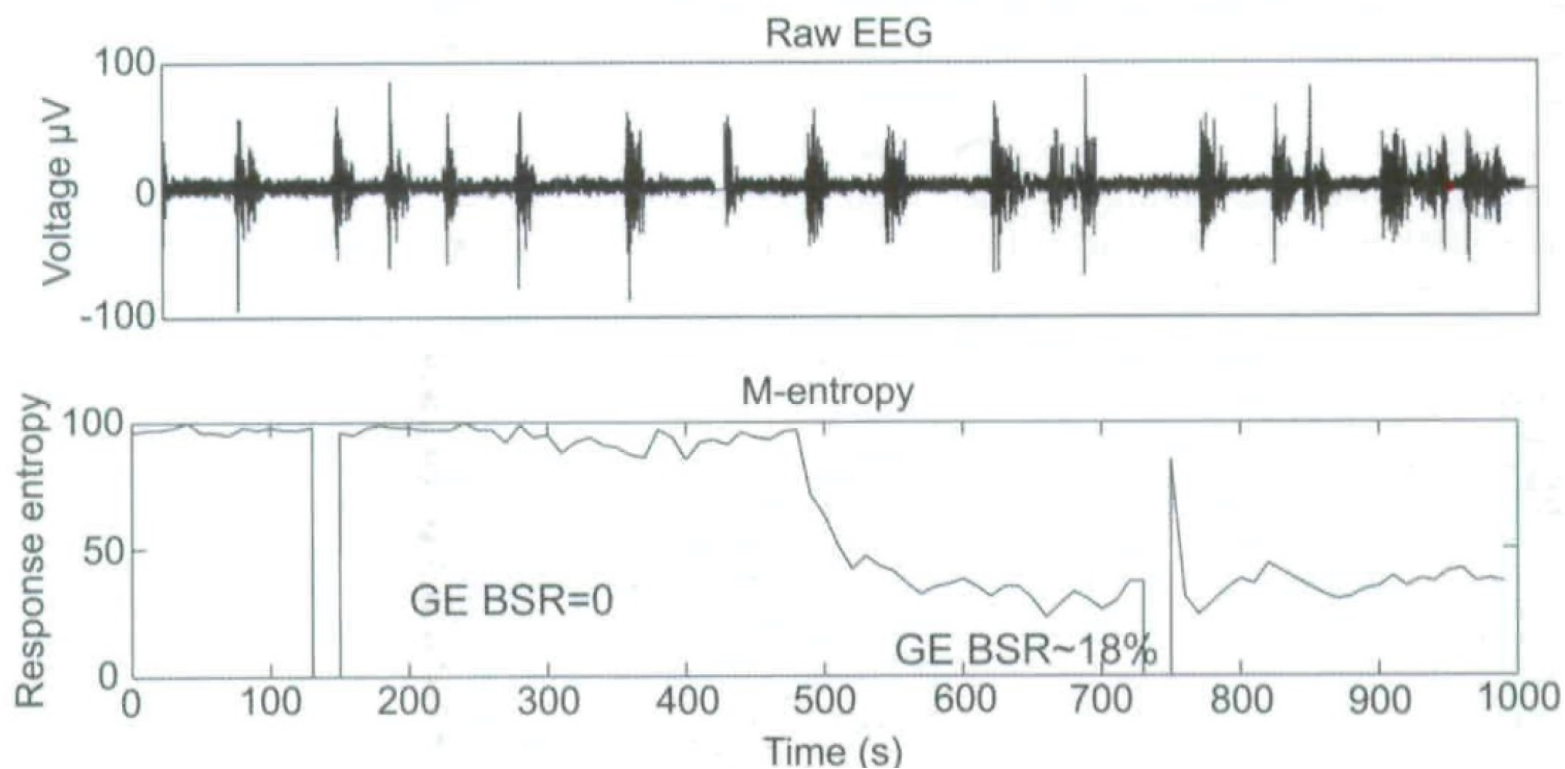
EI "isoelektrinen" vaan lähellä valkoista kohinaa → entropiasisältö korkea

Case Reports

A failure of M-Entropy™ to correctly detect burst suppression leading to sevoflurane overdose

S. M. HART*, C. R. BUCHANNAN†, J. W. SLEIGH‡

Department of Anaesthetics, Waikato Hospital, Hamilton, Waikato, New Zealand

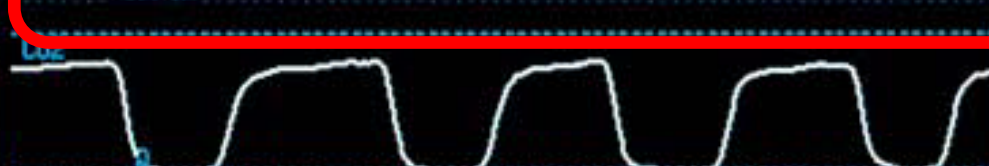
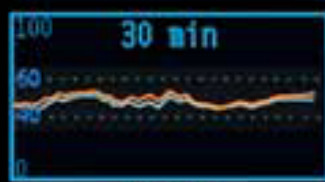
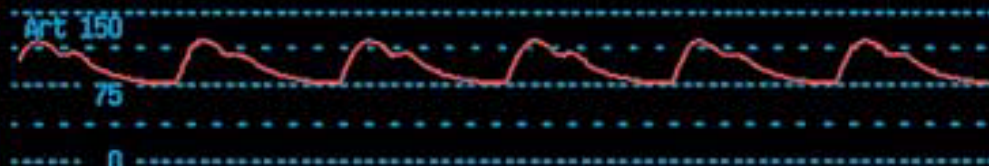
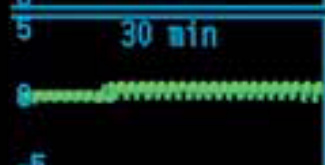
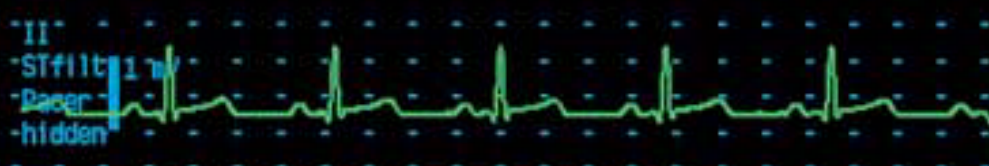


Anestesiaisyvyysmittauksen "virhelähteet":

1. Riittämätön analgesia
2. Indeksilaskenta ei tunnista EEG-
vaimentumaa (suppressio)
 - Erityisesti ongelmana Entropy-
monitoroinnin yhteydessä
 - Indeksiarvo lähes sata vaikka
nukutusainepitoisuudet erittäin korkeat

MEDICAL

4:36p



ECG 40..160 Art

HR **80** /min **80** /min

ST II 0.5 V4
V5 0.7 0.8
aVL 0.1

SPO2 % 90..OFF **94**

Art mmHg Sys 80..180 **121/81**
(97)

Entr RE **49**
SE **48**

CO2 ET **40** FI **0.0**
RR **14** /min

T1+T2

°C Surf:

Surf **37.0** T2-T1
Skin **35.0** -2.0

NIBP

mmHg Sys Dia
131/79
Mean (98) 13 min ago

NMT

TOF% Count **38**
4
0 20 sec

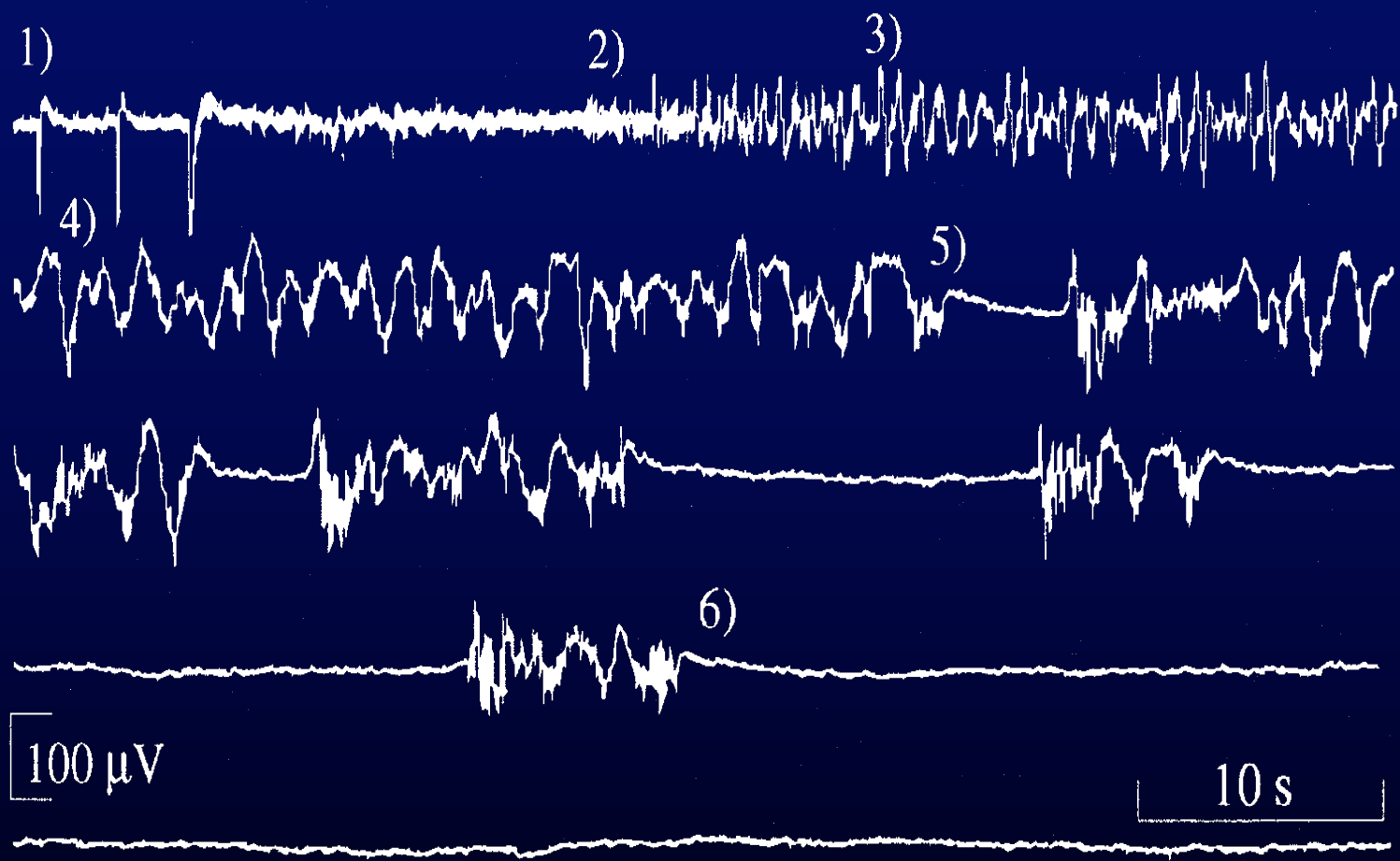
T1% 95

Gases

% O2 N2O Sev
ET **30** **62** **1.7**
FI **35** **63** **1.8**

Anestesiaisyvyysmittauksen "virhelähteet":

1. Riittämätön analgesia
2. Indeksilaskenta ei tunnista EEG-
vaimentumaa (suppressio)
 - Opi seuraamaan EEG-käyrää, ei pelkkiä numeroita !!



EEG-käyrän piirteiden seuraaminen on
oleellisen tärkeä osa unen syvyyden
arviointia

Anestesiaisyvyysmittauksen ”virhelähteet”:

1. Riittämätön analgesia
2. Indeksilaskenta ei tunnista EEG-vaimentumaa (suppressio)
3. Väärä lääkevalinta

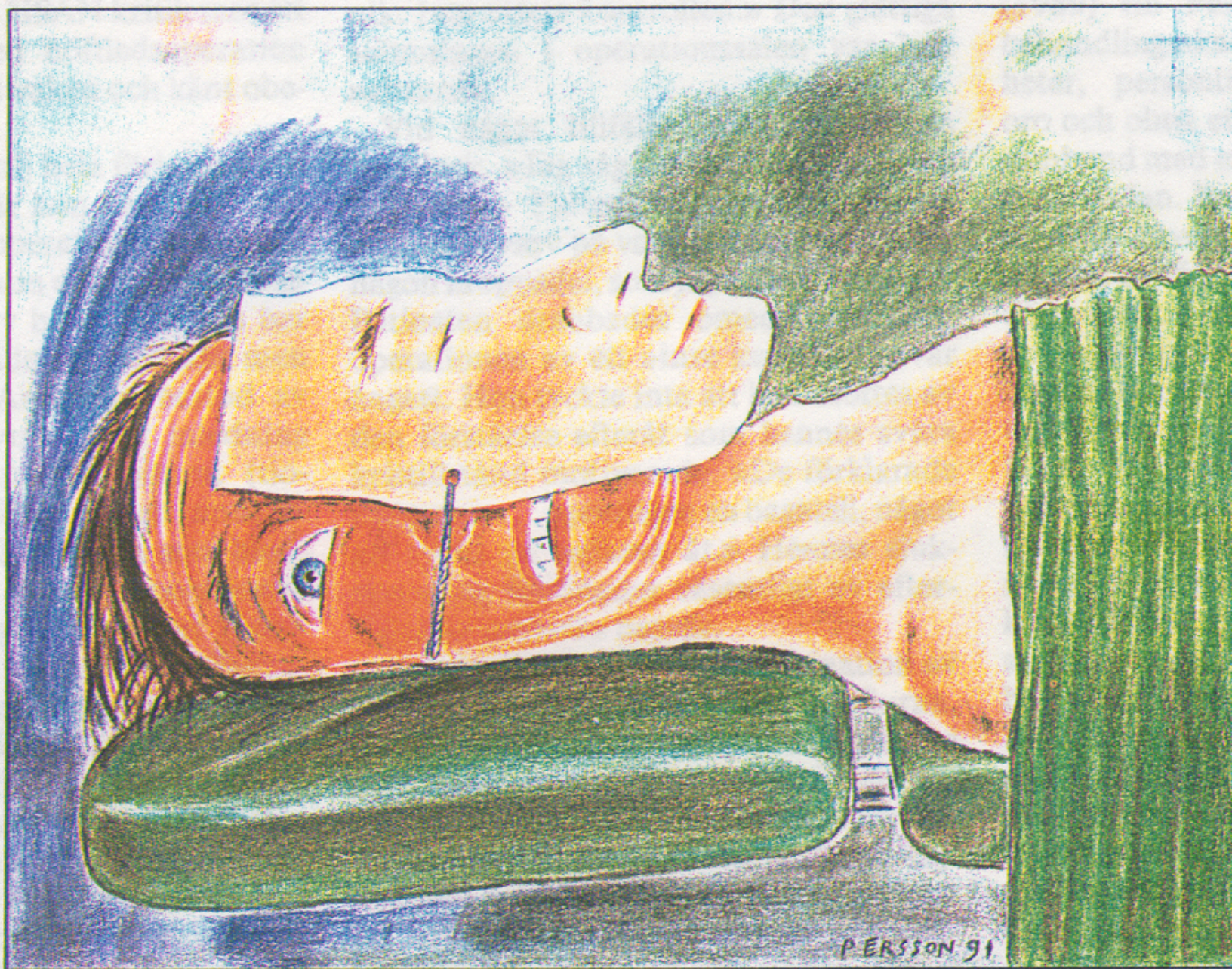
Väärä lääkevalinta

- Pelkkä ilokaasu (esim. 70% N₂O : O₂)
 - Indeksi ei laske vaikka potilas menettää tajuntansa
- Ketamiini
 - Epäluotettavat indeksilukemat
- Erittäin isot opioidipitoisuudet
 - Indeksi matala vaikka potilas tajuissaan

Anestesia- ja syvyyssmittarin antaman informaation tulkinta:

- pidä lukuarvo <60 niin hereilläolon todennäköisyys pienenee
- käytä ”oikeita” (GABAergisiä) nukutusaineita: propofoli, sevofluraani...
- opettele lukemaan EEG-käyrää ja opi tunnistamaan (ainakin) EEG-vaimentuma

**Hereillä olon välttämisestä
EEG-indeksejä käyttämällä**



Med muskelrelaxerande medel är det möjligt att hålla en patient fullständigt stilla (förlämad!) på operationsbordet utan anestesi.

Illustration: Lasse Persson

Ns. isot tutkimukset pähkinäkuoressa

- Myles PS ym: Lancet 2004;363:1757–63
 - suuren riskin potilaat
 - otoskoko 2463 potilasta, satunnaistaminen BIS-monitorointiin tai kontrolliryhmään
 - BIS-monitoroiduilla vähemmän hereillä oloa: 2 vs. 11 hereillä oloa (P=0.022)
 - NNT 138 potilasta; vältetyn hereillä olon hinta = 138 * BIS-sensorin hinta

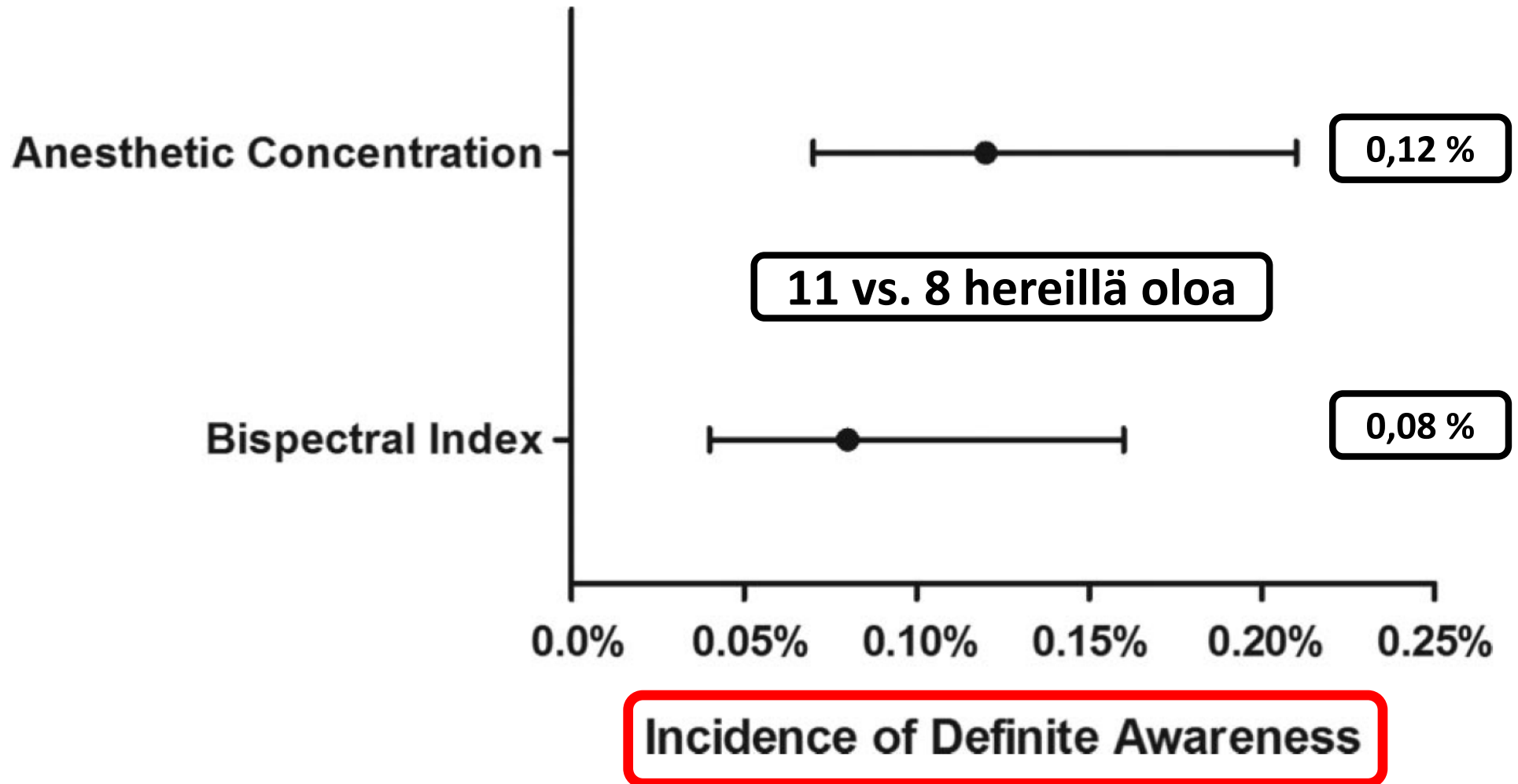
Ns. isot tutkimukset pähkinäkuoressa

- Avidan MS ym: N Engl J Med 2008;358:1097–108
 - normiriskin potilaat, n=2000
 - BIS 40-60 (äänihälytys) vs. inhalaatioanestesia 0,7 – 1,3
MAC (äänihälytys)
 - Hereillä oloja 2 vs. 2 potilaalla
- Avidan MS ym: N Engl J Med 2011;365:591–600
 - 6000 korkean riskin potilasta, asetelma kuten yllä
 - hereillä oloja BIS-monitoroidussa ryhmässä 7 potilaalla, kontrolliryhmässä 2 potilaalla (ns.)

Ns. isot tutkimukset pähkinäkuoressa

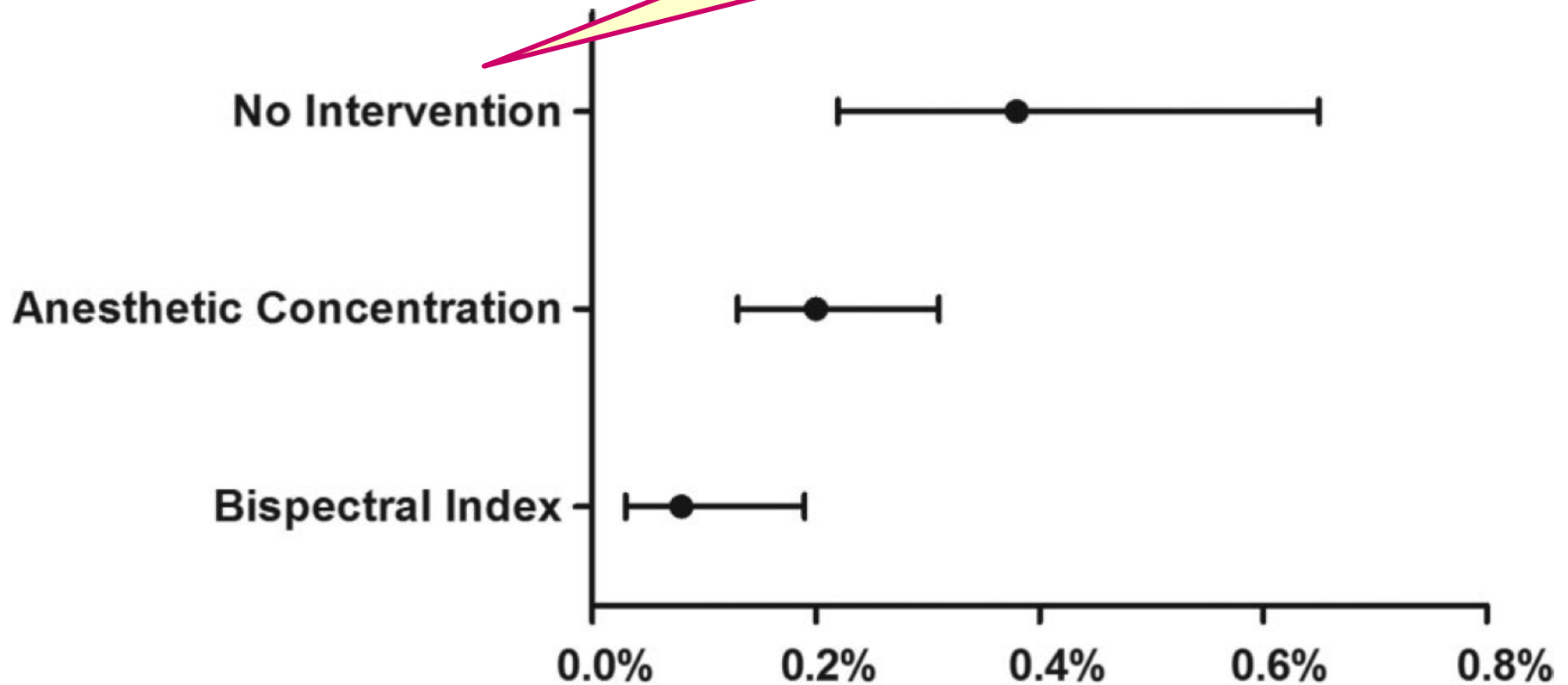
- Mashour GA ym: Anesthesiology 2012;117:717–25
 - valikoimaton aineisto, n=21601
 - satunnaistaminen: BIS <60 (äänihälytys)
vs. inhalaatioanestesia >0,5 MAC (äänihälytys)
 - intention to treat: tulokset analysoidaan siten, että potilas edustaa sitä ryhmää, johon hänet on satunnaistettu, vaikka rekisteröinti/hoito epäonnistuisi
 - hereillä oloja BIS-ryhmässä 8/9460 potilasta ja MAC-ryhmässä 11/9376 potilasta (ns.)
 - epäonnistuneiden BIS-rekisteröintien arviointi erikseen osoitti BIS-monitoroinnin tehon

Intention to treat



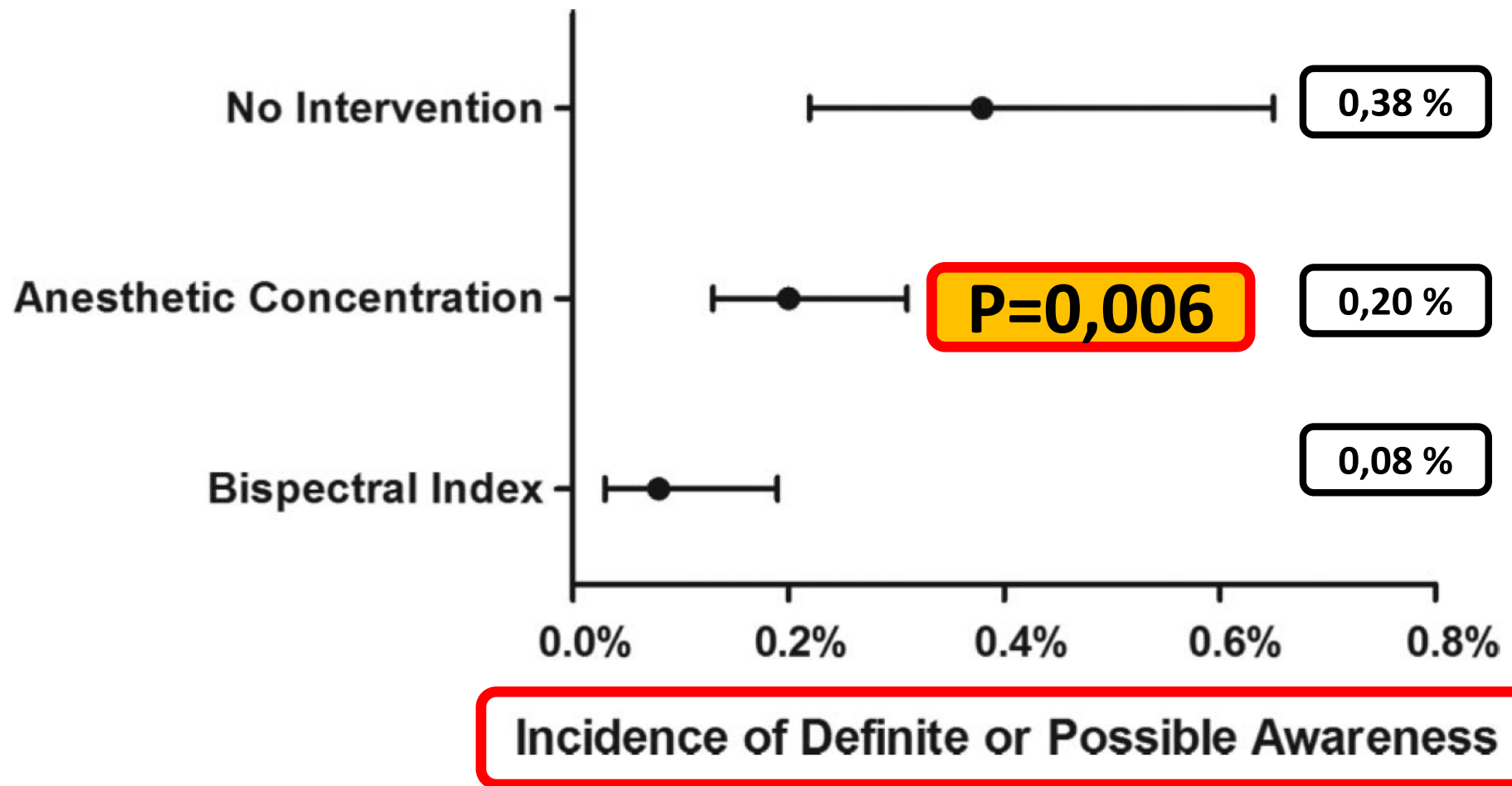
Epäonnistuneet BIS-rekisteröinnit

BIS-monitorointi epäonnistui: anestesioologi ei nähnyt BIS-lukua eikä kuullut MAC-hälytyksiä (n=3384/9460)



Incidence of Definite or Possible Awareness

Epäonnistuneet BIS-rekisteröinnit erotettuina



Yhteenveto

- **BIS-monitorointi liittyy hereillä olon vähenemiseen, kun tuloksia verrataan perinteiseen tapaan antaa anestesiaa**
- **Muutkin anestesiaisyvyyden mittarit toiminevat yhtä hyvin – BIS kuitenkin ainoa, jolla asia osoitettu**
- **Anestesian huolellinen seuranta ja säätö (esim. riittävän höyrypitoisuuden ylläpito koko anestesian ajan) liittyy hereillä olon vähenemiseen**
- **Koska veren propofolipitoisuutta ei voida suoraan mitata, iv-anestesian yhteydessä suositellaan EEG-monitorointia**

Take home -viestit

- Parasta on välttää kikkailua ja nukuttaa potilas tavalliseen tapaan, tavallisilla nukutusaineilla
- Anestesiaindeksi ei kerro tajuttomuudesta vaan lääkevaikutuksesta, joskus jopa ulkoisesta häiriöstä
- Mitä paremmin tuntee käyttämänsä monitoroinnin piirteet, sen parempia anestasioita pystyy antamaan – pätee myös/varsinkin EEG-monitorointiin!
- Sekä EEG-indeksin monitorointi (taso: 40-60) että asiallinen ja jatkuva nukutusaineen anto vähentävät tahattoman hereillä olon riskiä

arvi.yli-hankala@pshp.fi