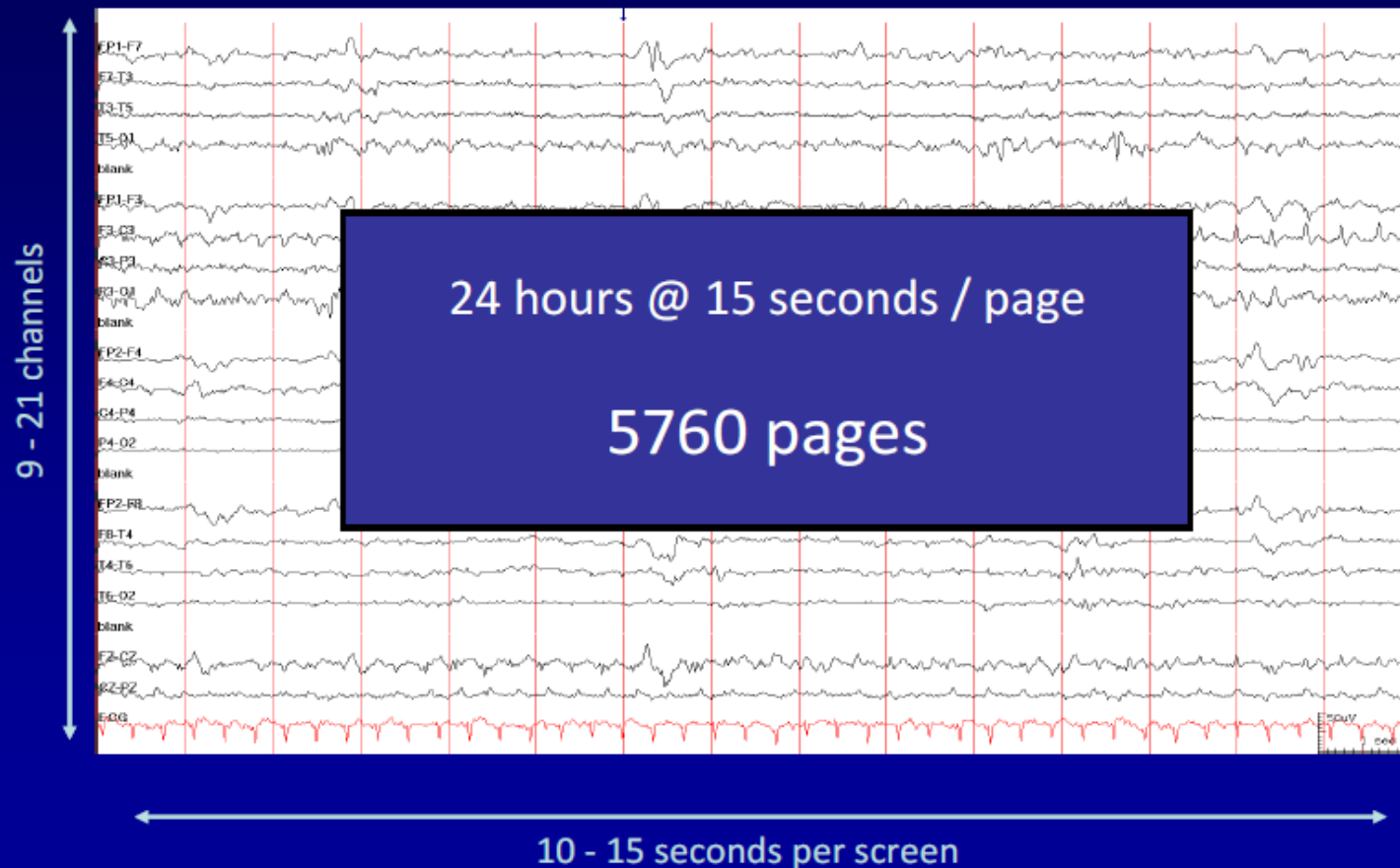


# **Generalidades de EEG cuantitativo**

**1er Taller LA de Monitorizacion de EEGc en UCI  
Habana, 14-15 Noviembre 2016**

# Standard EEG Display



# **Por qué análisis cuantitativo?**

## **Reducción de Datos**

**EEG de 24h genera 8640 página (10seg/pag)**

**Tiempo de revisión: 28 min - 2hr**

**Incrementa la velocidad de revisión del registro**

**Reduce la complejidad de la información**

**Facilita su uso por personal no experto**

**Facilita la identificación de eventos de interés (ej:  
crisis, tendencias difíciles de detectar en el EEG crudo)**

**Permite comparaciones cuantitativos**

# **Por qué análisis cuantitativo?**

## **Reducción de Datos**

**EEG de 24h genera 8640 página (10seg/pag)**

**Tiempo de revisión: 28 min - 2hr**

**Incrementa la velocidad de revisión del registro**

**Reduce la complejidad de la información**

**Facilita su uso por personal no experto**

**Facilita la identificación de eventos de interés (ej:  
crisis, tendencias difíciles de detectar en el EEG crudo)**

**Permite comparaciones cuantitativos**

# Propiedades básicas del EEG sujetas a analisis cuantitativo

- Amplitud
  - Frecuencia
  - Simetria
  - Ritmicidad
  - Continuidad
- 
- Organizacion AP

# Estrategia de procesamiento cuantitativo

Transformacion del EEG crudo en tiempo y/o frecuencia con representacion posterior:

- Compresion temporal (facilita la revision y la evaluacion de la evolucion/tendencias)
- Reduccion del # de canales
- Codificacion por colores (facilita la identificación de cambios)

# Tendencias cuantitativas en EE

## **Dominio Tiempo**

Amplitud

Amplitud Integrada

Envolvente

Indice de Supresion

Indice Estallido-Supresion

## **Dominio Frecuencias**

Densidad Espectral Comprimida

Frecuencia de Borde Espectral

Indice de Simetria Cerebral

Indice de Asimetria

Poder Absoluto/Relativo por bandas

Relaciones (Alfa/Delta, Delta+Theta/Alfa+Beta)

Variabilidad del Alfa

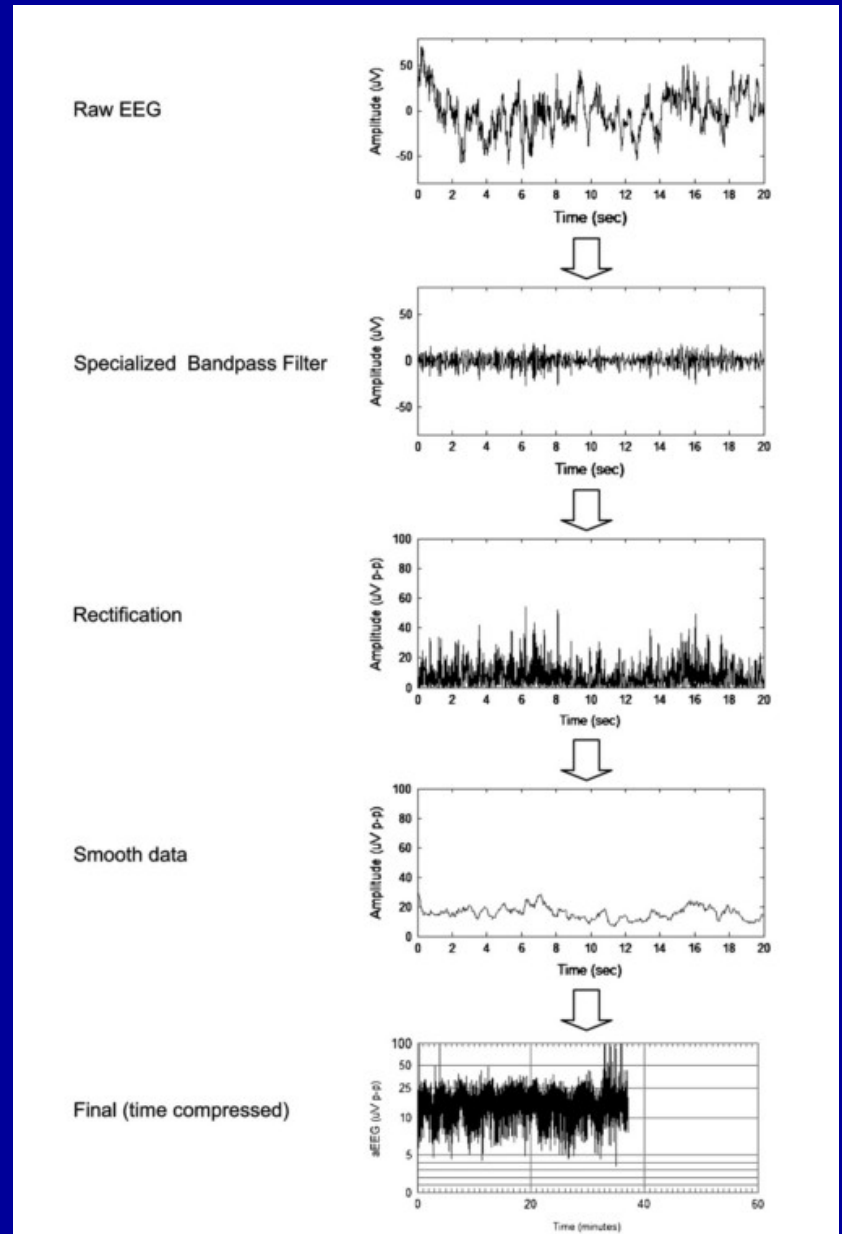
# Analisis en dominio del tiempo

## Amplitud Integrada (aEEG):

introducida por Prior y Maynard en 1960 en el Monitor de Funcion Cerebral (Cerebral Function Monitor, CFM) comenzo a utilizarse en recién nacidos a finales de 1970 inicios de 1980.

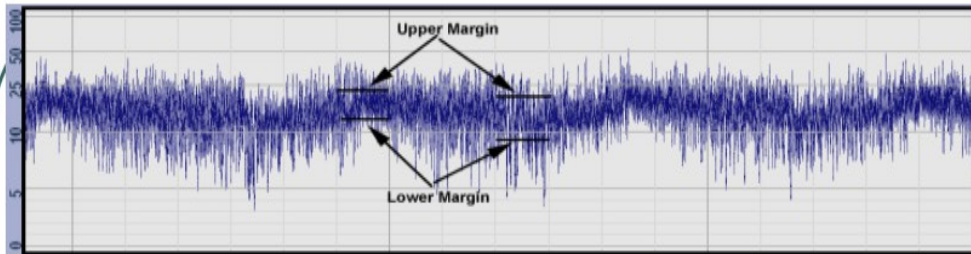
Calculo de la amplitud a partir de la señal de EEG luego filtrar, rectificar, suavizar y plotear comprimido en una escala semi-logarítmica.

La amplitud se grafica lineal entre 0-10  $\mu\text{V}$  y logarítmica por encima de 10  $\mu\text{V}$ .

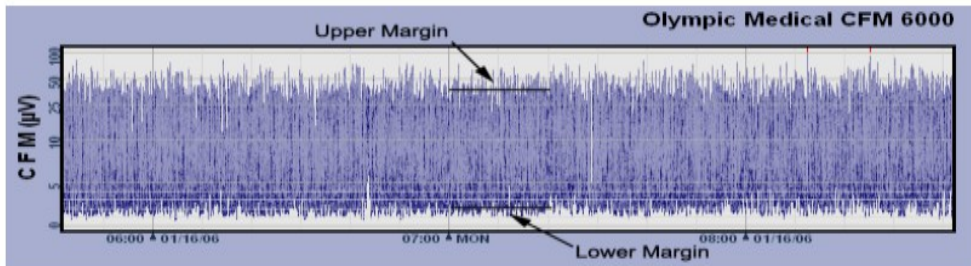




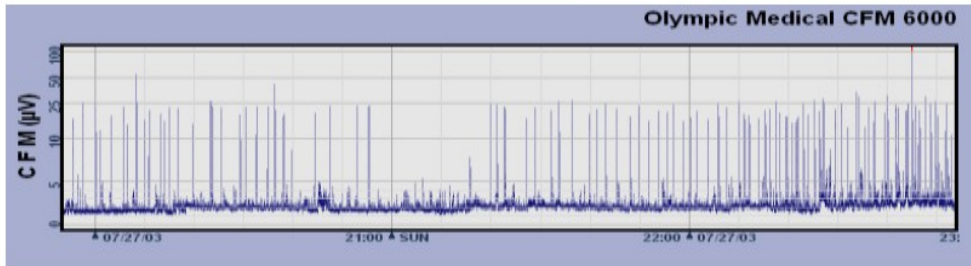
# Trazados tipicos de aEEG



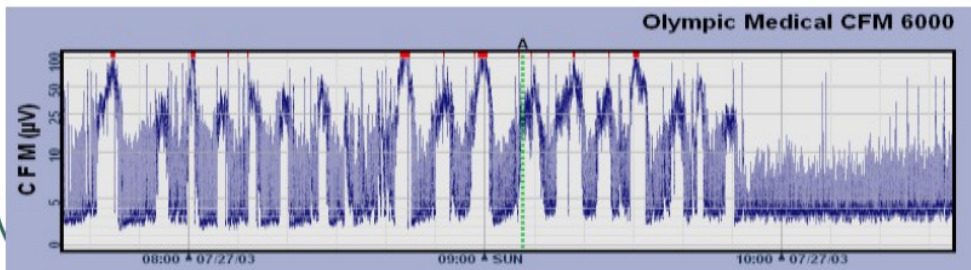
Normal



Anormal moderado



Anormal severo



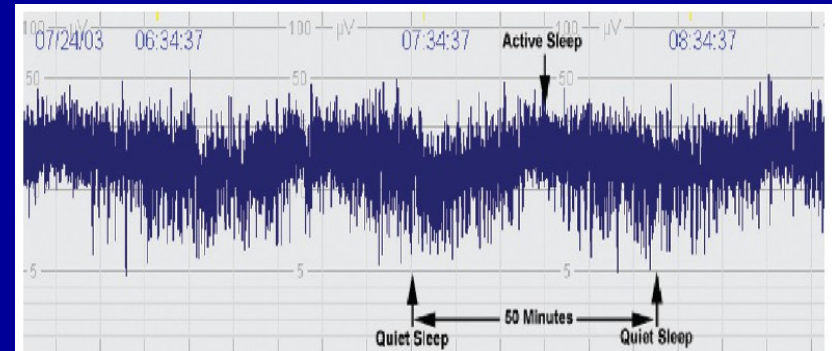
Crisis

## 1. Normal

# Tipos de trazados de aEEG

Margen superior del trazado  $> 10\mu\text{V}$

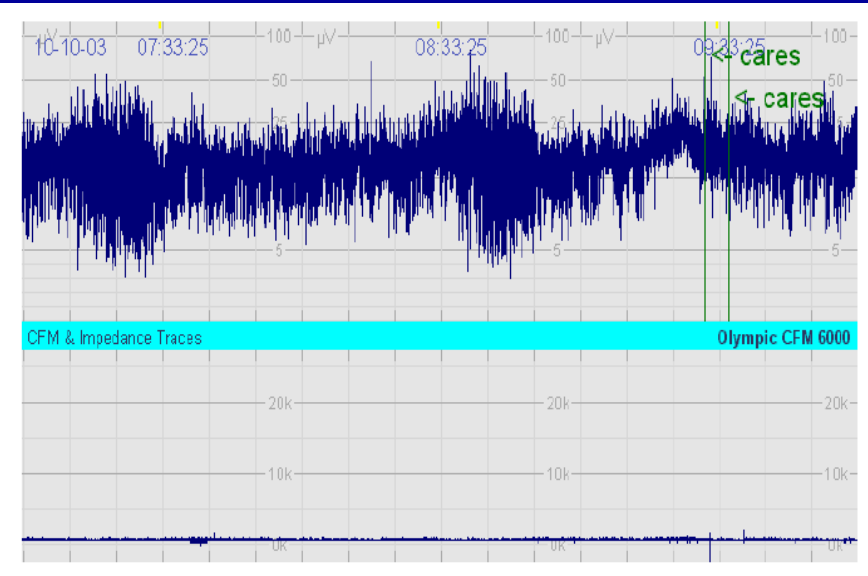
Margen inferior del trazado  $> 5\mu\text{V}$



**Normal trace;** Upper margin is  $> 10\mu\text{V}$  & lower margin is  $> 5\mu\text{V}$ . The widening and narrowing of the trace implies periods of waking and sleep i.e. SWS).

En neonatos a termino sanos el trazado alterna en grosor (ancho) de acuerdo al estado del niño (ej: sueño es mas ancho, vigilia es mas estrecho).

*Los ciclos de sueño-vigilia se identifican claramente alrededor de las 30 semanas de gestacion aunque un patron ciclico emerge en algunos bebes en la semana gestacional 25-26.*



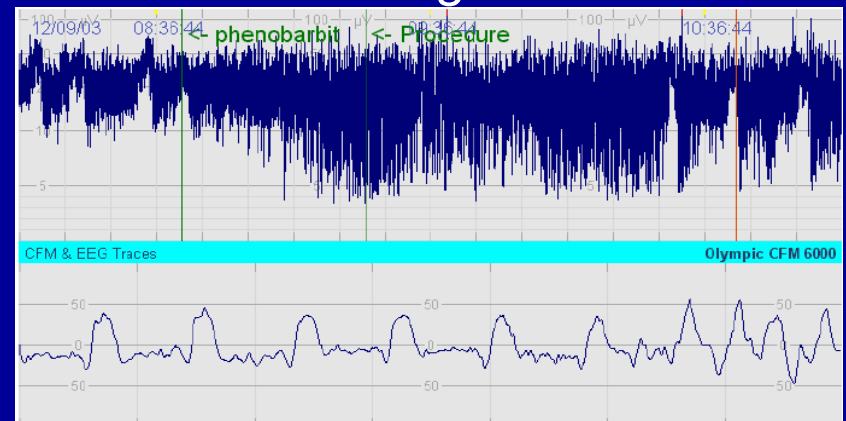
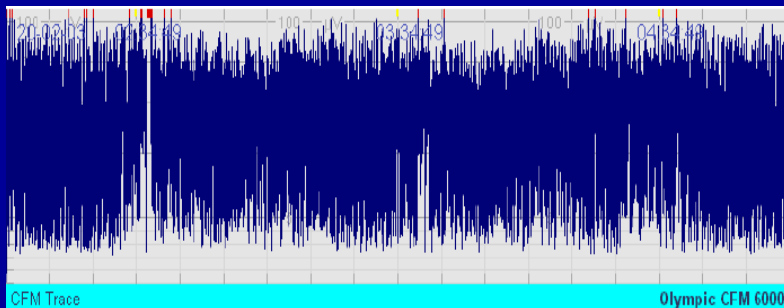
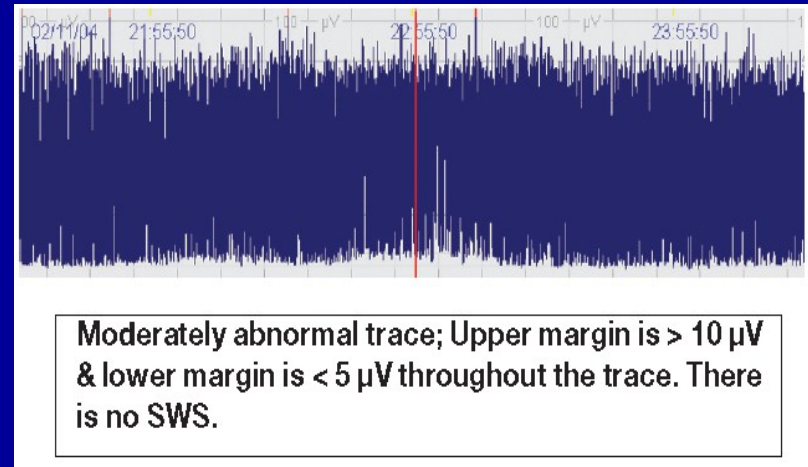
## 2. Moderadamente anormal

Margen superior del trazado  $> 10\mu V$

Margen inferior del trazado  $< 5\mu V$

Puede observarse en:

- neonatos con encefalopatía moderadamente severa
- inmediatamente después de la administración de medicamentos como anticonvulsivantes, sedantes.
- neonatos prematuro -por debajo de las 36 semanas de gestación



Crisis en aEEG. La adon de fenobarbital induce una caída en la amplitud y el aEEG es discontinuo

### 3. Severamente anormal

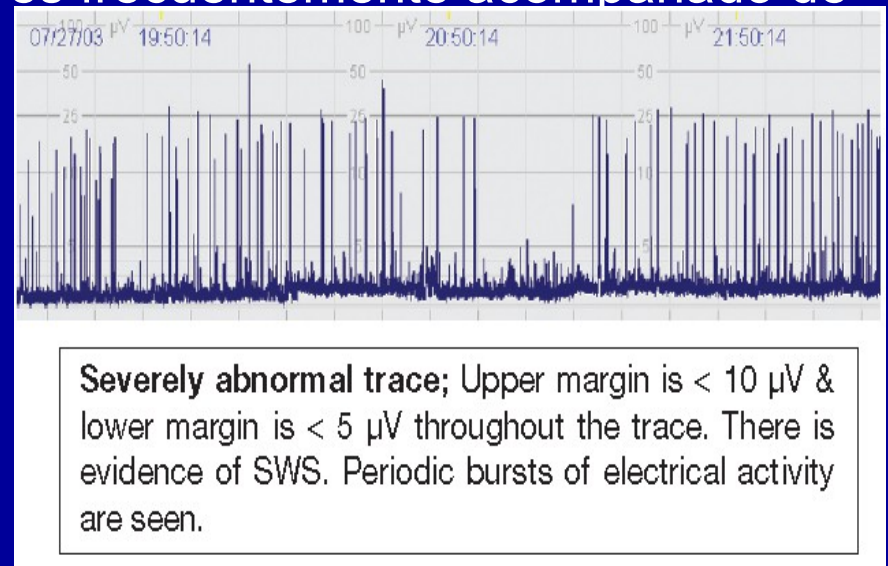
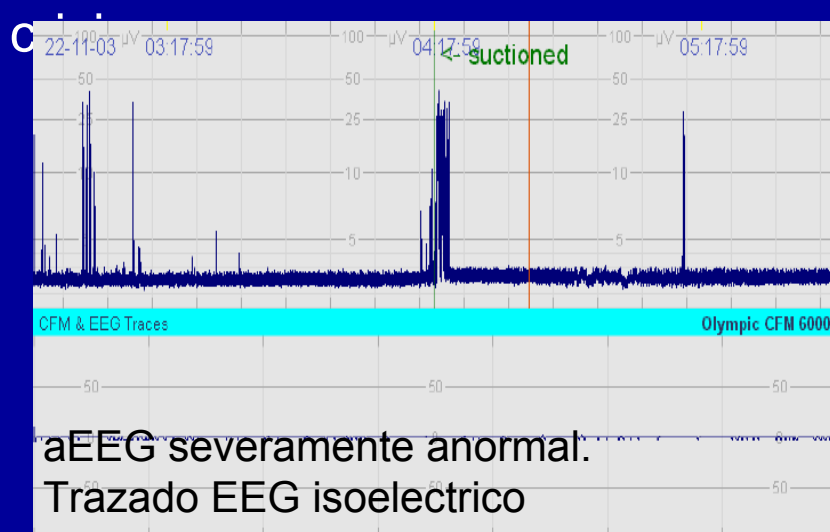
Margen superior del trazado < 10 $\mu$ V

Margen inferior del trazado < 5  $\mu$ V -aunque en ocasiones luce mayor de 5  $\mu$ V por la presencia de artefactos

Caracterizado por una supresion generalizada de la amplitud tal que el trazado aparece estrecho y de bajo voltaje.

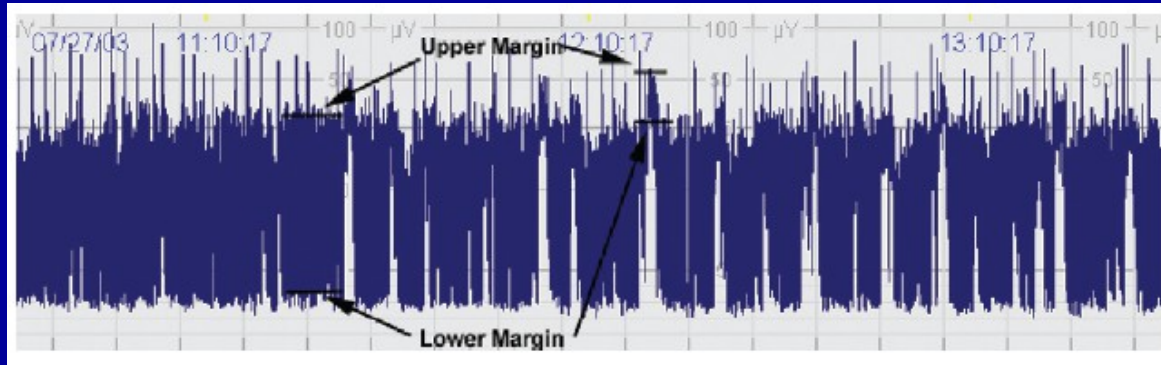
Puede acompañarse por breves rafagas u oleadas de alto voltaje -patron de rafagas/supresion

Se observa la encefalopatía severa y es frecuentemente acompañado de

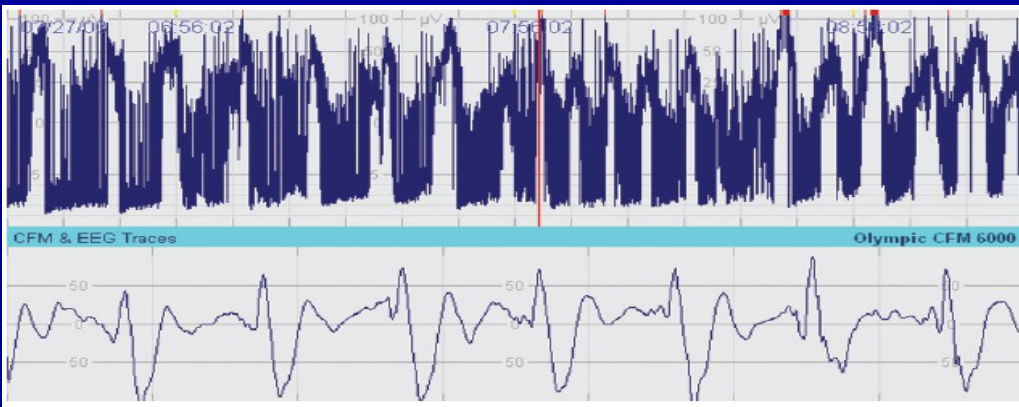


# Identificación de crisis en trazados de aEEG

Buscar la presencia de un patron de elevacion y estrechamiento del trazado?



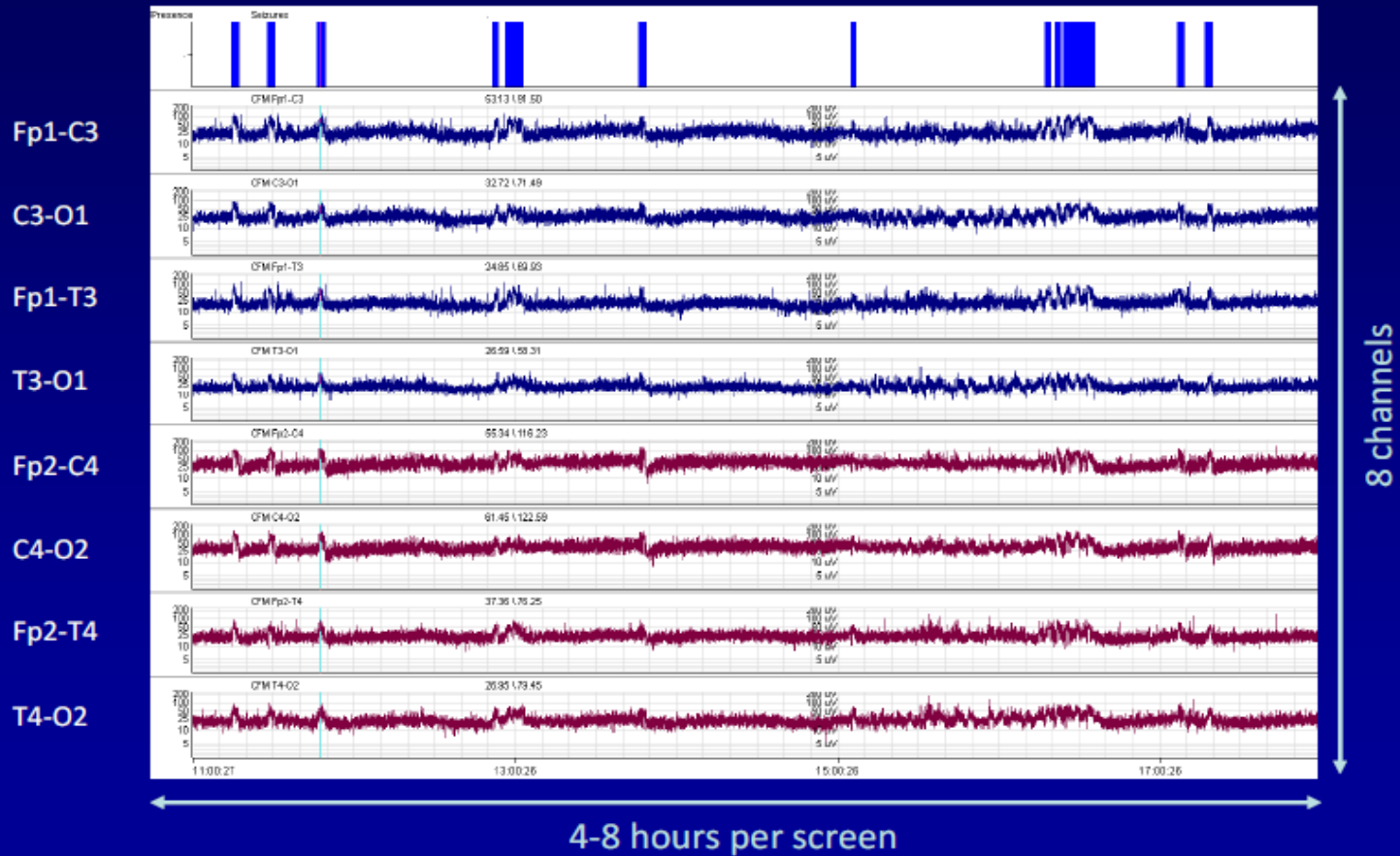
Si el estrechamiento y elevacion del trazado (margen inferior se eleva subitamente por varios minutos) muestra un patron repetitivo: **Hay crisis**



Trazado moderadamente anormal con multiples crisis. Margen superior > 10uV, margen inferior < 5uV. No hay evidencia de ciclos de sueño/vigilia



# Amplitude-integrated EEG (aEEG)



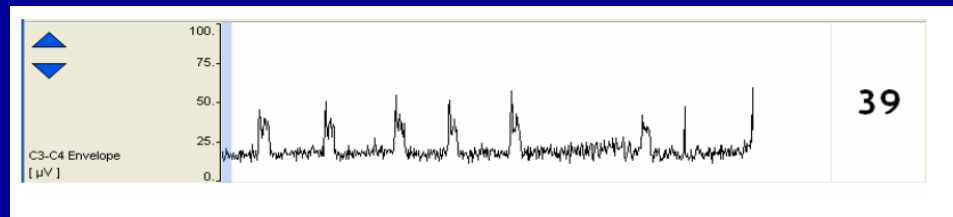
# Analisis en dominio del tiempo

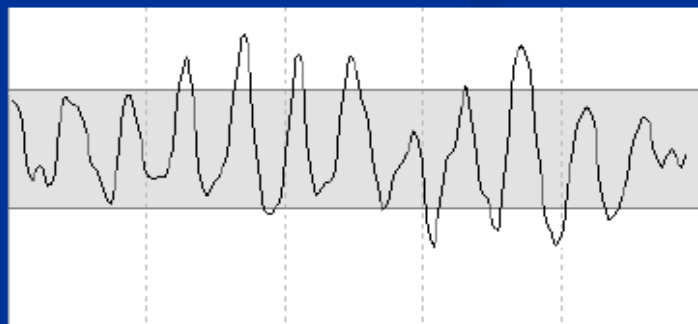
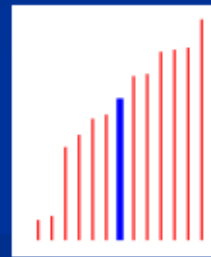
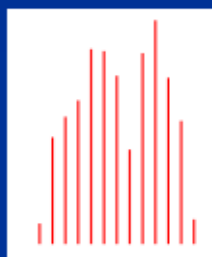
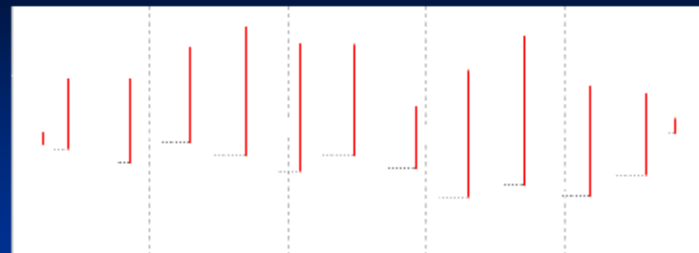
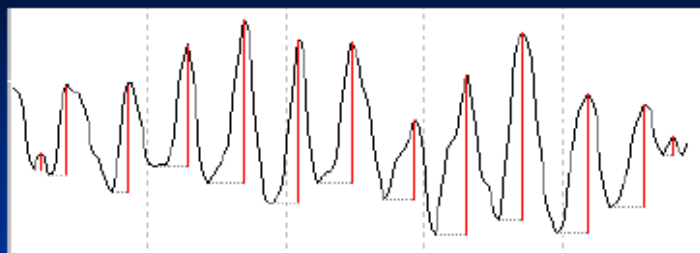
## Envolvente

medida de amplitud del EEG, basada en el calculo de la mediana de la amplitud de la señal de EEG.

La mediana reduce la aparición de transientes en las ondas de gran amplitud causadas generalmente por artefactos.

Es útil en la detección visual de ciertas crisis.

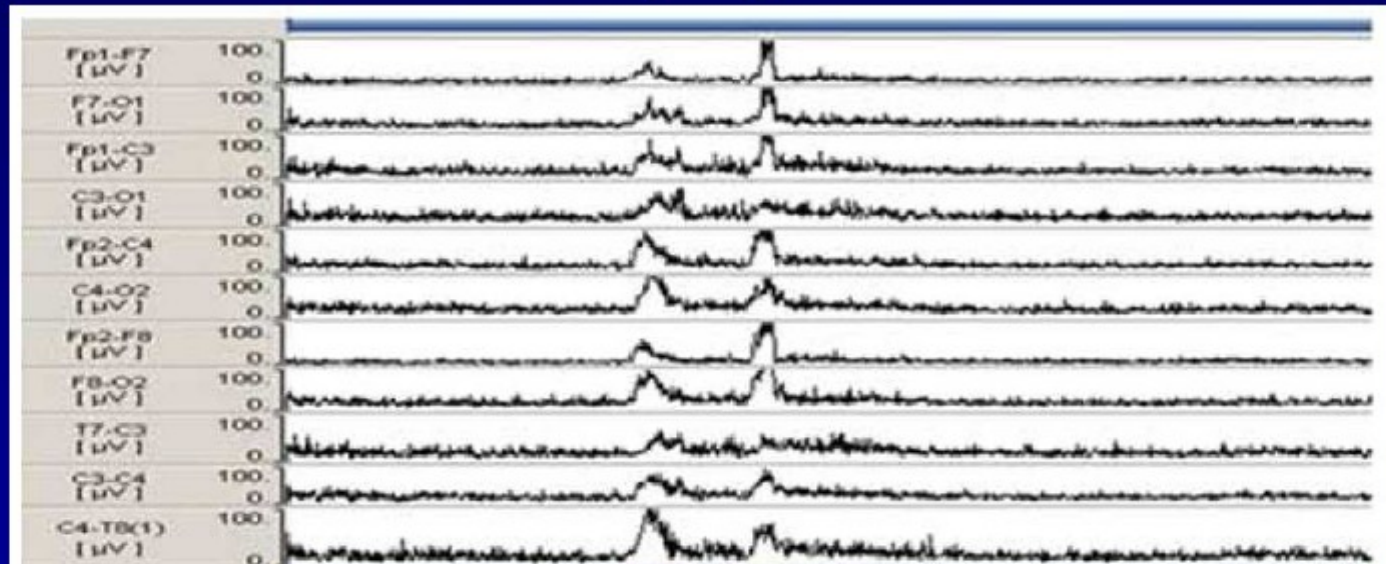






# Envelope Trend

Seizures  
↓ ↓



4 hours per screen

Akman *et al.*, *Epilepsy Research* (2011) 93:66-72

# Analisis en dominio del tiempo

## Indice Supresion

Se define como supresión la atenuación de la actividad eléctrica cerebral por debajo de  $5 \mu\text{V}$  durante más de medio segundo.

La detección de supresiones es útil, tanto para la monitorización de la titulación anestésica (por ejemplo: coma anestésico), como en la detección de sobredosificación y de eventos que suprimen el trazado (por ejemplo: incremento de la PIC, alteraciones severas del flujo cerebral y otras).



FP1-F7

F7-T3

T3-T5

T5-O1

FP2-F8

F8-T4

T4-T6

T6-O2

FP1-F3

F3-C3

C3-P3

P3-O1

FP2-F4

F4-C4

C4-P4

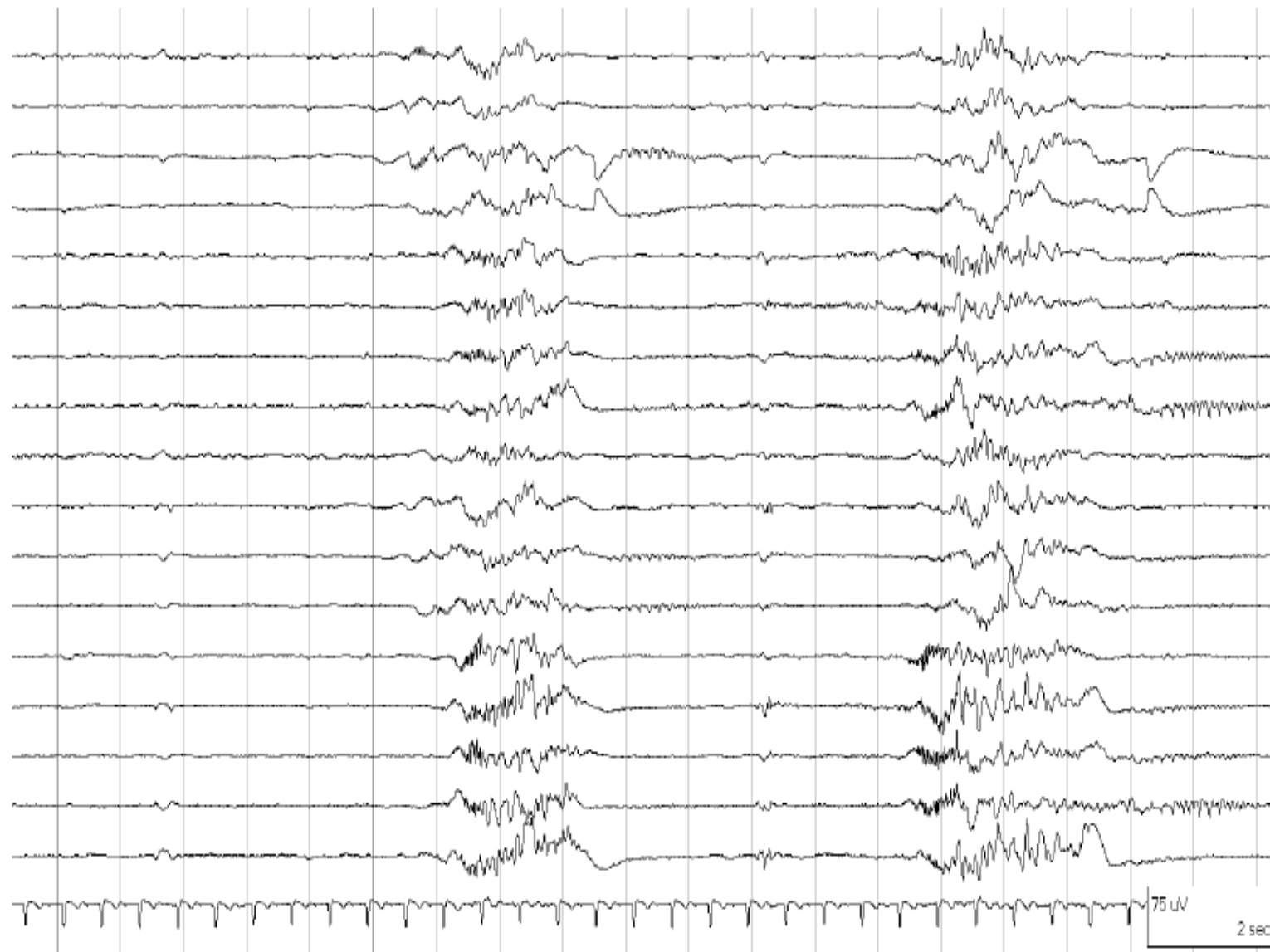
P4-O2

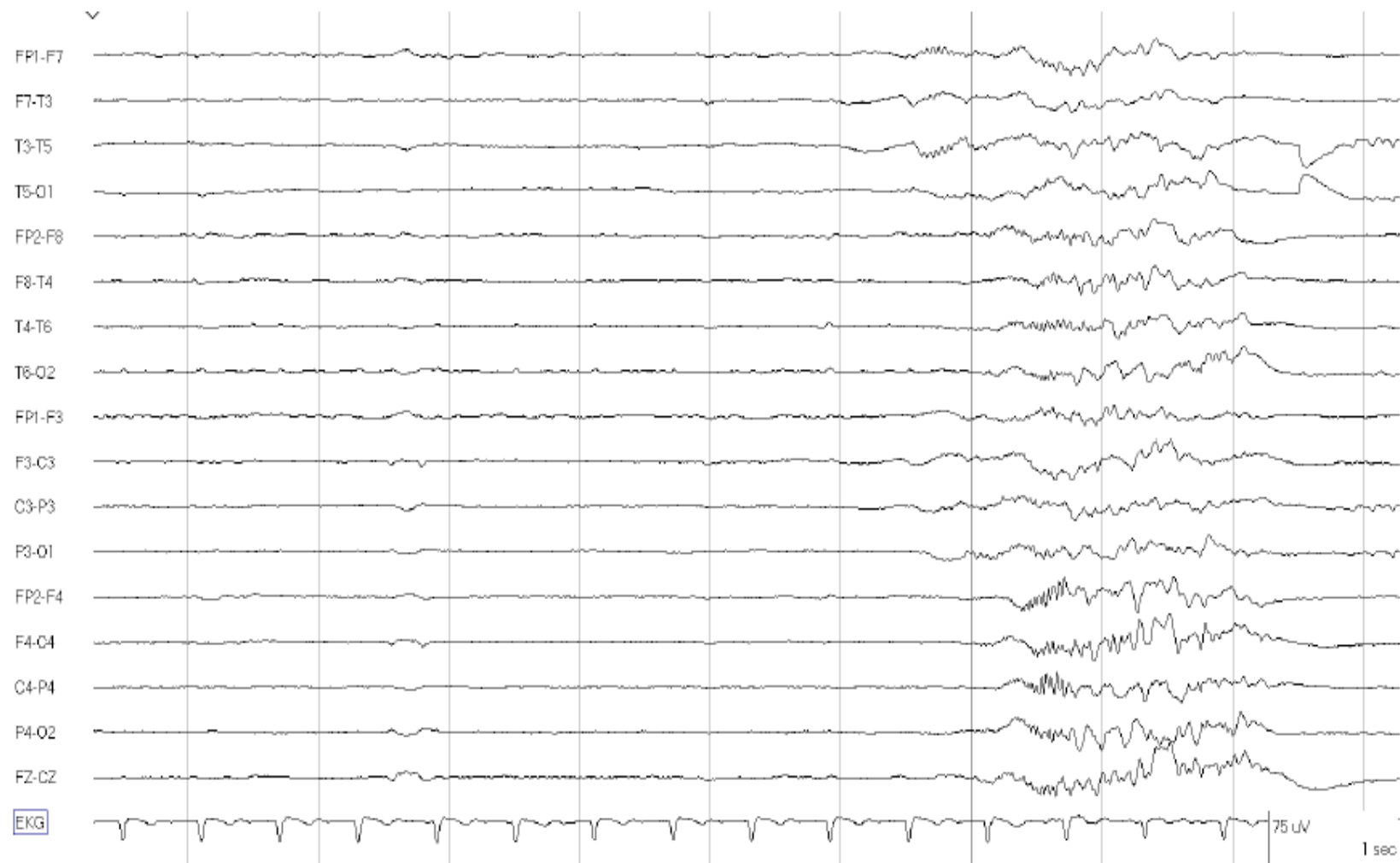
FZ-CZ

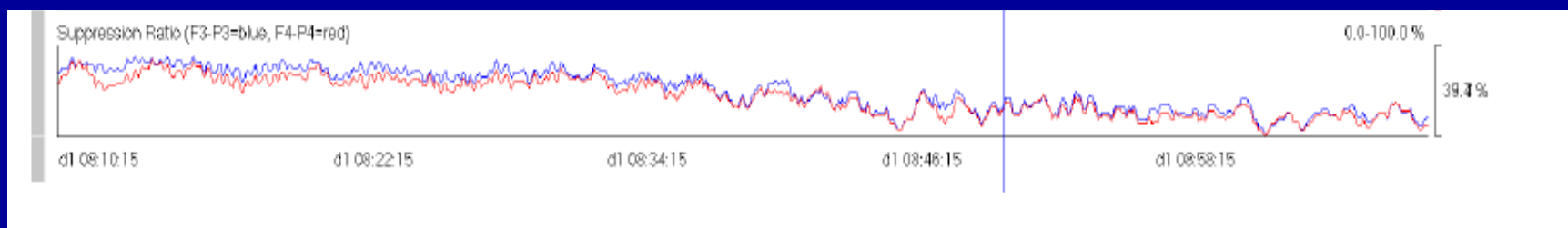
EKG

75  $\mu$ V

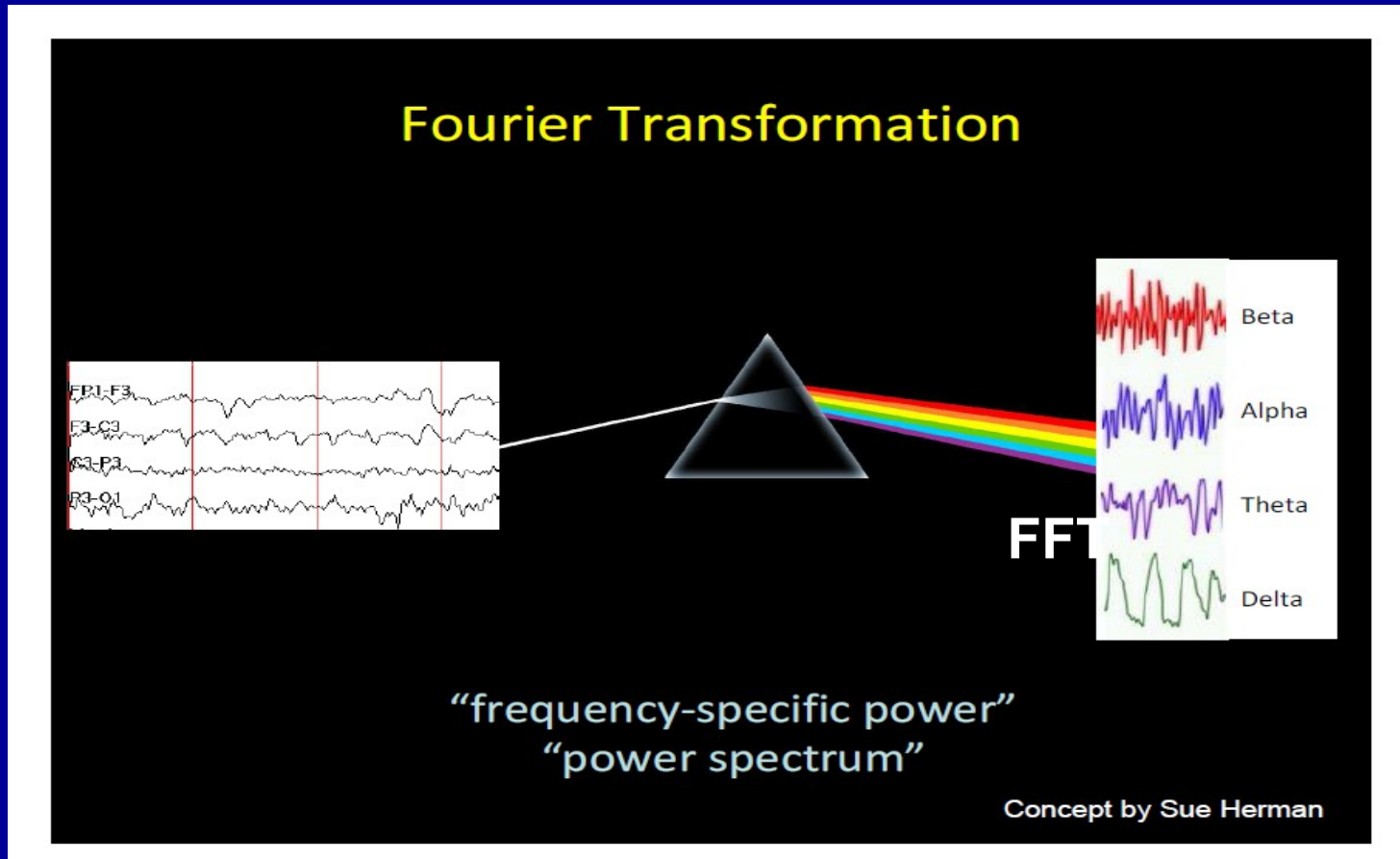
2 sec





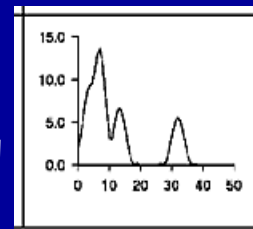
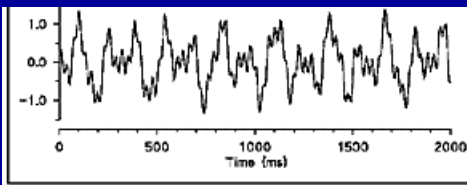


# Analisis en Frecuencia

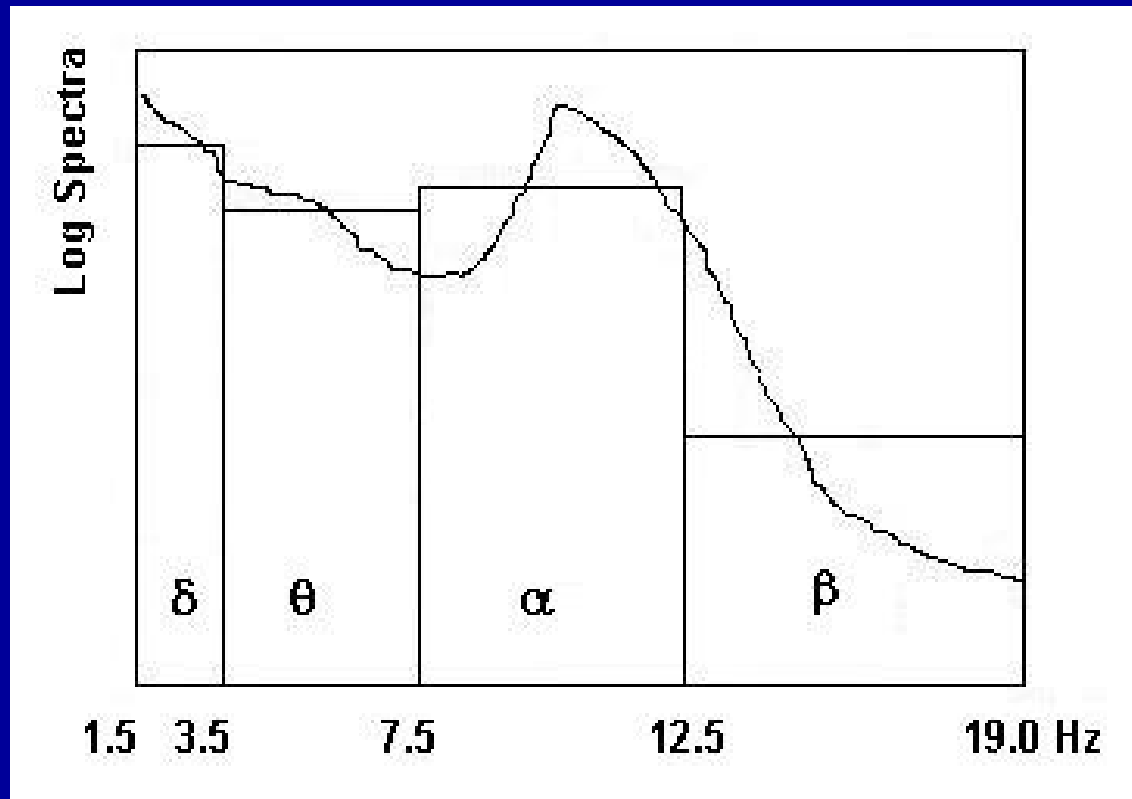


# Análisis Espectral

La **FFT** descompone la señal original en componentes de frecuencias expresados en señales periódicas (Senos y Cosenos).

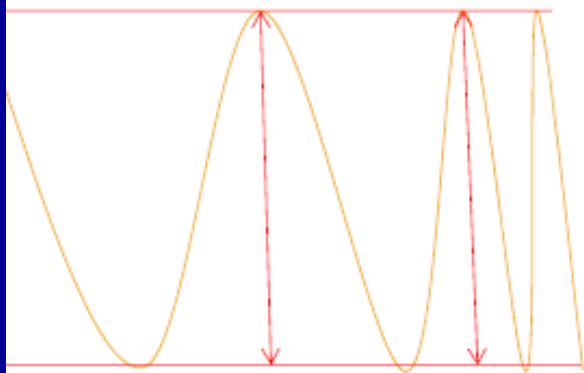


# *Espectro de Potencia:*

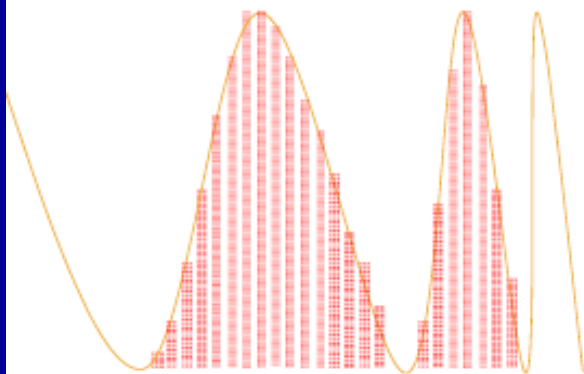




# Principals of qEEG

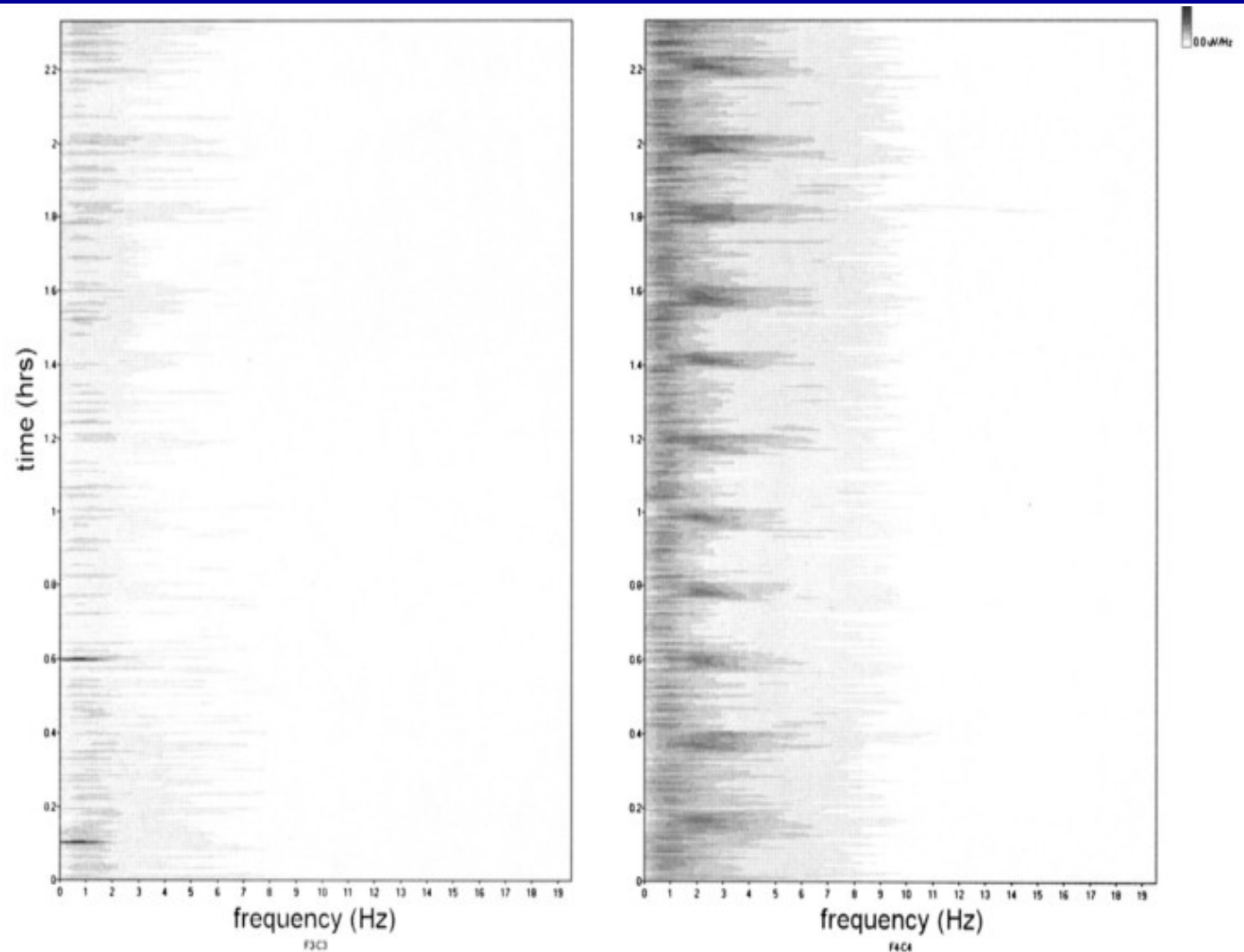


- Amplitude
  - Peak to peak measurement
  - $\mu V$



- Power
  - Area under the curve
  - $\mu V^2$  @ a given frequency

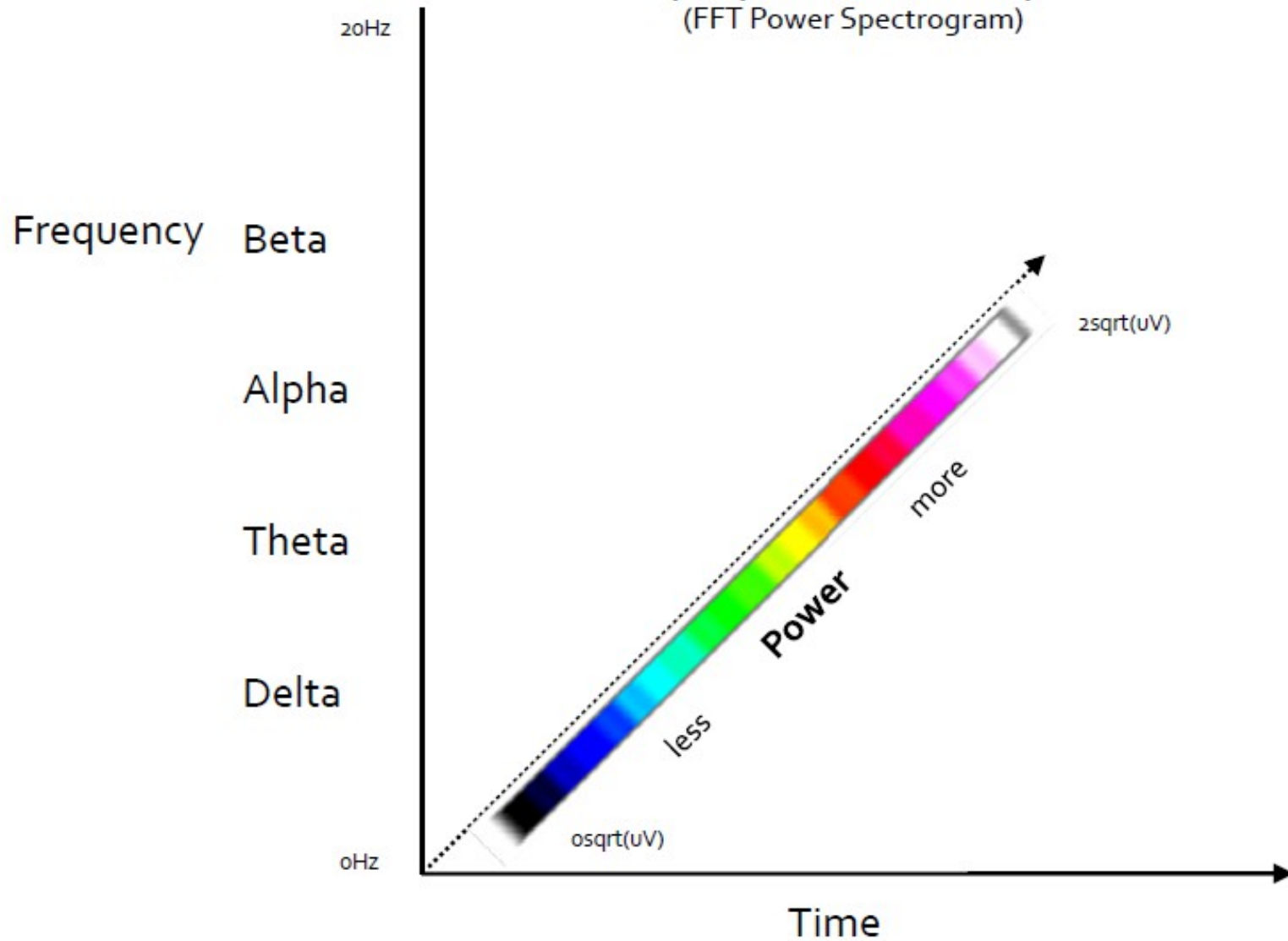
Pte con  
crisis  
electricas  
no  
convulsivas  
(no clinica)



**FIGURE 9.** Two density spectral arrays depicting 2.4 hours of EEG data generated from successive 10-second EEG epochs at F3-C3 and F4-C4 (reconstruction of data shown in Fig. 7). See text for discussion.

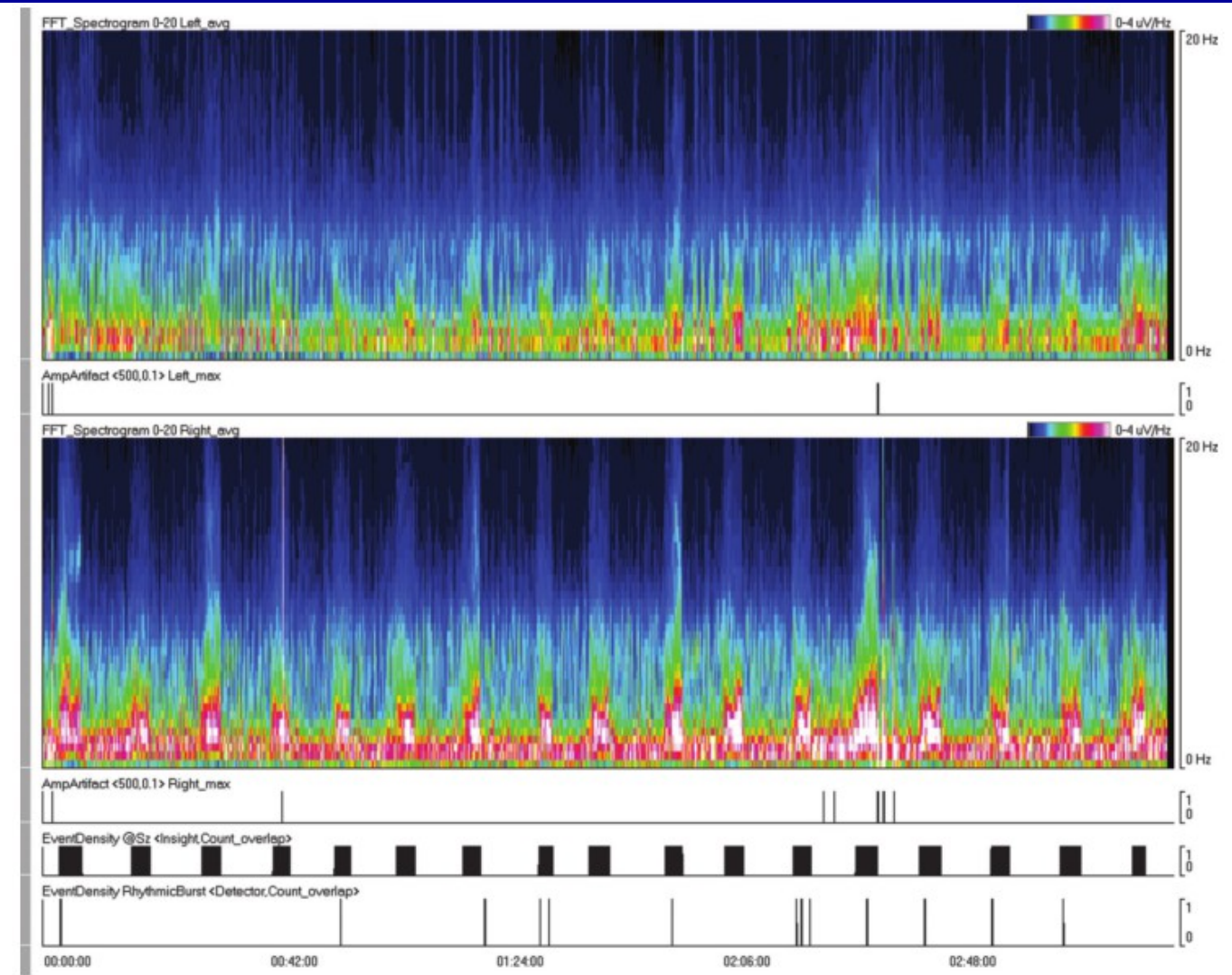
# Density Spectral Array (DSA)

(FFT Power Spectrogram)



Pte con  
crisis  
electricas  
no  
convulsivas  
(no clinica)

CSD  
promedio

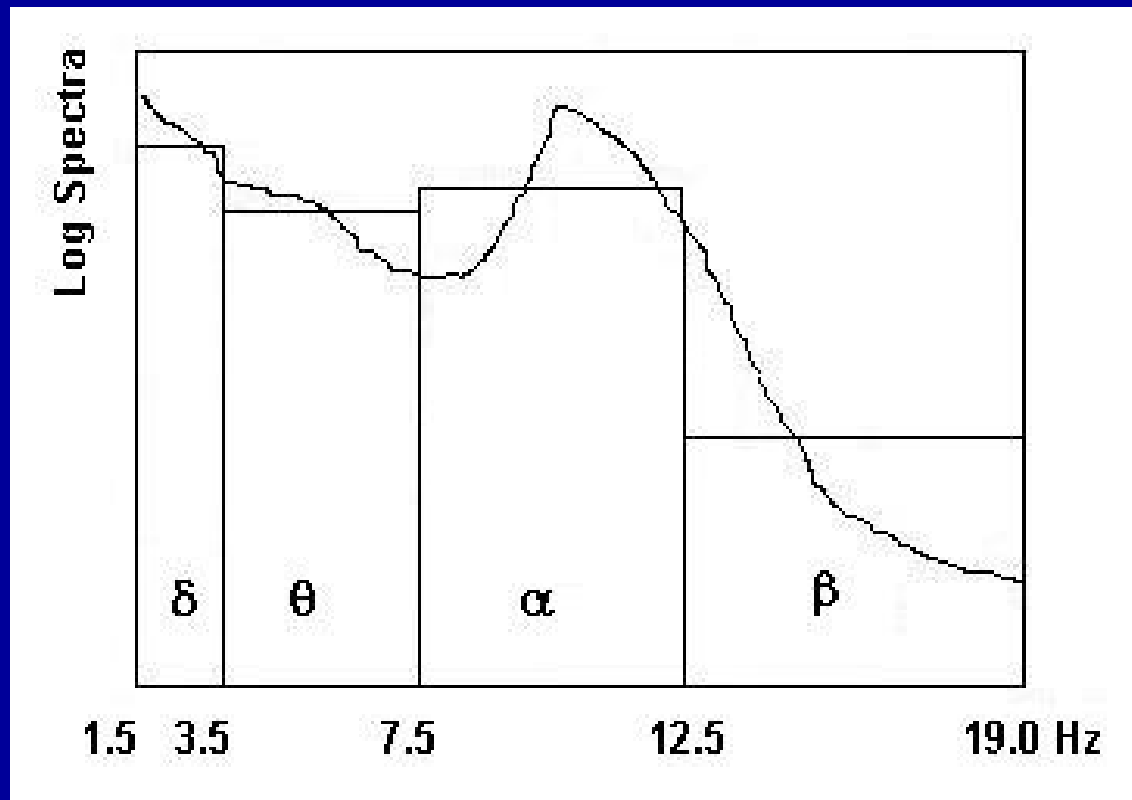


F3-C3  
C3-P3  
F7-T3  
T3-T5

F4-C4  
C4-P4  
F8-T4  
T4-T6

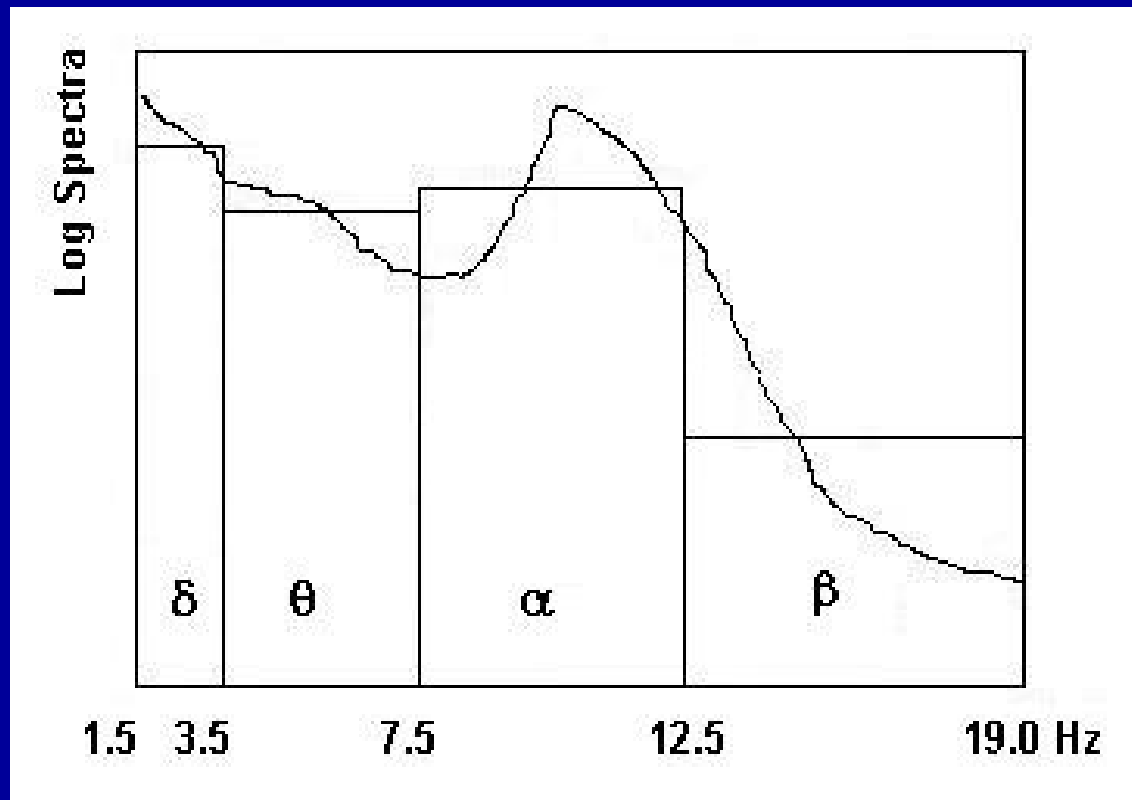
**FIGURE 10.** Shown are 3.5 hours of quantitatively transformed EEG. Time (hours:minutes:seconds) is displayed on the x-axis. The top graph, labeled *FFT\_Spectrogram 0 to 20 Left\_avg*, is a color spectrogram depicting averaged root EEG power from 0 to 20 Hz (y-axis) created from consecutive 10-second EEG epochs (each composed of five 2-second windows) obtained from F3-C3, C3-P3, F7-T3, and T3-T5. The lower spectrogram depicts similar data from homologous right hemispheric electrodes. The graphs labeled *AmpArtifact* depict automatic artifact indicators. Expert-marked seizures are shown as bars in the graph labeled *EventDensity @Sz*, and computer-detected possible seizures are shown as thin vertical lines in the lower graph labeled *EventDensity RhythmicBurst*.

# *Espectro de Potencia:*



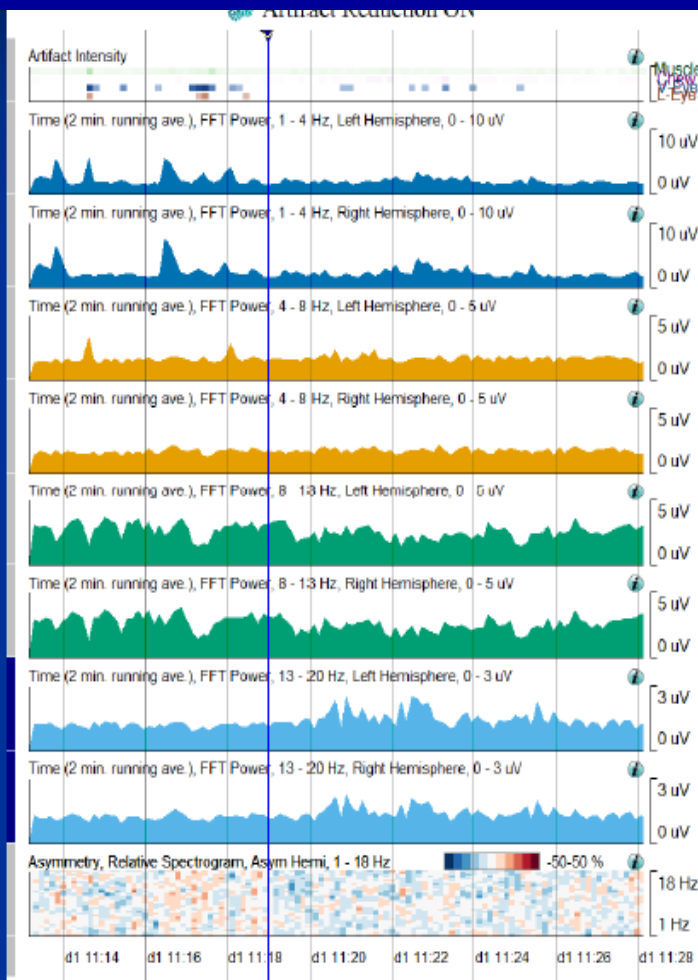
El **Poder Absoluto** representa la energía que contiene todo el espectro (Poder Absoluto Total) o la contenida en una banda de frecuencias particular (ej: Poder Absoluto Alfa)

# *Espectro de Potencia:*



**El Poder Relativo** representa la contribución de la energía de cada banda a la energía total del espectro. Se obtiene dividiendo el Poder Absoluto en la banda entre el Poder Absoluto Total.

# Poder Total por bandas de frecuencia



FP1-F3

F3-C3

C3-P3

P3-O1

FP2-F4

F4-C4

C4-P4

P4-O2

FP1 F7

F7-T3

T3-T5

T5-O1

FP2-F8

F8-T4

T4-T6

T6-O2

FZ-CZ

CZ-PZ

1 sec

# Poderes por bandas de frecuencia

$$\text{Indice Alfa/Delta} = \frac{PA(\text{Alfa})}{PA(\text{Delta})}$$

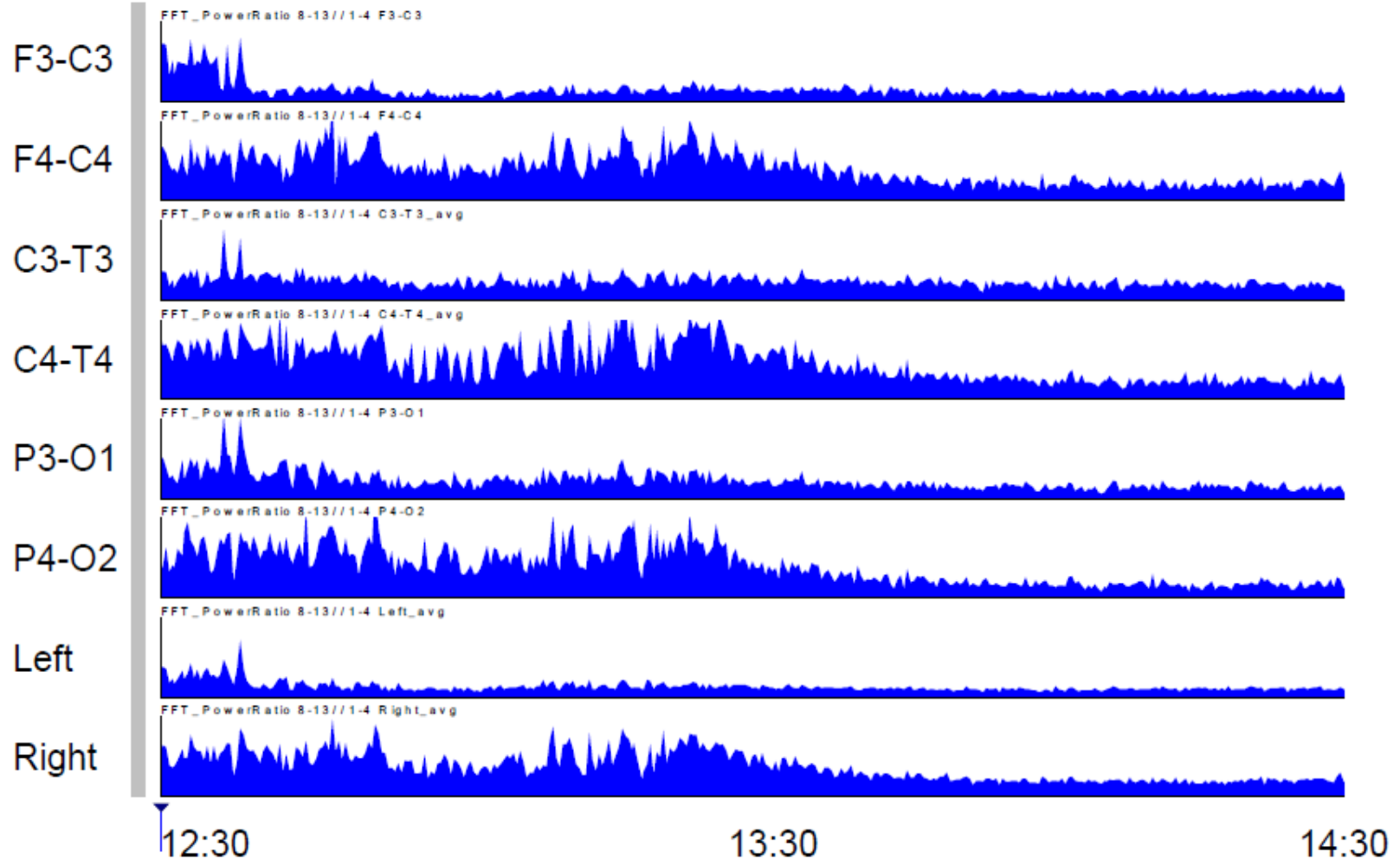
$$\text{Indice Delta/Alfa} = \frac{PA(\text{Delta})}{PA(\text{Alfa})}$$

$$\text{Indice Delta/Rápidos} = \frac{PA(\text{Delta})}{PA(\text{Alfa}) + PA(\text{Beta})}$$

$$\text{Indice Lentos/Rápidos} = \frac{PA(\text{Delta}) + PA(\text{Zeta})}{PA(\text{Alfa}) + PA(\text{Beta})}$$



# SAH: Alpha-Delta Ratio



# Indice de Asimetria

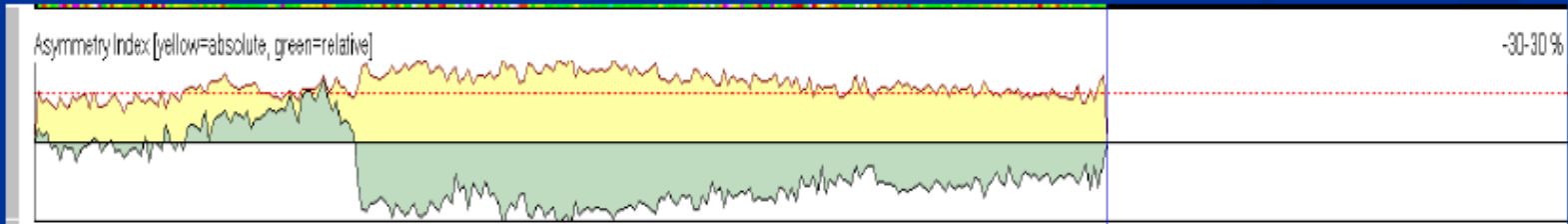
## Asimetria absoluta

Compara la diferencia en poder de cada par de electodos homologos

Suma lo valores absolutos

Siempre es positivo:

Sube con el incremento de asimetria en amplitud o frecuencia en cualquier direccion (ie: derecha o izquierda)



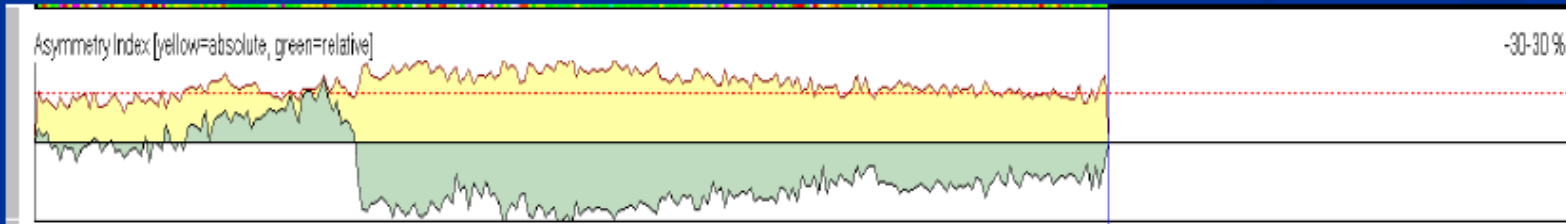
# Indice de Asimetria

## Asimetria relativa

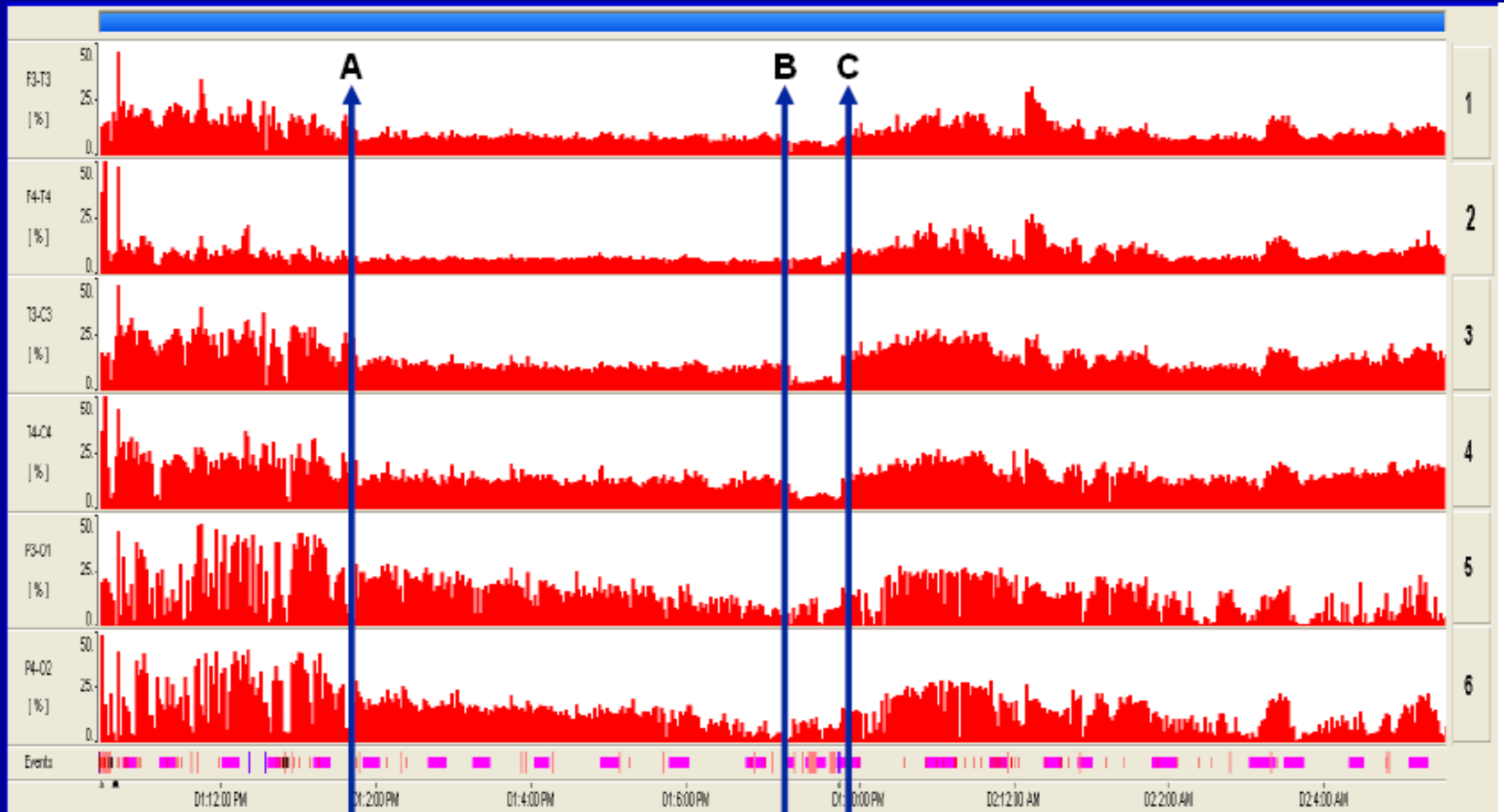
Diferencia en poder de cada par de electodos homologos

Muestra lateralidad:

- Sube con el incremento de energía a la derecha
- Baja con el incremento de energia a la izquierda



# Variabilidad del alfa



Drop in alpha variability due to bilateral frontal ischemia

Alpha variability improved after angiography

## ➡ **Frecuencia de borde espectral**

- frecuencia umbral por debajo de la cual se encuentra el 95% del poder o energía del espectro del EEG
- brinda un índice del cambio de alta frecuencia –ex: vigilia- a baja frecuencia –ex: anestesia-
- no tiene en cuenta la relación de fase

## Indice de simetria interhemisferia

media del valor absoluto de la diferencia en la potencia hemisferica  
media entre 1-25Hz

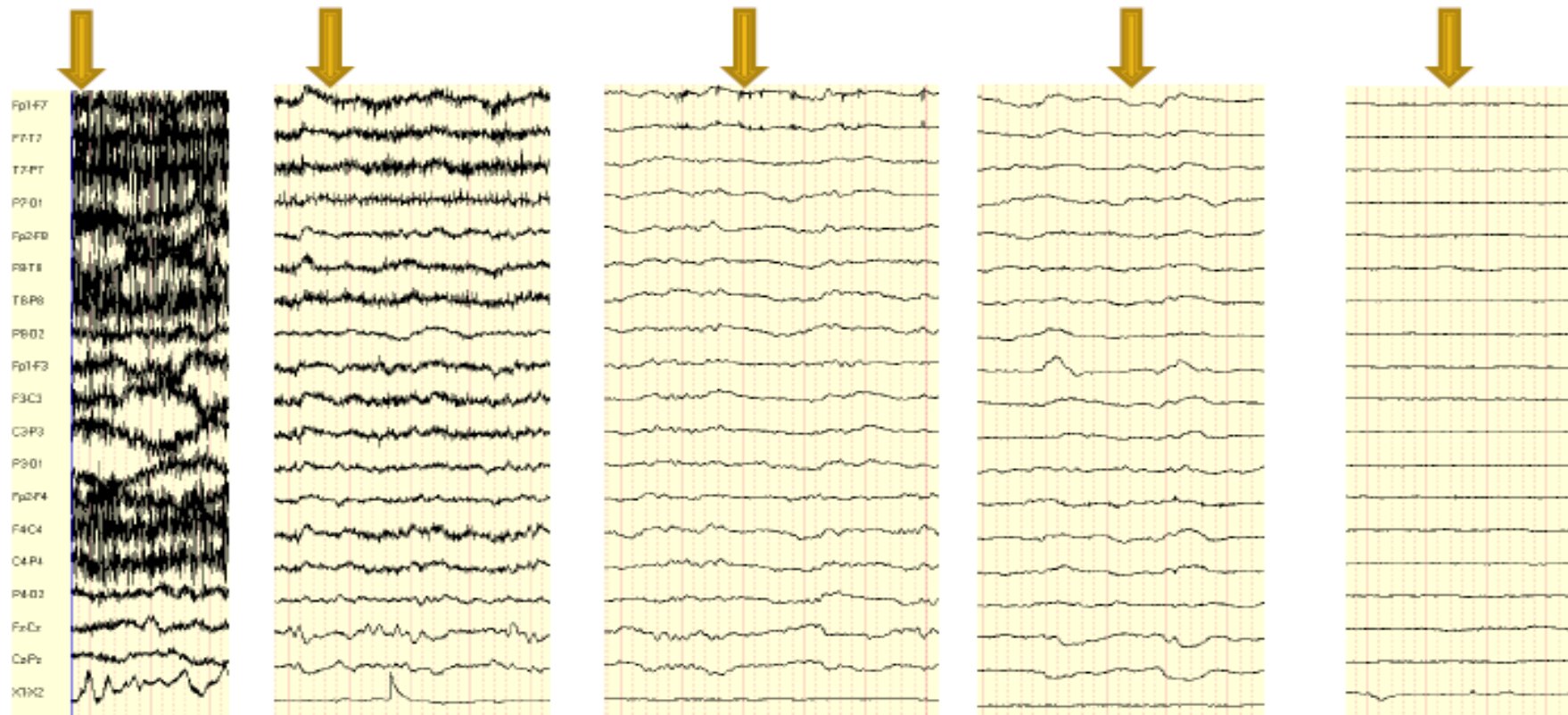
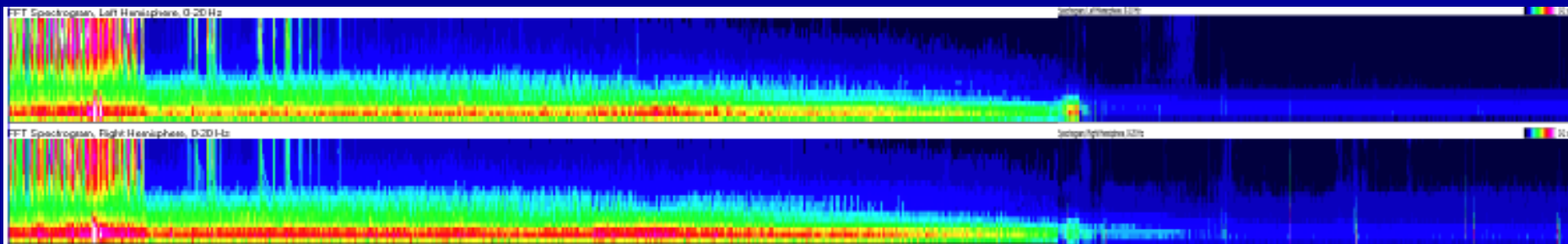
Indice 0-1 (0=maxima simetria, 1=maxima asimetria, rango normal  
entre 0.042 +/- 0.005)

$$BSI(t) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left\| \sum_{i=1}^N \frac{R_{ij}(t) - L_{ij}(t)}{R_{ij}(t) + L_{ij}(t)} \right\|$$

# Aplicaciones de las tendencias cuantitativas del EEG en la monitorización prolongada

## Detectar cambios en el tiempo

- Aumento o disminución de la frecuencia de las crisis
- Monitorización de la respuesta a tratamientos
- Seguimiento de resolución o empeoramiento de patrones (CNC, PLEDs)
- Incremento o disminución de asimetrías (monitorización de la isquemia)
- Incremento o disminución de la variabilidad (reactividad/cambios de estado)



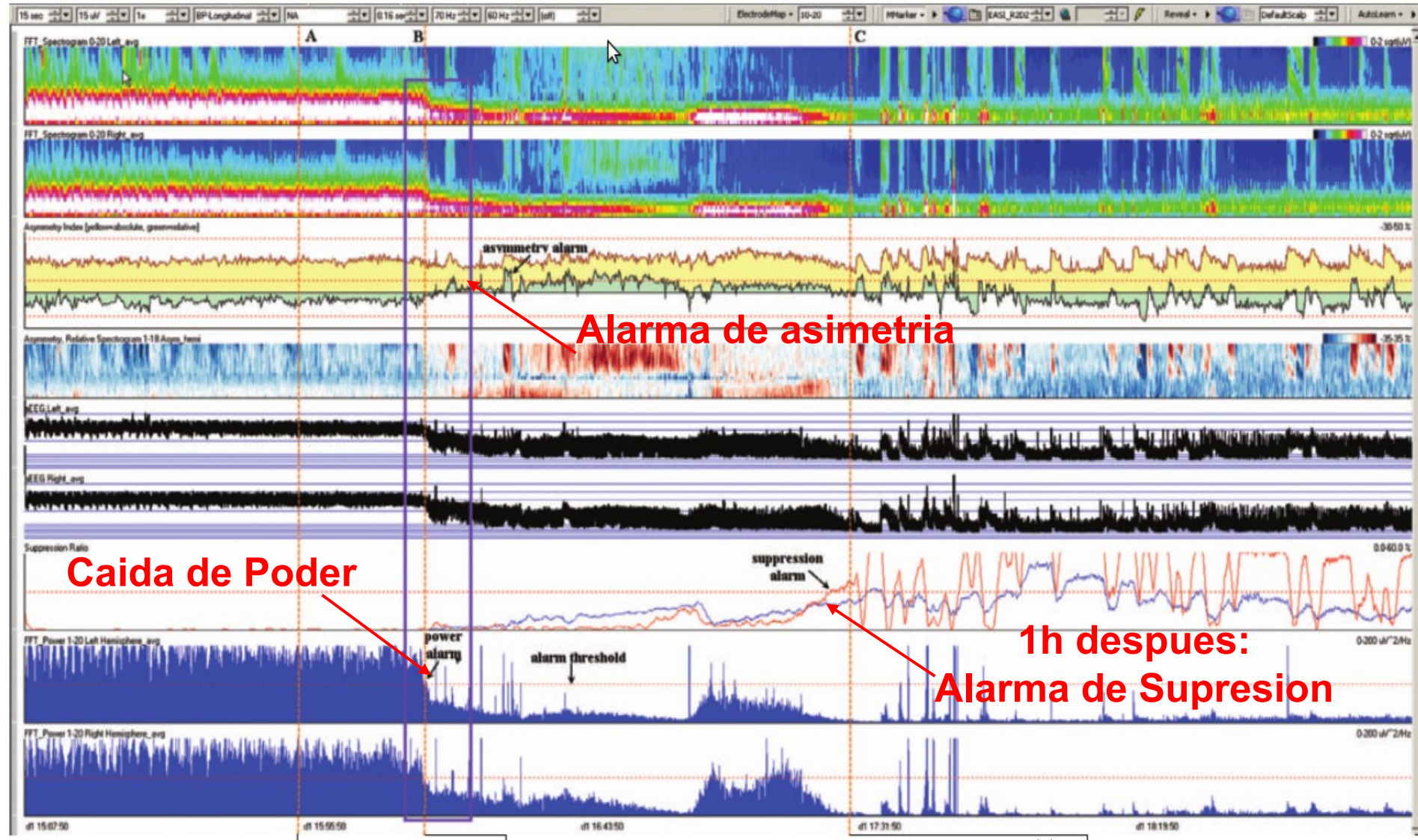
3 Hours



# Quantitative EEG Algorithms

Quantitative EEG Algorithm	Primary Clinical Applications
Amplitude-integrated EEG (aEEG)	Background assessment, Seizure-identification
Envelope trend	Seizure-identification
Color spectrogram (CDSA, CSA, DSA)	Seizure-identification
Total Power	Seizure-identification
Rhythmicity detector (i.e. R2D2™)	Seizure-identification
Alpha-delta ratio	Background assessment, ischemia detection
Alpha variability	Background assessment, ischemia detection
Asymmetry indices	Background assessment, ischemia detection
Burst-suppression index	Background assessment

# CEEG and Acute Increase in ICP



# EEGc-UCI

## Monitoreo de EEGc en UCI

Sensibilidad a eventos isquemicos

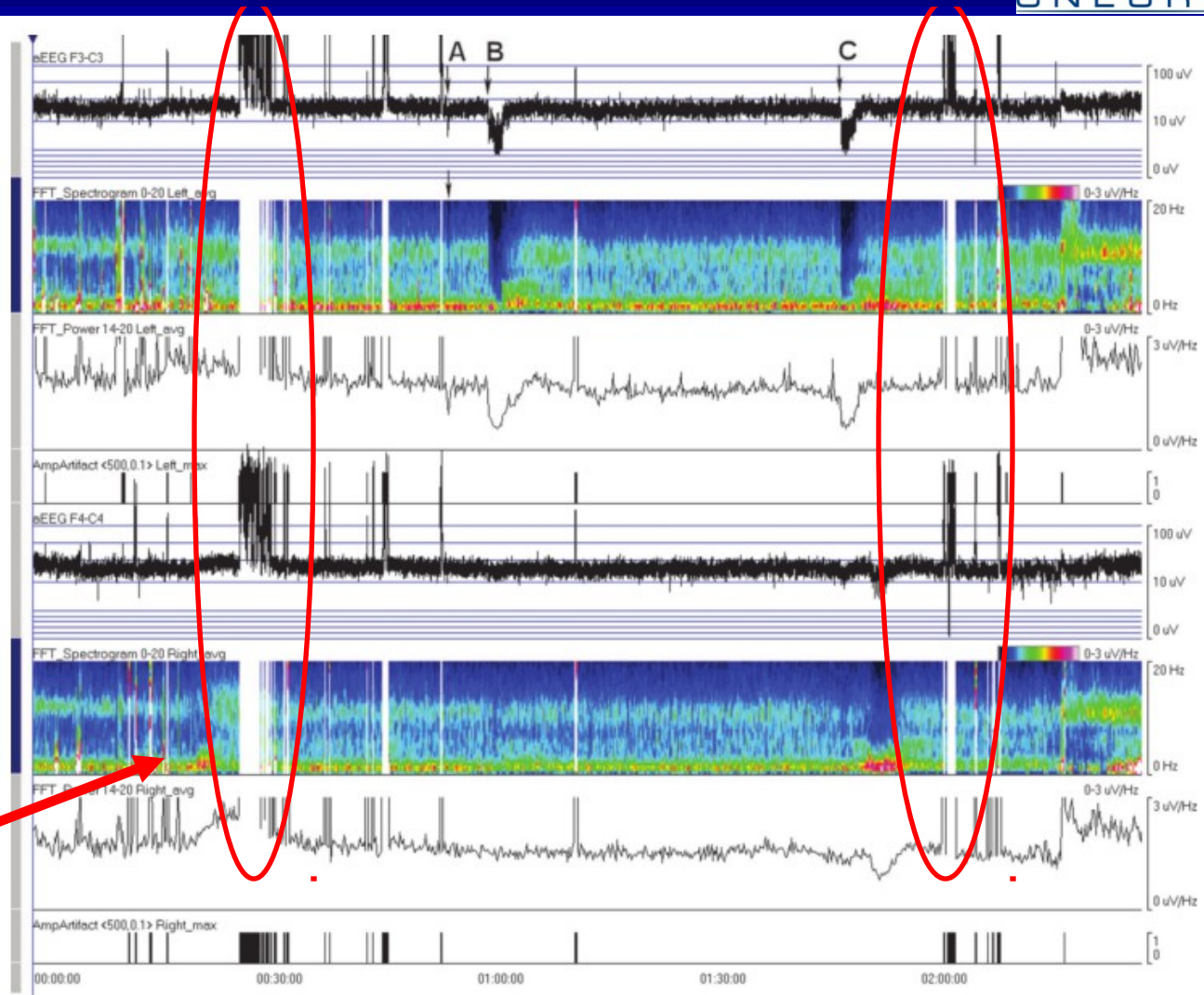
Endarterectomia carotidea

A = pinzamiento de carotida

B = colocacion del shunt

C = pinzamiento del shunt para retiro y restablecimiento del flujo

Artefactos de cauterizacion



**FIGURE 20.** Quantitative EEG graphics depicting 150 minutes of cerebral activity during a carotid endarterectomy. AEEG from F3-C3 (top) and F4-C4, grayscale spectrograms from the left (top) and right hemispheres, left (top) and right hemispheric power in the 14- to 20-Hz frequency band, are shown. In addition, automatic artifact indicators show times when use of electrocautery obscured the EEG recording (e.g., at about time 00:48:00). Note times at which AEEG amplitude, overall spectrogram power, and beta band power suddenly decrease on the left (a transient right-sided change of poorly defined origin is also evident several minutes after point C). See text for further discussion.



