

Monitorización cerebral no invasiva



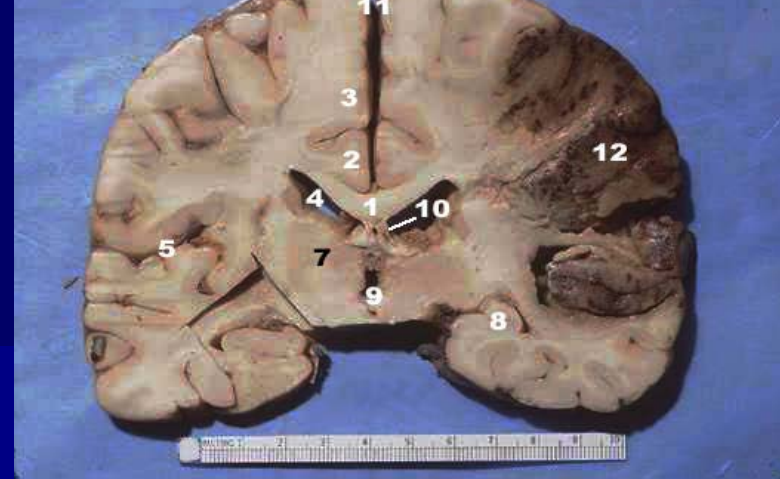
Dra. Eva Mateo
Servicio Anestesia Reanimación y
Tratamiento del Dolor
Consortio Hospital general
Universitario de Valencia
Sesión del SARTD 30-11-04



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



Introducción



- **Neuromonitorización:** constituye la base de la prevención e identificación de la isquemia cerebral
- Neurocirugía- TCE
- Cirugía cardiaca
- Neurorradiología intervencionista
- Cirugía carotidea

- Valoración preoperatoria-
Ha clínica
- Exploración clínica
preoperatoria
- Según tipo de cirugía:
 - C. Cardíaca con CEC: 6%
 - atención posición del
cuello
 - Estado confusional
ancianos: variaciones
tensionales/ Alzheimer
 - Sde. Anticolinérgico
central



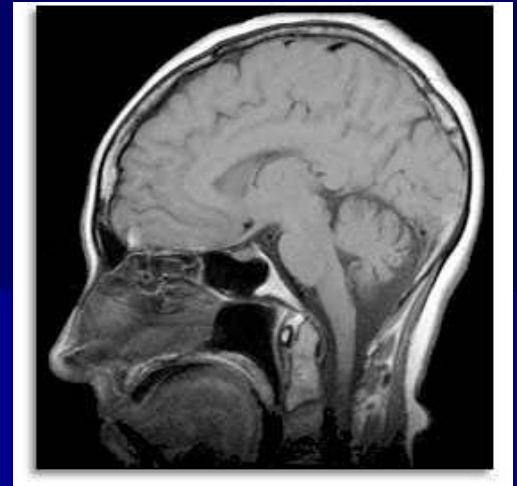
Síndrome anticolinérgico central

1. Se puede manifestar como agitación, convulsiones, alucinaciones, desorientación, retraso en el despertar, coma, depresión respiratoria.
2. Diagnóstico diferencial: isquemia cerebral, hipoxia, hipercapnia o alteraciones metabólicas
3. Diagnóstico: exclusión y por la respuesta a la fisostigmina.
4. Se debe a bloqueo colinérgico central (atropina, opiáceos, benzodiacepinas, neurolepticos, ketamina, etomidato, propofol, halogenados, bloqueadores H2, etc.)
5. Tratamiento: fisostigmina (Anticholinum®: 2 mg/mL) 15-40 mcg/Kg (0,5-2 mg).
6. Incidencia registrada varía entre 1% al 40%

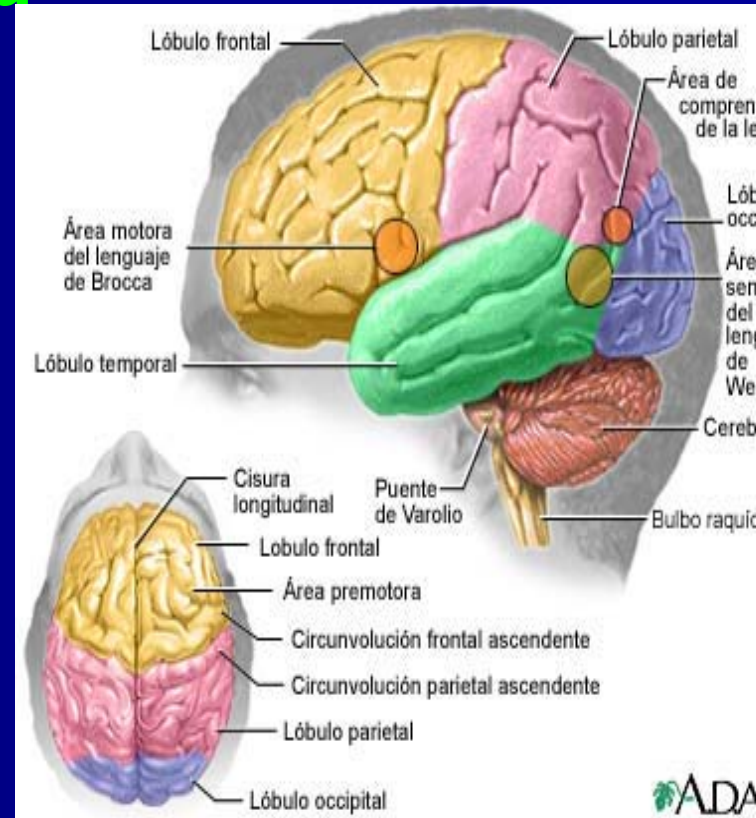
Imágenes:

■ RNM

- sin bombas-
microgoteros/
grapas/generador
marcapasos/BCIA
- duración 15-20'
- ACV: 2-12h (TAC
a partir 12h)



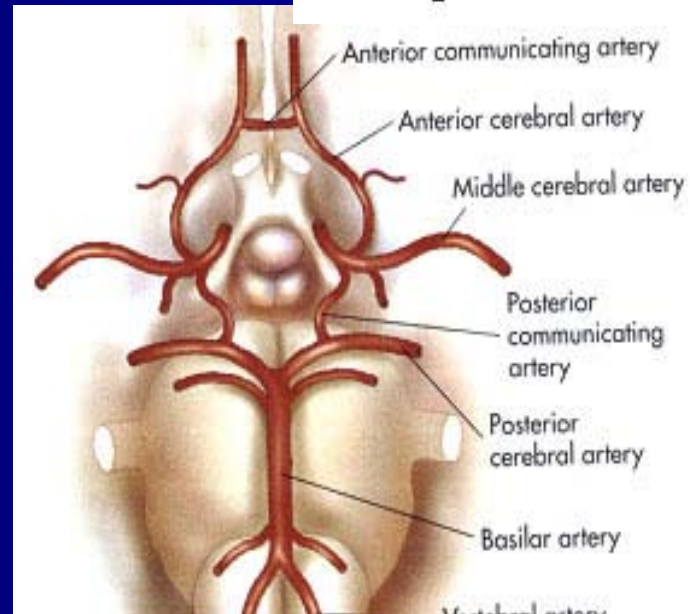
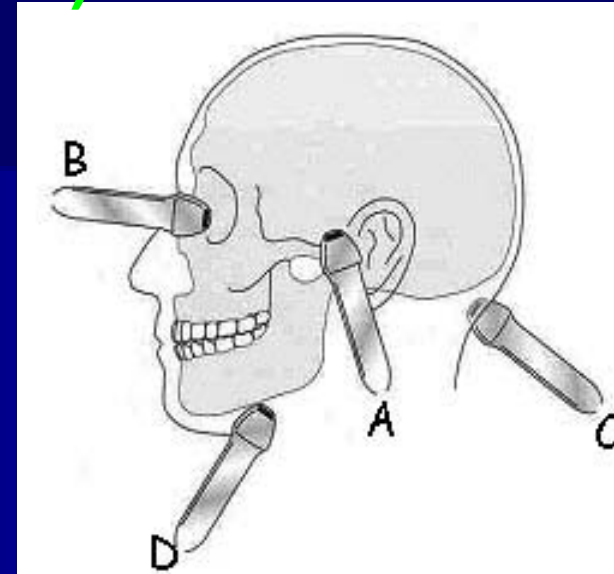
1. **Doppler transcraneal**
2. **Doppler color de la arteria central de la retina**
3. **SjO2**
4. **Espectroscopia infrarroja transcraneal (NIRS)**
5. **NIRO - 300**
6. **BIS**
7. **CSM- Neurotrend**
8. **Entropía**
9. **Potenciales evocados**
10. **Marcadores bioquímicos: S-100 β , enolasa específica neuronal**



1. Doppler transcraneal (DTC)

- Mide la velocidad del torrente sanguíneo en movimiento, utilizando transductores que emiten y reciben ultrasonidos con frecuencia conocida.

- ventana temporal, ocular, carotidea, occipital



DTC

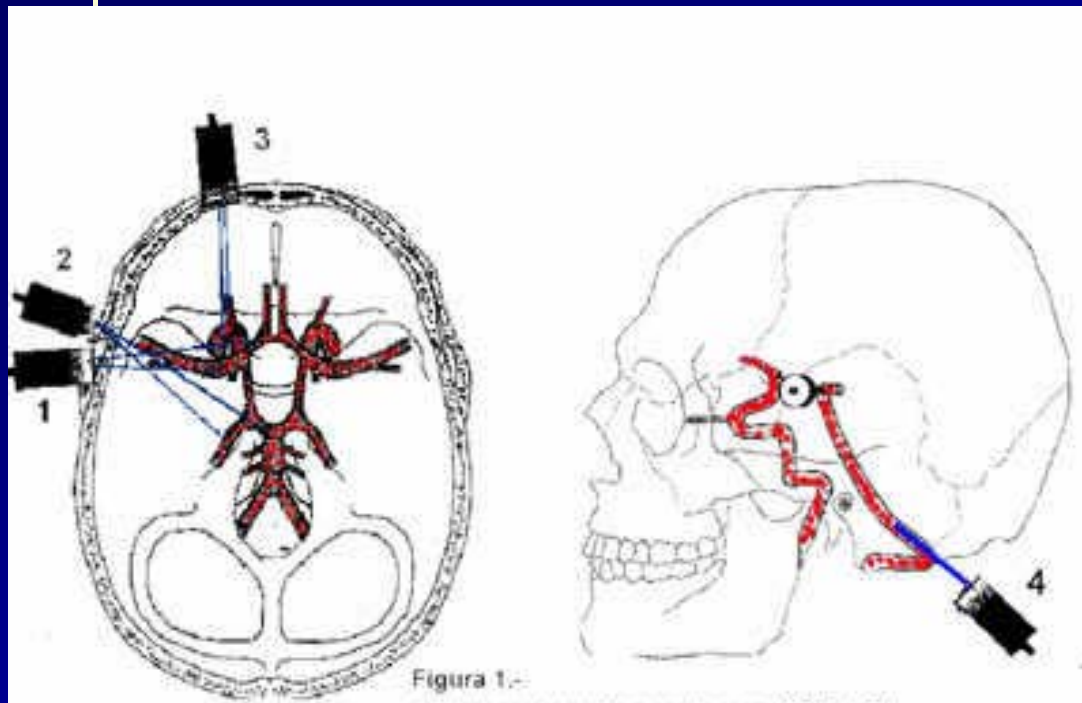
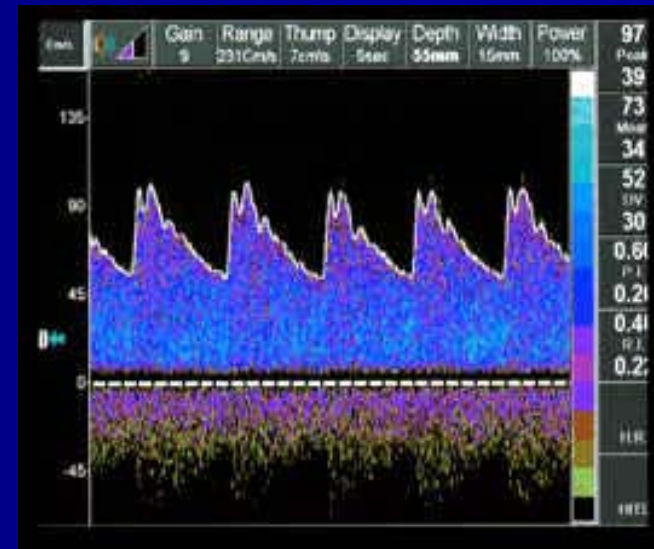


Figura 1.-

- 1 Ventana transtemporal para ACM y ACA
- 2 Ventana transtemporal insonando ACP
- 3 Ventana orbitaria para oftálmica y ACI
- 4 ventana suboccipital para verebrales y basilar

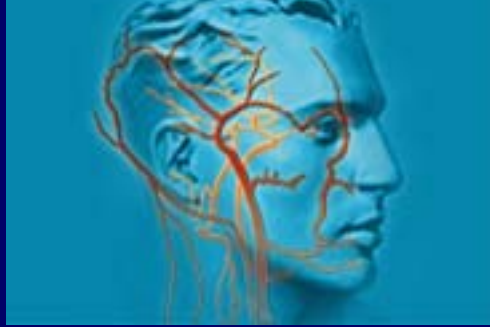


DTC

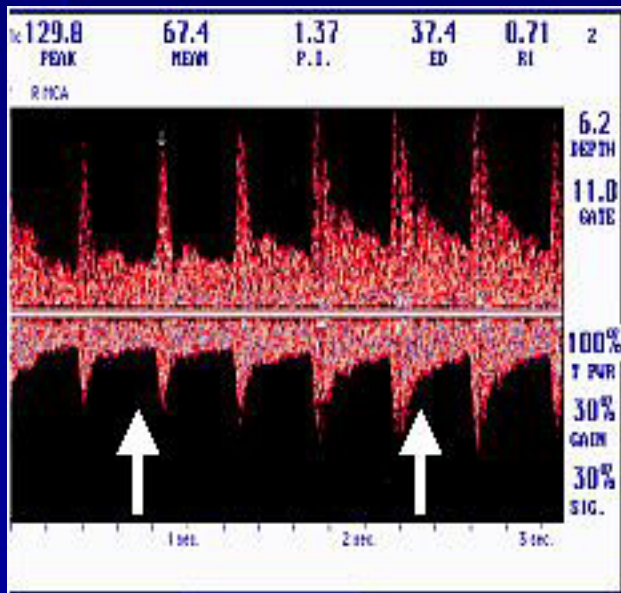
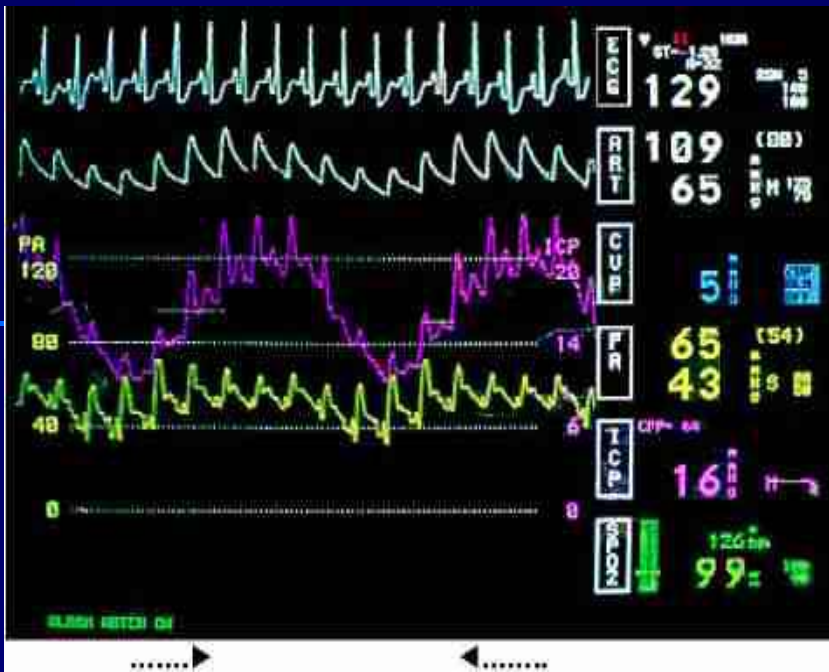
Criterios para identificación de las arterias:

- 1.- La ventana craneana utilizada.**
- 2.- La profundidad del vaso analizado.**
- 3.- La dirección del flujo en relación al transductor.**
- 4.- La relación espacial de los vasos respecto a vasos de referencia.**
- 5.- La velocidad relativa de flujo**
- 6.- Respuesta a la compresión de las arterias carótidas.**

DTC



- DTC mide velocidades, no flujo, el ángulo de insonación ha de ser inferior a 30° ($f = 2 v f_0 \cos \theta / c$)
- Índice de pulsatilidad = $V_{sist} - V_{diast} / V_{sist}$
 - Indica la resistencia al flujo
- Vasoespasmio post-HSA: aumento de la velocidad media
- PIC elevada: pico sistólico aumentado, disminución velocidad sistólica y aumento del IP > 1 (refleja PPC baja)

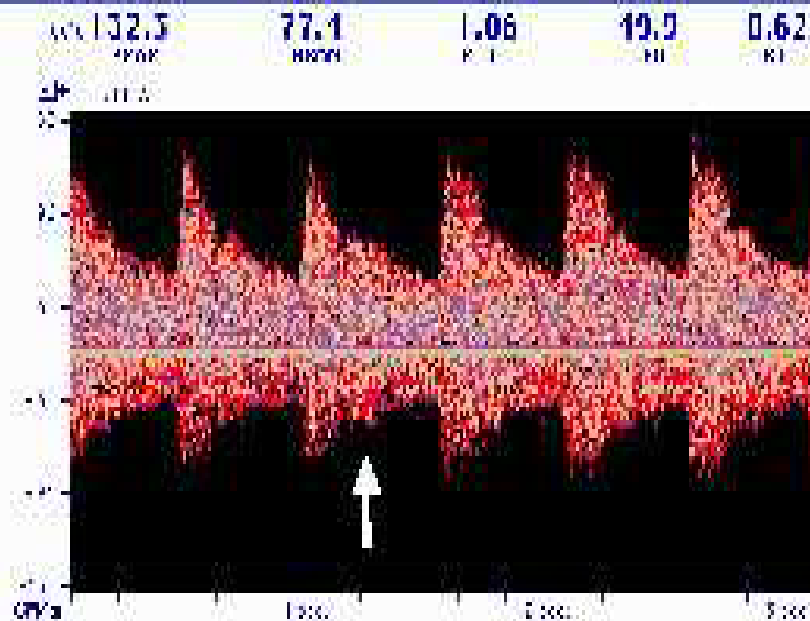


- ♀71 a HSA x rotura aneurisma. Ventriculostomía x hidrocefalia + PIC. Vasoespasmo cerebral severo, IOT.
- PIC 10-25 mmHg (en hipovolemia- PVC 5, "variación presión sistólica" >15 mmHg)
- Dependencia de la PIC de la P. sistémica (fallo autorregulación)

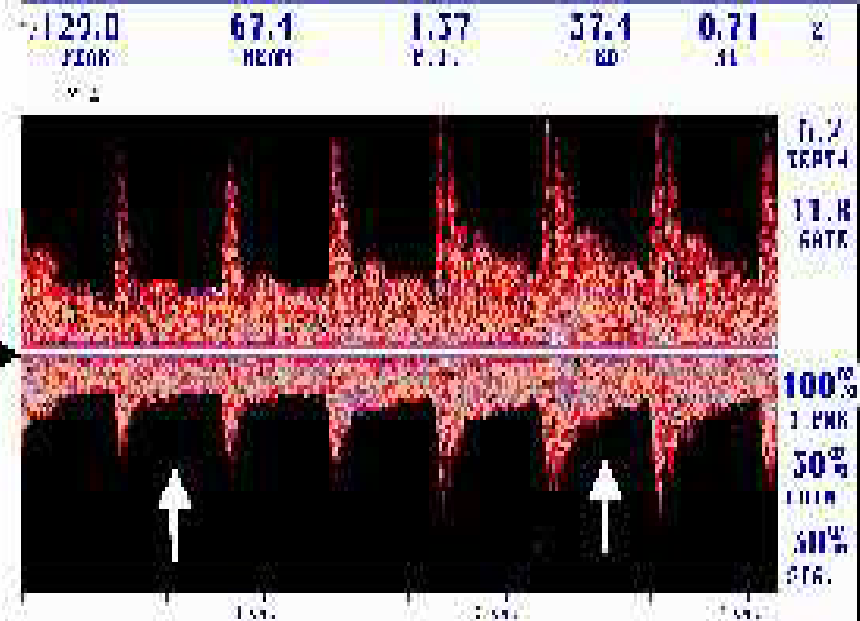
- Índice pulsátilidad (IP): Pico sistólico-final diastole/velocidad flujo medio, muestra resistencia al flujo
- ↑PIC el PI aumenta a 1.4

Normal ICP

Cyclic ICP Changes



Low resistance flow
 with pulsatility index 1.1



Increasing flow resistance
 pulsatility index 1.4

Decreasing flow resistance
 with pulsatility index 1.0

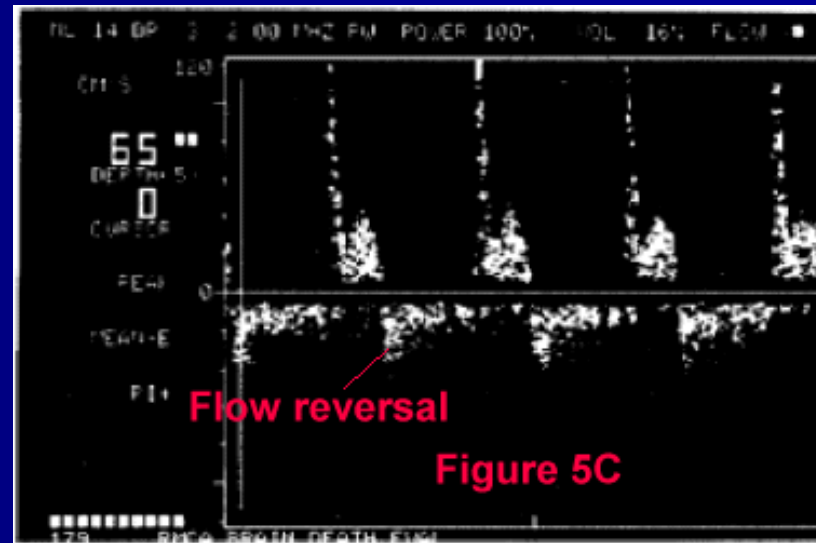
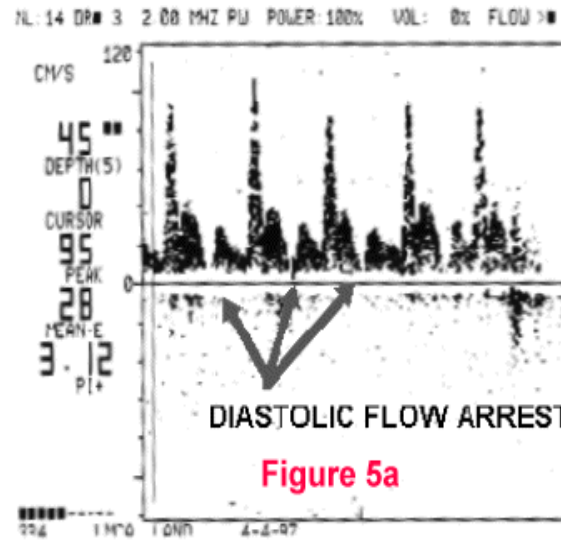
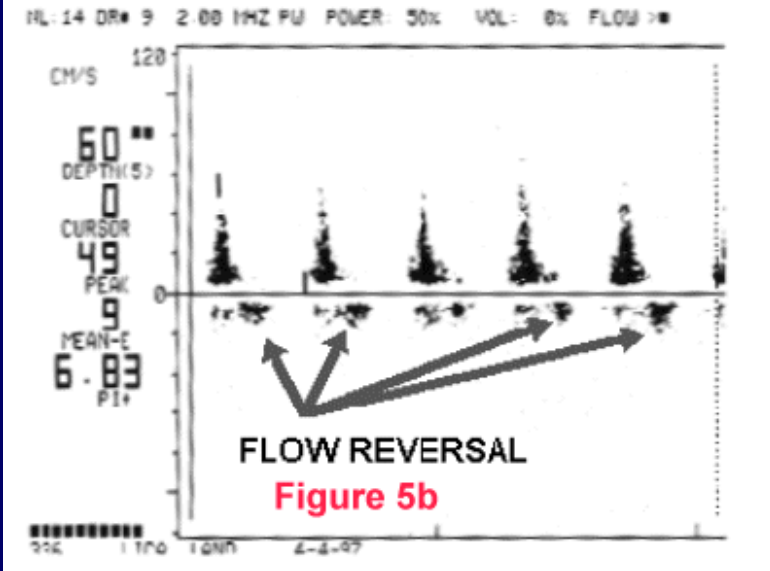
Indicaciones DTC



- Endarterectomía carotidea
- Bypass cardiopulmonar
- Cirugía de aneurismas cerebrales, resección MAV
- detección vasoespasmos post HSA o TCE
- valoración capacidad de autorregulación y vasorreactividad al CO₂ en el TCE
- Confirmación muerte cerebral

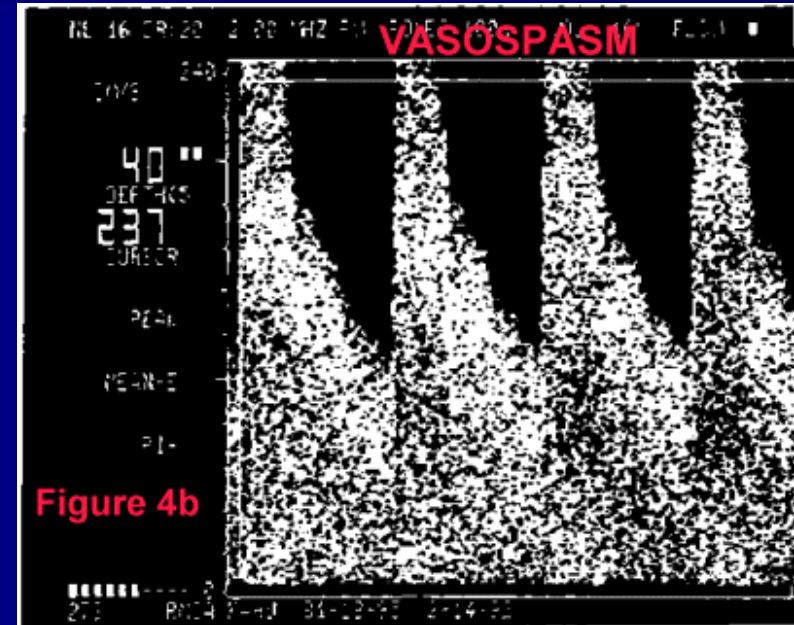
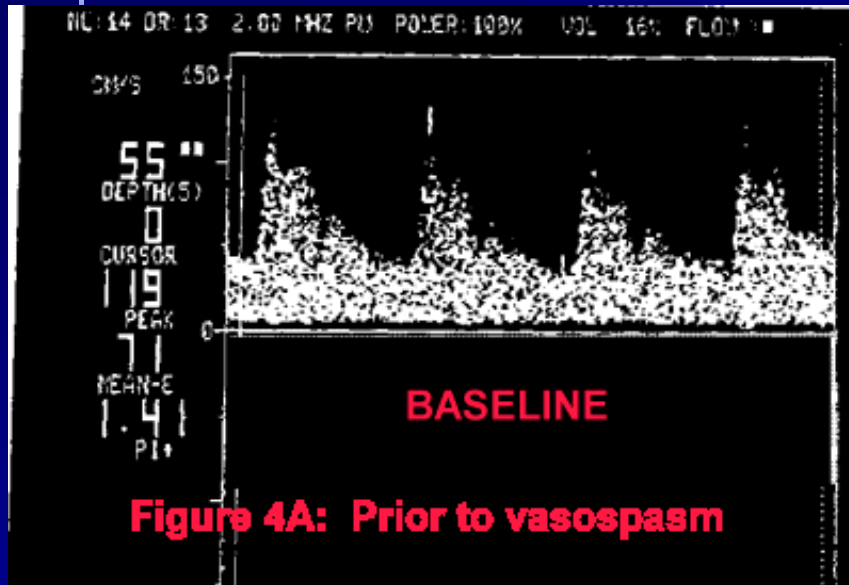
Muerte cerebral

PROGRESSED TO IC CIRCULATORY ARREST



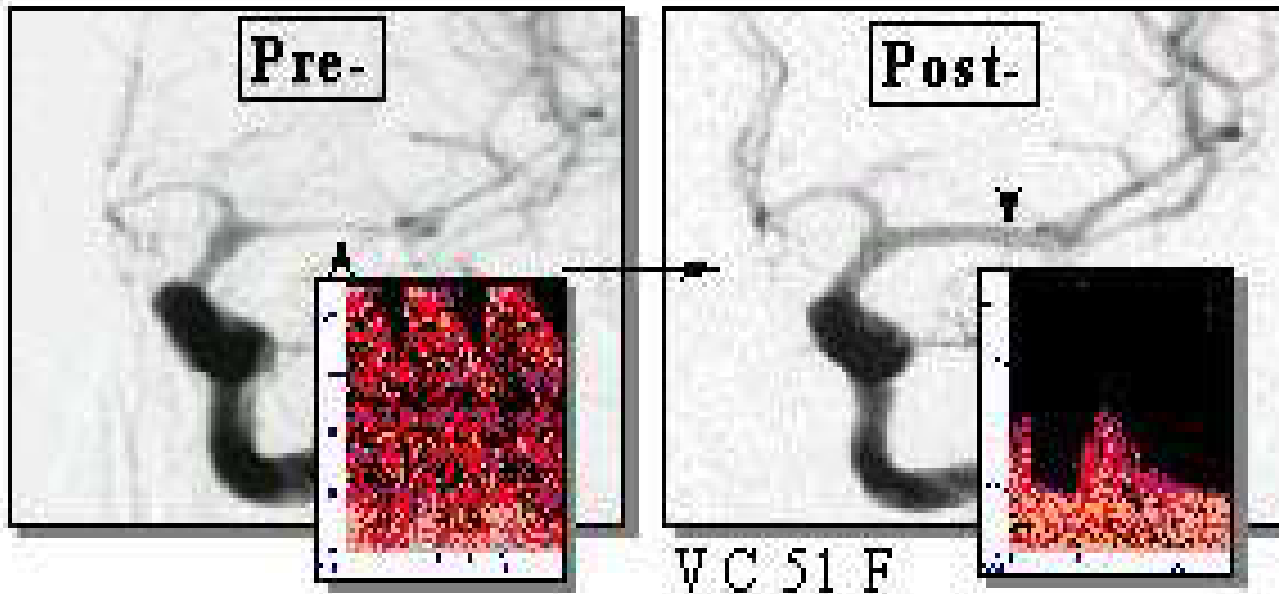
Reversión flujo, desaparición flujo diastólico

Vasoespasmismo cerebral



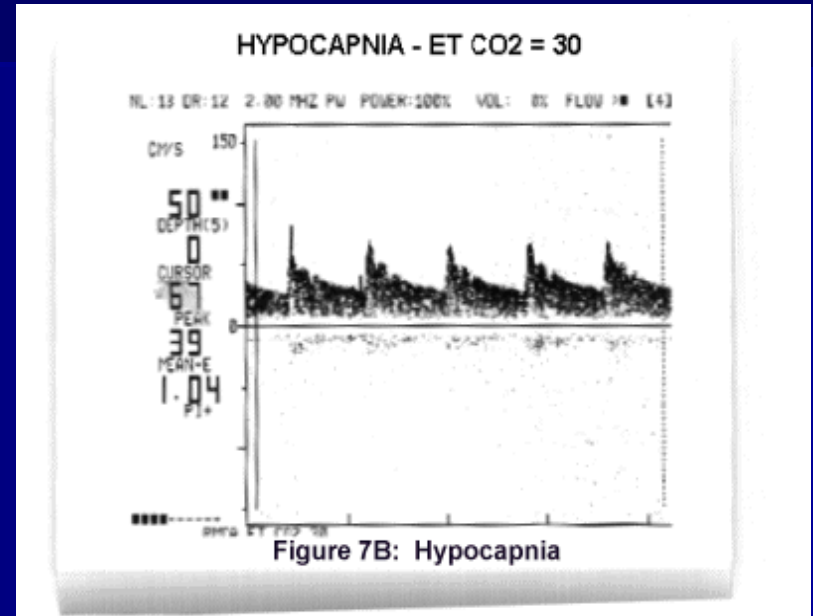
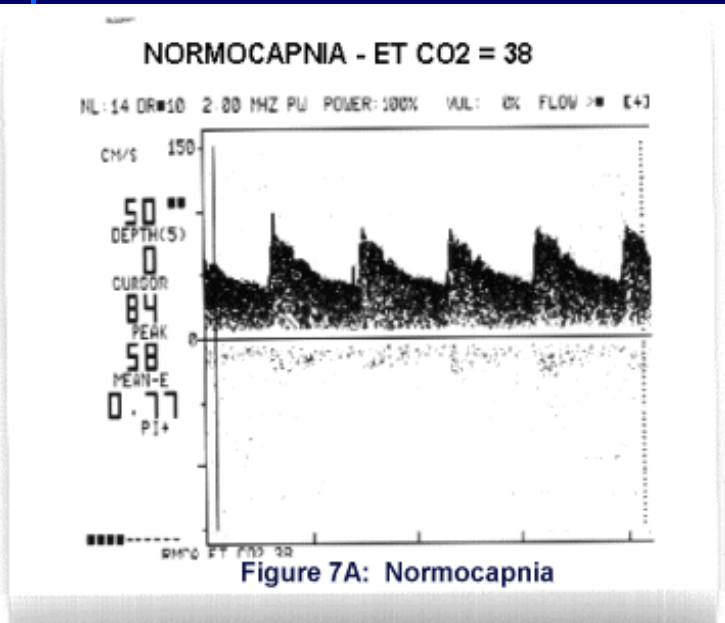
Velocidad N ACM: 60-70
Vasoespasmismo >120

Angioplasty + Papaverine



Obstrucción al flujo (imagen = vasoespasmo)

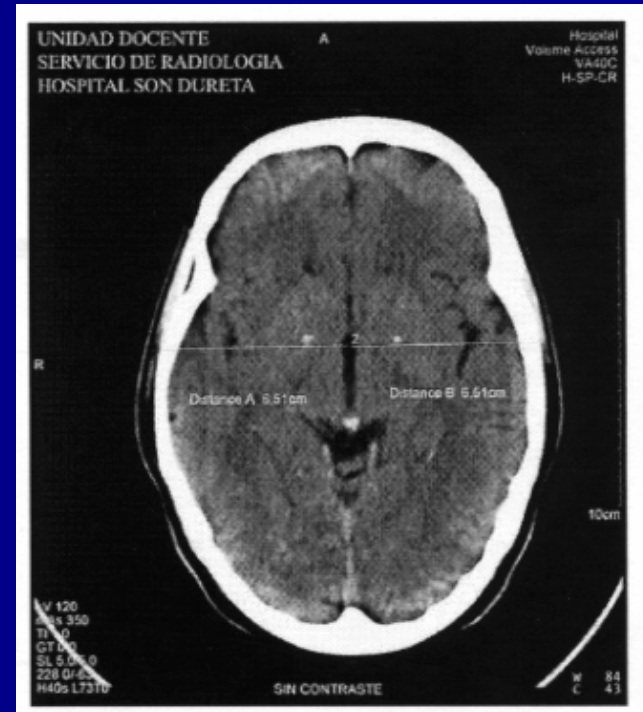
Respuesta CO2



↓ velocidad de flujo (58→39)
↑ PI

Transcranial color-coded Duplex sonography (TCCDS)

*Krejza J, Baumgartner
RW. Clinical applications of
transcranial color-coded
duplex sonography.
J Neuroimaging. 2004
Jul;14(3):215-25.*



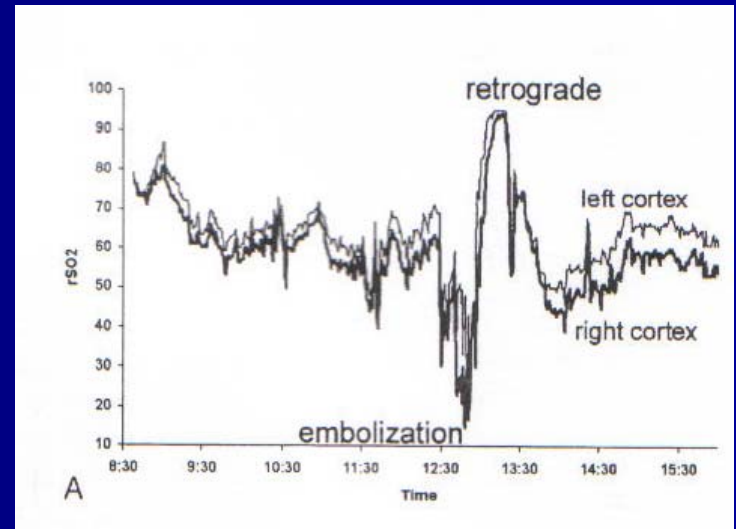
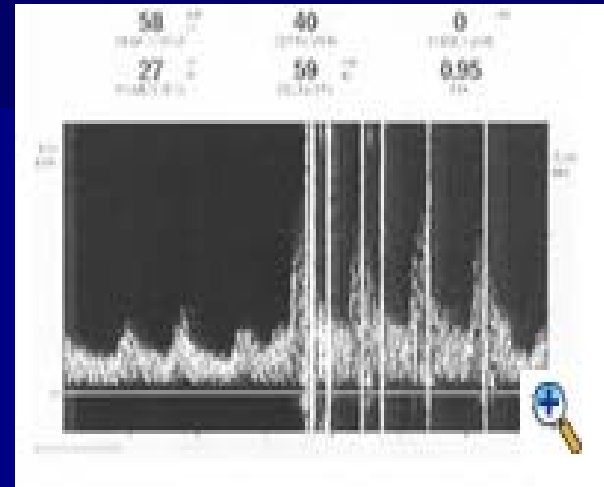
*Monitoring midline shift by transcranial color-coded
sonography in traumatic brain injury A comparison
with cranial computerized tomography. Llompert et al
Intensive Care Medicine. Vol30,(8) August 2004:1672-
1675*

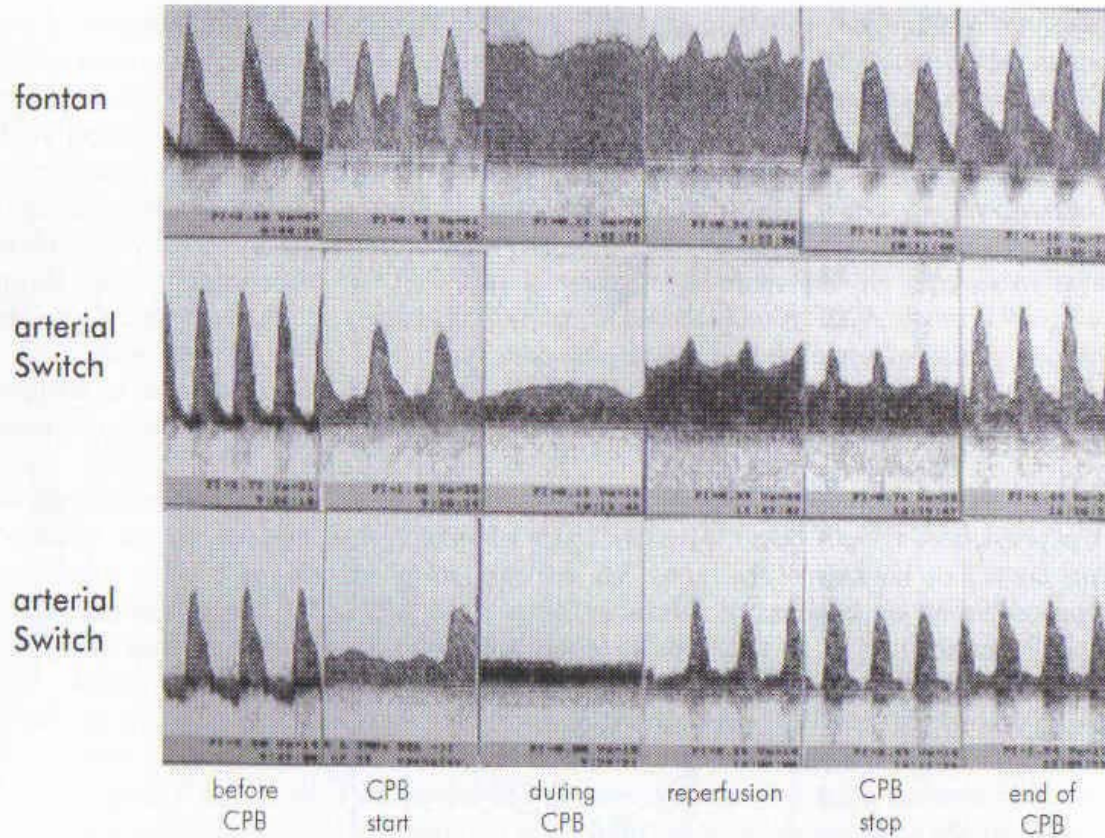
Detección de embolia aérea

Intervención Fontan.
Monitorización: EEG 8 canales,
Doppler transcraneal,
Oximetría cerebral
transcraneal

Estrategia:

- Trendeleburg forzado
- Packing hielo craneal
- Vent en aorta ascendente
- Enfriamiento rápido sistémico (silencio cortical)
- Perfusión cerebral retrógrada





Gráfica 11: Cambios típicos en la sonografía-Doppler de los perfiles de los flujos promediados en la arteria cerebral media antes, durante y después de la CEC




 702.535
 M 17/10/38 RCA
 120201
 46/87239982

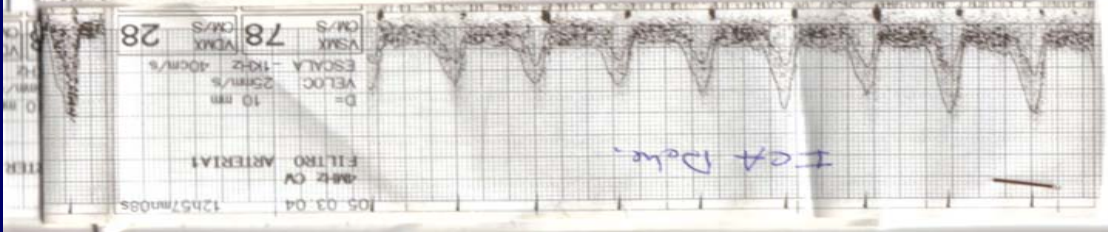
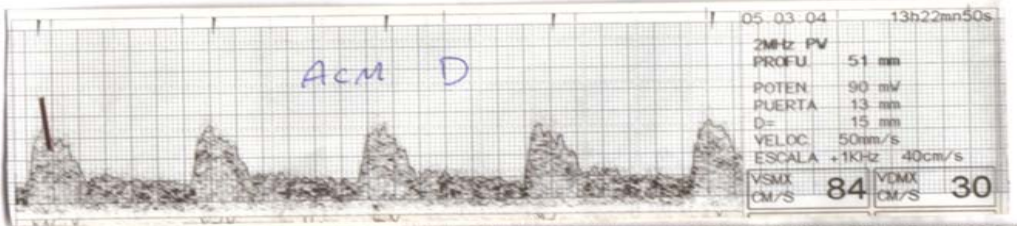
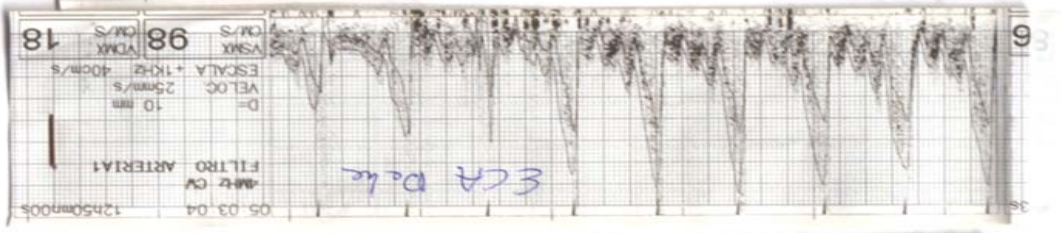
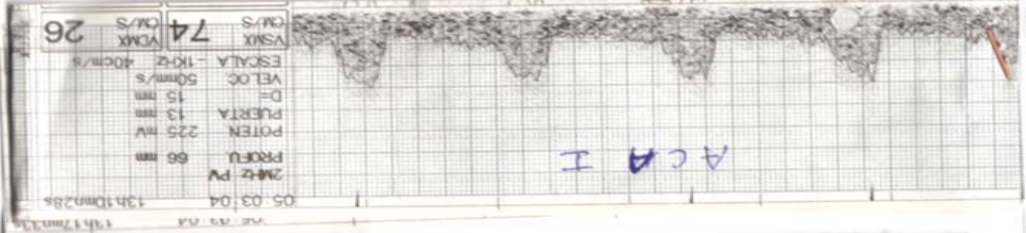


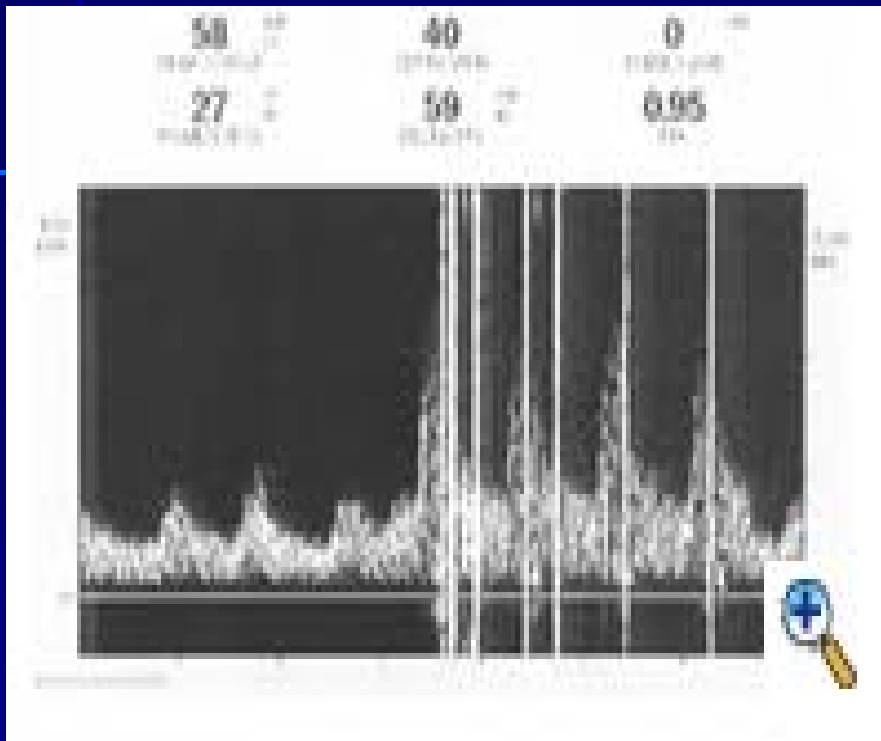
Nombre: Número de Historia: 702535

Apellidos: 05/03/04

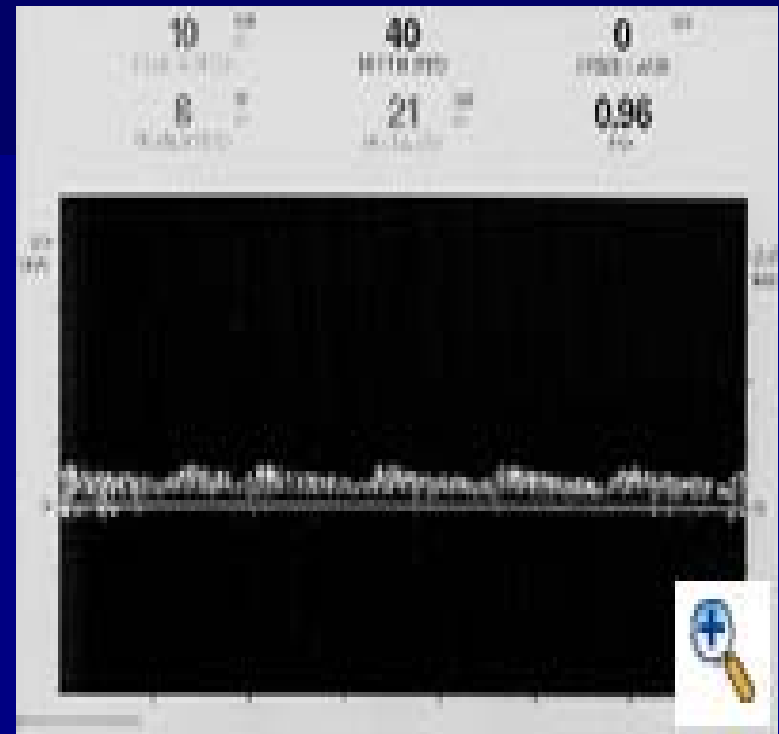
Motivo de consulta: Procedencia:

Ictus masivo tras intervención
 cardiaca





Detección aire

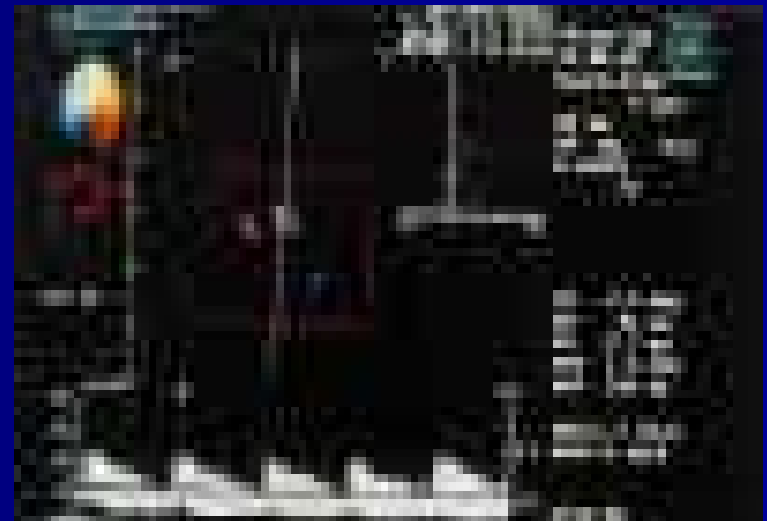
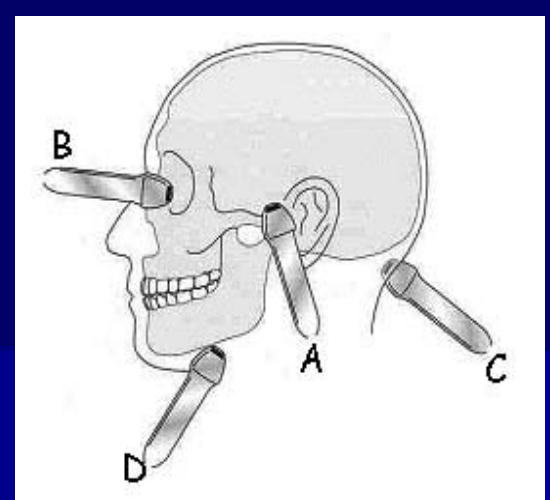


Bajo flujo

web

- <http://www.gehealthcare.com/rad/us/education/cmetchd.html>
- <http://www.uam.es/departamentos/medicina/anesnet/journals/ijeicm/vol4n1/tcd.htm>
- <http://analgesic.anest.ufl.edu/anest2/mahla/snacc/TCD/index.htm>
- <http://www.multigon.com/>

2. Doppler color arteria central de la retina



- Valora el flujo a través de la ventana orbitaria
- Detecta los cambios de forma precoz ya que valora vasos de pequeño calibre

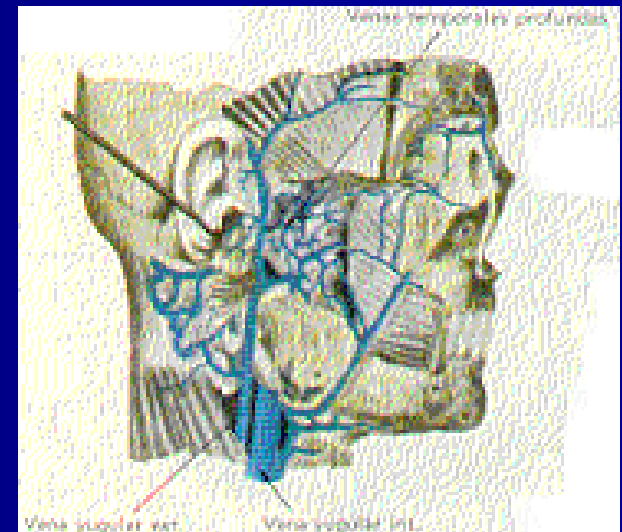
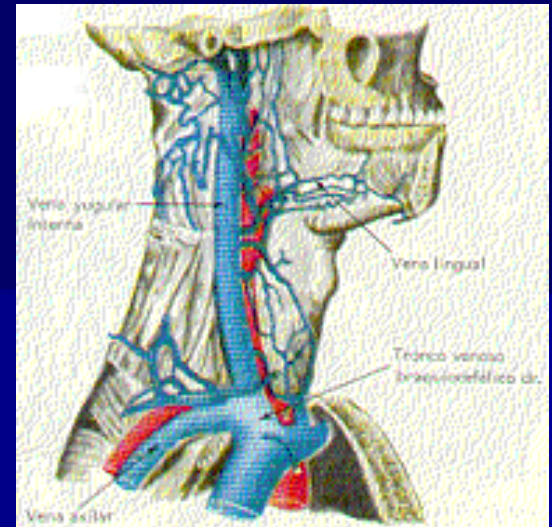
3. SjO₂

- Monitorización obligatoria TCE grave:
 - PIC (PPC)
 - SjO₂
- Determina balance aporte/consumo O₂ (AVDO₂)
- Catéter vía retrógrada 12-13 cm (Rx: 1^a-2^a v. cervical)
- Valores normales:
 - SjO₂ 55 (60)-75%
 - ADV_O 4-8 mlO₂/100 mL



Sj02

- Sangre subcortical: VYI izquierda
- Sangre cortical: VYI derecha
- 2/3 hemisferio ipsilateral
- Contribución extracraneal: 0-6.6% (vena facial)



SjO₂

- FSC insuficiente (hipoperfusión): SjO₂ < 55% y AVDO₂ > 9
- FSC excesivo (hiperemia): SjO₂ > 75% y AVDO₂ < 5 (se complementaria con DTC, PtiO₂)
- $FSC = CMRO_2 / AVDO_2$ $AVDO_2 = CMRO_2 / FSC$
- $AVDO_2 = 1.34 \times Hb (SaO_2 - SjO_2) / 100$
- Si HB y SaO₂ son constantes: CEO₂ = SjO₂
- En TCE SjO₂ < 50% > 10' y de forma reiterada = mal pronóstico.

SjO2

■ Indicaciones:

– Dato de oxigenación global en TCE
(valoración hiperventilación)

■ *Coles JP. CCM 2002;30: 1950-55:*
pCO₂<34 posible SjO₂ correcta, pero
en PET, perfusión regional anómala

– HSA

– CEC

– Muerte encefálica

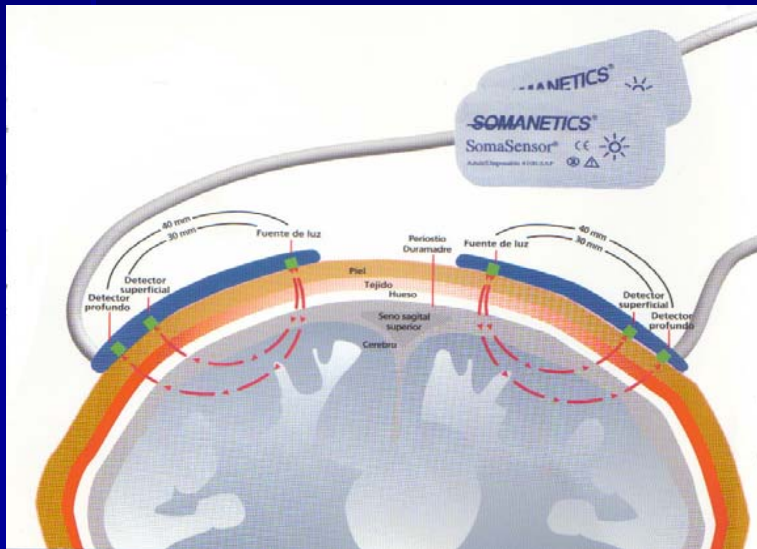
■ BTF:

<http://www2.braintrauma.org/guidelines/index.php>

4. INVOS (in vivo optical spectroscopy)

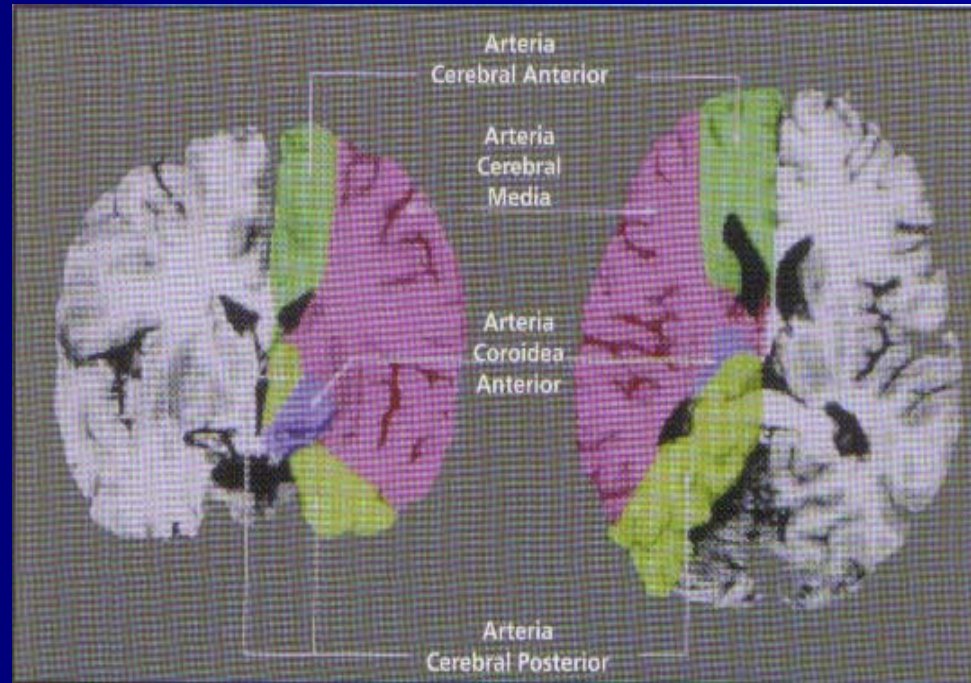
Espectroscopia cercana al infrarrojo (NIRS)

- Balance aporte-consumo de oxígeno
- Rango de normalidad 55-75%
- Utilidad: seguimiento de la tendencia
- Tiempo respuesta 4''



INVOS

- Longitud de onda 700-1000nm
- Saturación regional de oxígeno
- No necesita flujo pulsátil
- Mezcla sangre venosa (75%), Sangre arterial (20%), Sangre capilar (5%)



INVOS

- Vasoespasmos (HSA)
- Tratamiento endovascular de aneurismas
- Endarterectomía carotídea ($\downarrow > 20\%$ basal)
- CEC

Hipoxia intraoperatoria no diagnosticada puede aumentar la morbilidad y estancia hospitalaria *Ann Thorac Surg* 2002;73:373

Detección de isquemia cerebral durante CEC:

Oclusión por falsa luz
de arterias carótidas
en el inicio de CEC
por arteria femoral
en disección aórtica
tipo A.

inicio de perfusión
cerebral anterógrada
bilateral 10
ml/kg/min

Ann Thorac Surg
2003;75

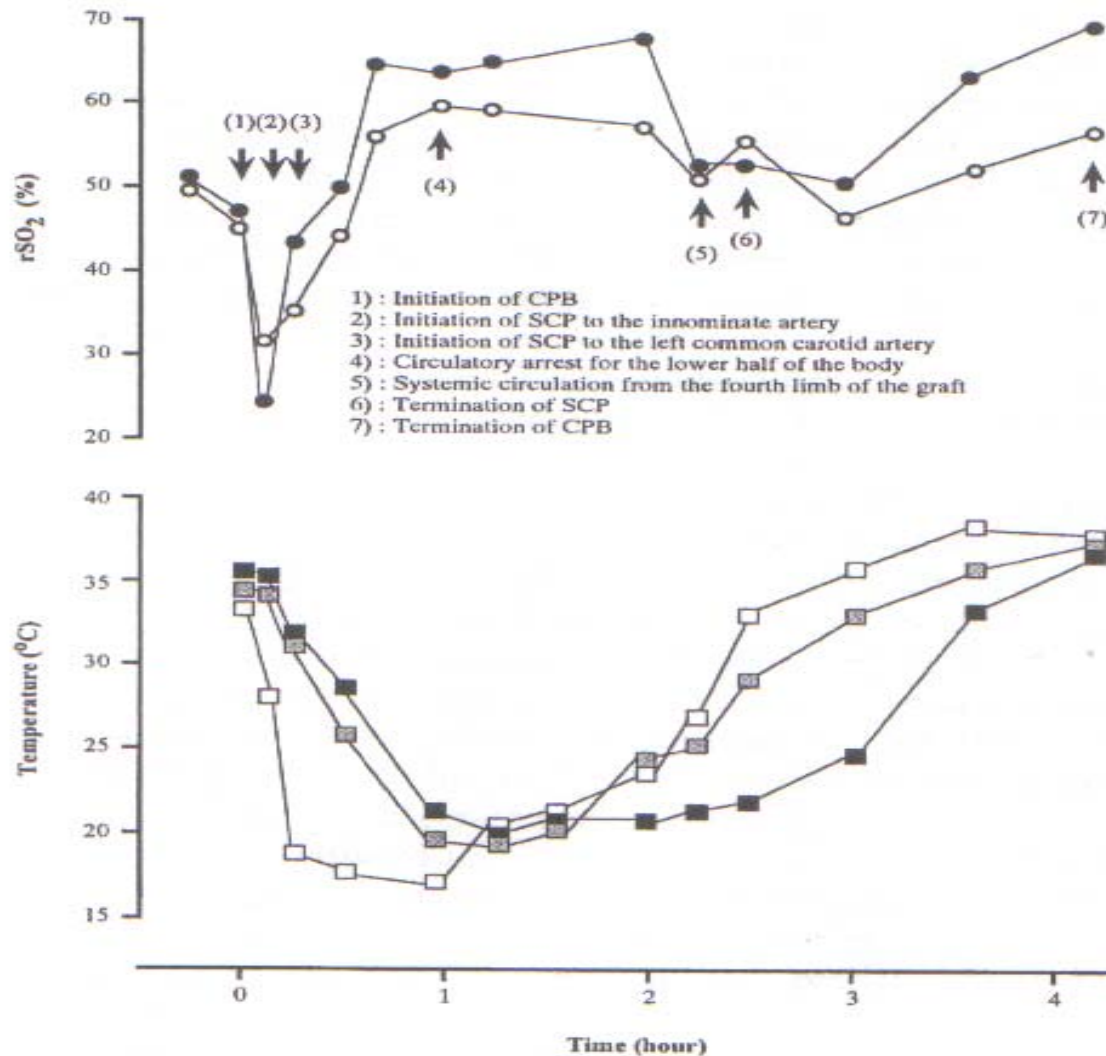


Fig 1. Changes in (top) regional cerebral oxygenation (rSO₂) and (bottom) rectal and right tympanic temperatures during cardiopulmonary bypass (CPB). Solid circles = right INVOS; open circles = left INVOS; open squares = perfused blood temperature; shaded squares = rectal temperature; solid squares = right tympanic temperature. (INVOS = spectrophotometer probes; SCP =

rSO2 (regional) - SjO2 (global)

↓SjO2- rSO2 :

- ↑ CMRO2
- ↓ FSC (hipotensión, ↓ PaCO2)
- ↓ SaO2 (Ht, PaO2)

↑SjO2 - rSO2 :

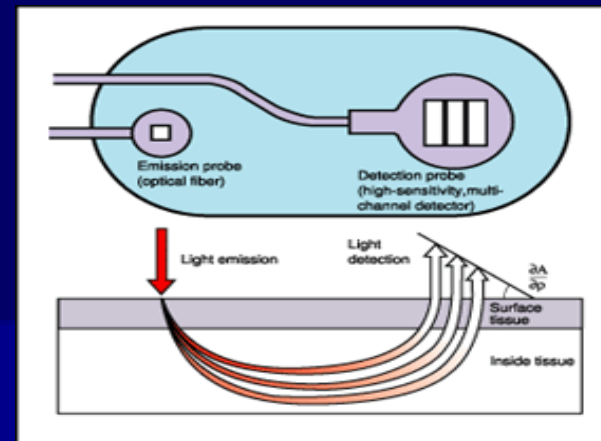
- ↓ CMRO2
- Desplazamiento curva de la disociación de la Hb a la izquierda (alcalosis, hipotermia)

de Vries JW Neuromonitoring in defibrillation threshold testing. A comparison between EEG, near-infrared spectroscopy and jugular bulb oximetry.

Clin Monit. 1997 Sep;13(5):303-7.

Schindler E Cerebral oximetry by infrared spectroscopy in comparison with continuous measurement of oxygen saturation of the jugular vein bulb in interventions of the external carotid artery. *Vasa*. 1995;24(2):168-75.

5. NIRO - 300



- Cuantifica la oxigenación cerebral o muscular.
- Dos metodos de detección:
 - 1.SRS (spatial resolved spectroscopy):**
 - índice de oxigenación tisular (TOI: 60-85%) y
 - índice de hemoglobina tisular (THI)
 - 2.Beer-Lambert:** cambios relativos en hemoglobina total, oxigenada y reducida. cambios en citocromo aa3.

NIRO - 300

- Forma simultanea, bihemisferica y a tiempo real
- Permite tener una información detallada de la situación hemodinámica
- Si se combina con un bolus de verde de indocianina puede medir tambien el índice de flujo sanguineo cerebral



NIRO - 300

■ Indicaciones:

- neonatos, cirugía de carótida, c.cardiaca, c.pulmonar, UCI

La reducción de la HbO₂ durante DHCA predice cambios histológicos cerebrales (MRI) Ann Thorac Surg 2000

- y en todas aquellas situaciones para valorar los cambios en la hemodinamica cerebral (manipulación, farmacos, hiperventilación etc).

NIRO - 300

Caso 1: HSA- CGS 3

TOI inicial 55%

↓ TA → PC

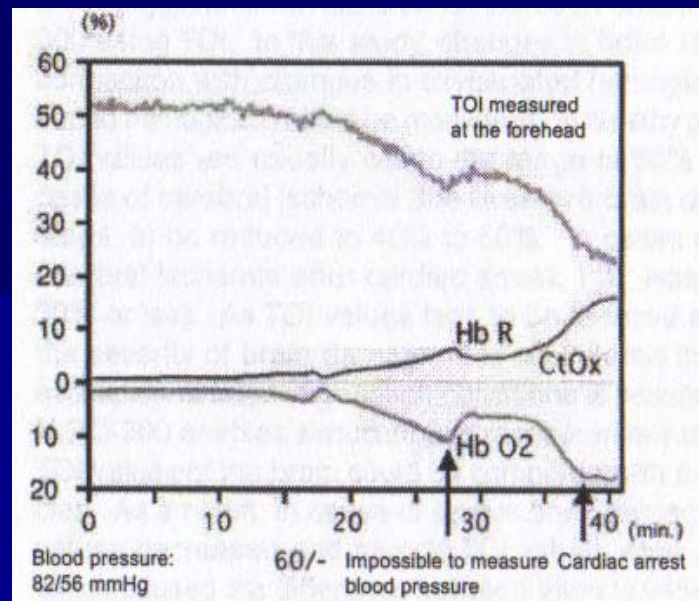
↓ TOI

↓ OxiHb y ↑ Hb reducida

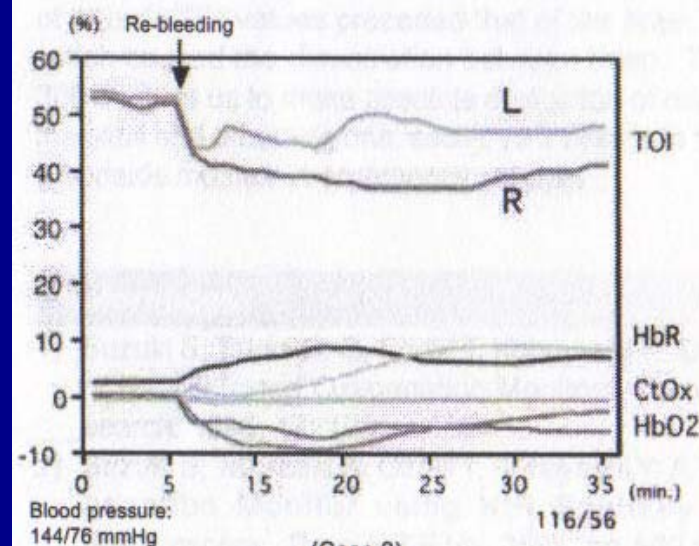
Caso 2: HSA - CGS 6

TOI inicial 55%

Resangrado

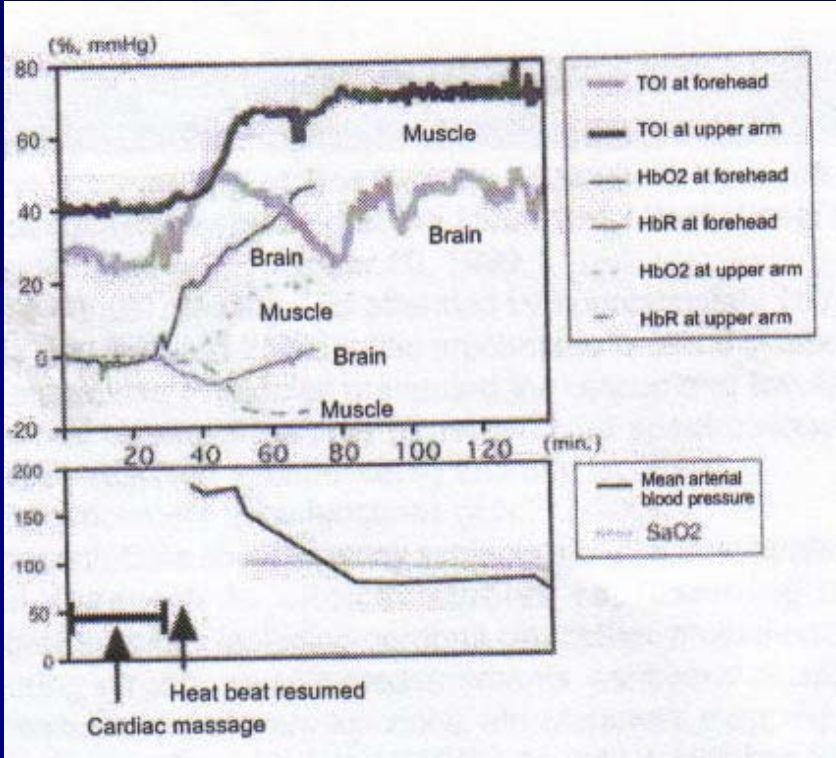
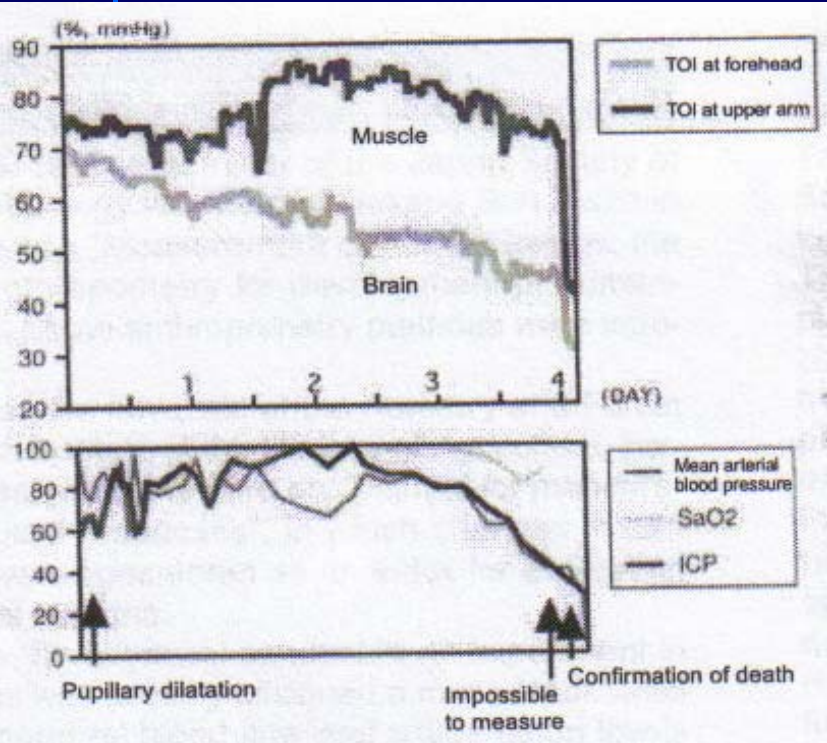


(Case 1)



(Case 2)

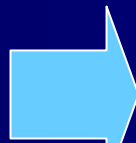
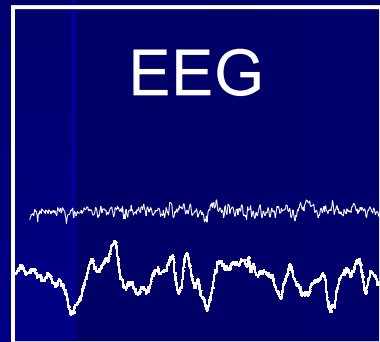
NIRO - 300



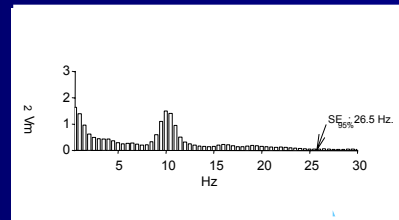
Caso 3:
 HSA, CGS 3
 ↑ progresivo PIC

Caso 4:
 ♂ 50 a.
 Ingreso en PCR
 TAC: HSA

6. Índice Biespectral



EEG procesado



Subparámetros:

Tasa de:

- supresión
- “quazi supr”

SynchFastSlow
Indices Beta relativo
Otros subparámetros
espectrales y
biespectrales

Indices
Biespectrales



Correlación clínica

- Sedación
- Hipnosis
- Consciencia
- Memoria

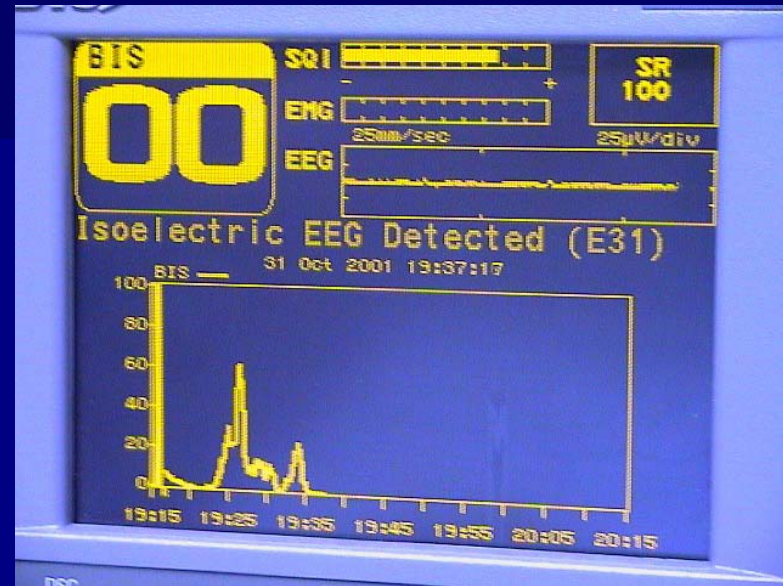


Métodos de análisis

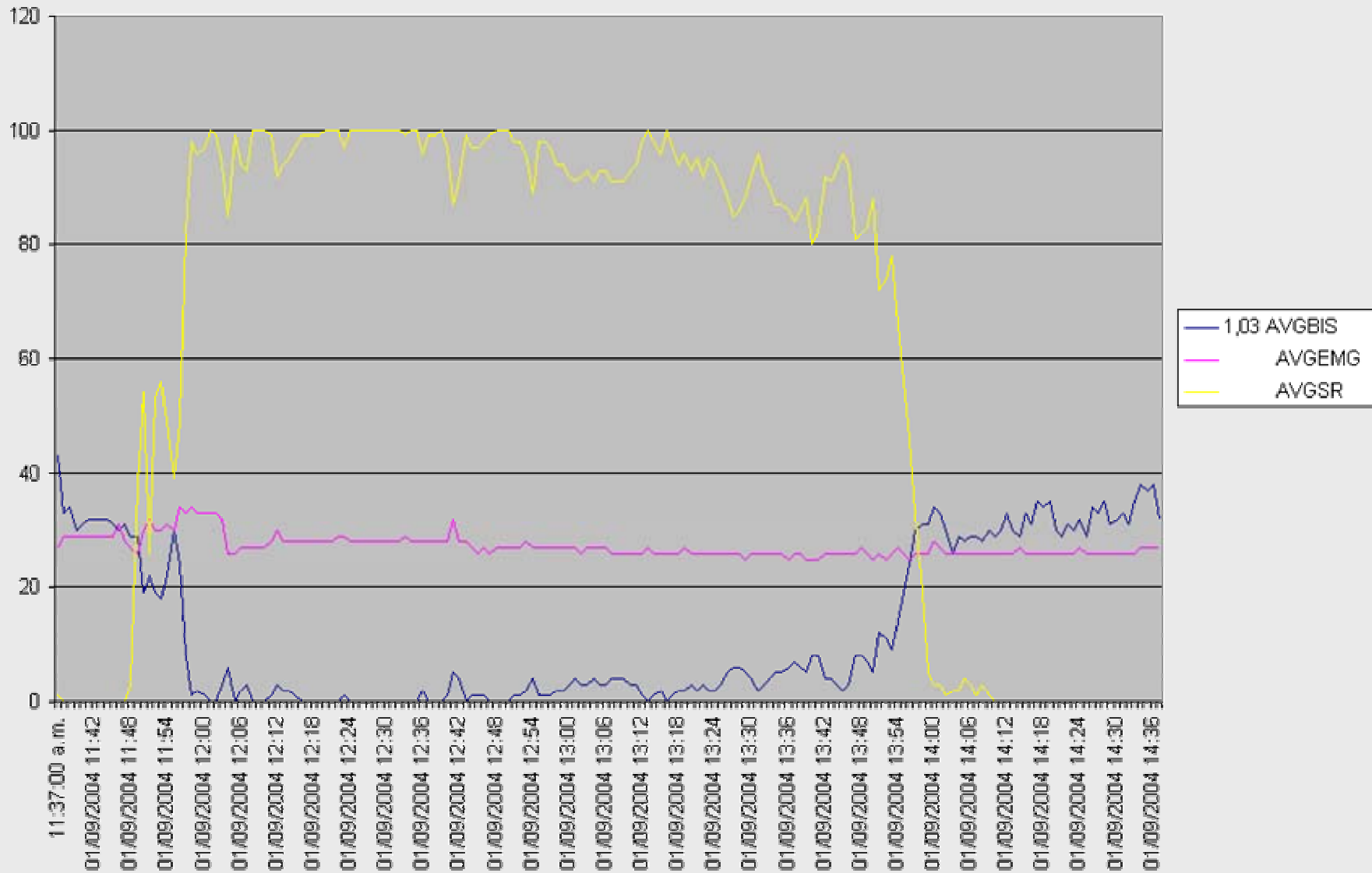
- A. temporal
- A. espectral
- A. biespectral

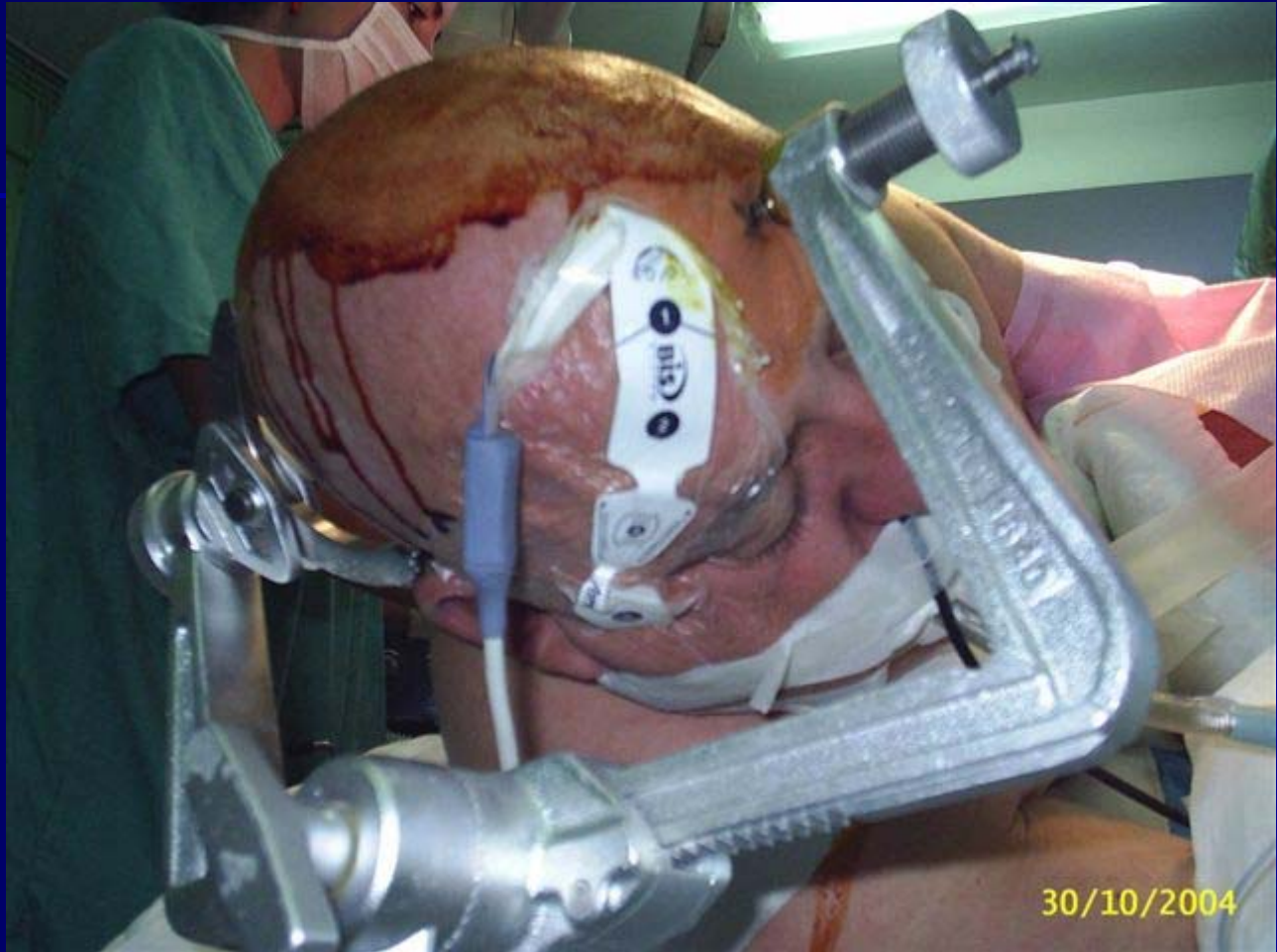
■ Disminución brusca BIS:

- Disminución severa del flujo cerebral
 - (clampaje carotideo, infarto masivo, embolia aérea)
- Bajo gasto cardiaco
- Paro cardiaco
- Hipoperfusión durante CEC
- Hipotermia: $1^{\circ}\text{C} = \downarrow 1.12 \text{ BIS}$



Parada circulatoria: BIS=0 TS=100







Anesth Analg 2004;98:1773-5



BIS y TCE

Valoración de la sedación adecuada para iniciar la relajación muscular (medida de primer nivel para tto de PIC elevada)

Control coma barbitúrico

Valoración retirada de sedación

Table 4. Comparison between Both Studied Groups

	No Recovery of Consciousness	Recovery of Consciousness
n	6	19
BIS minimum	36 (2–41)	40 (11–96)
BIS mean*	42.5 (13–48.5)	62.5 (35–97)
BIS maximum*	47.5 (24–56)	90 (40–98)
BIS range*	12.5 (3–22)	35 (2–72)
EMG*	0.5 (0–1)	3 (1–10)
BSR	2 (0–98)	0 (0–21)
SQI*	10 (9–10)	9 (4–10)
SEF _{95%} minimum	10.8 (6.5–11.3)	7.2 (2.8–15.3)
SEF _{95%} maximum	12 (8.5–20)	13.2 (5–28.5)
APACHE II	19.5 (11–29)	18 (8–26)
TISS	45.5 (41–54)	46 (26–72)
GCS admission	4 (3–8)	4 (3–13)
GCS day BIS*	3 (3–8)	8 (3–10)
Days of sedation	4.5 (0–9)	4 (1–17)
Days without sedation	3 (1–7)	2 (1–14)
Days of follow up	18 (2–90)	60 (18–180)

Data are expressed as median (range).

* $P < 0.05$.

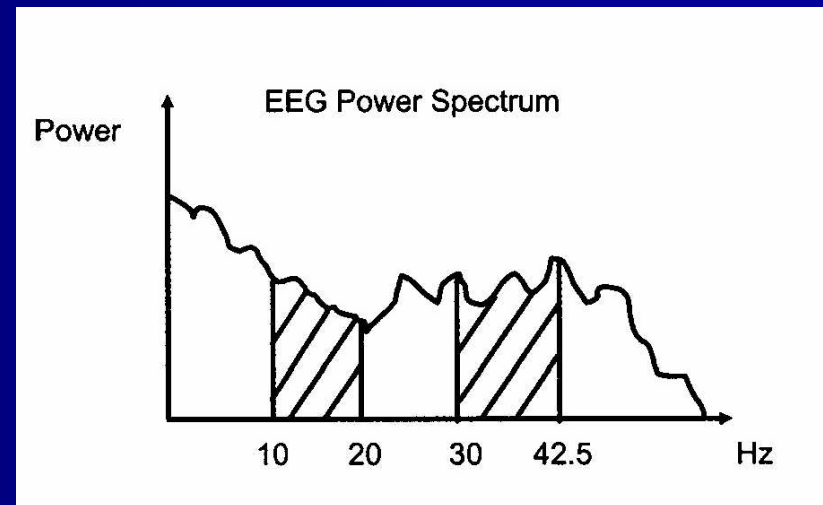
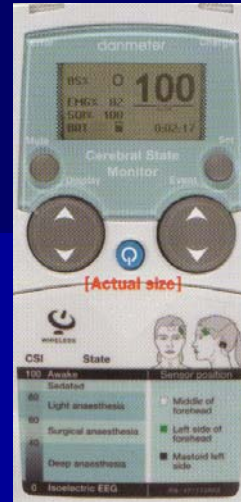
BIS = Bispectral Index; BSR = burst suppression ratio; EMG = spontaneous frontal electromyography; GCS = Glasgow Coma Score; SE_{95%} = 95% Spectral edge frequency; SQI = signal quality index; TISS = Therapeutic Interventional Scoring System.

Can bispectral index monitoring predict recovery of consciousness in patients with severe brain injury?

Fàbregas et al. Anesthesiology 2004;101:43-51

7. CSM (Cerebral State Monitor)

Análisis de fluctuaciones sin tendencias:
 β ratio, α ratio, β ratio- α ratio, BS% \longrightarrow
Clasificador Lógica difusa: CSM

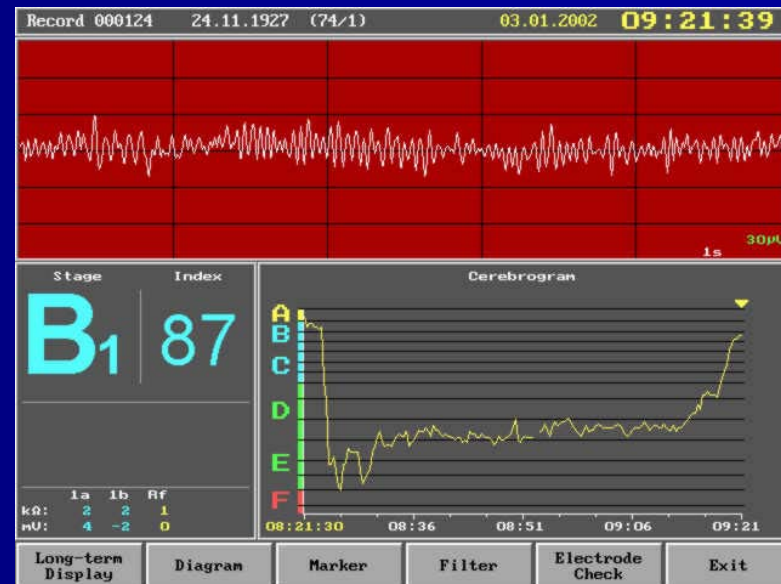


CSM



Neurotrend®

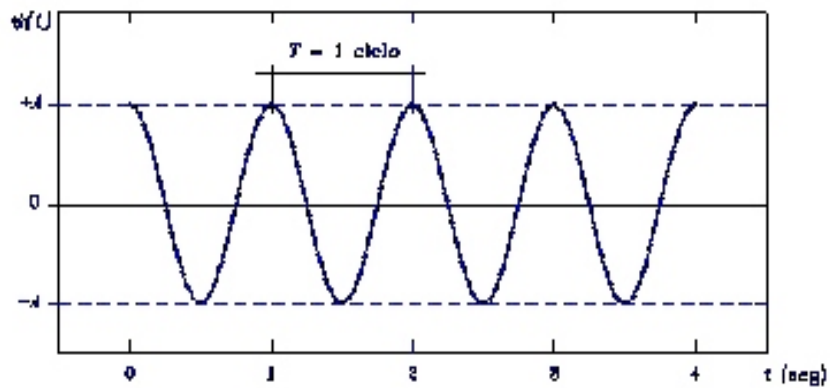
- Analisis EEG
- Define "estados narcóticos"
- 14 estados:
- A: despierto
- D0-D1-D2-E0-E1: anestesia adecuada
- F0: BS
- F1: EEG isoelectrico



8. ENTROPÍA:

- **La complejidad** del EEG es mayor durante la conciencia (más caótico).
- **La “regularidad”** del EEG se incrementa a medida que aumenta la profundidad de la anestesia (la entropía decrece)
- Aplicando el **algoritmo de la entropía** aproximada al EEG se obtiene un parámetro que valoraría el componente hipnótico de la anestesia





$$\psi(t) = A \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$$

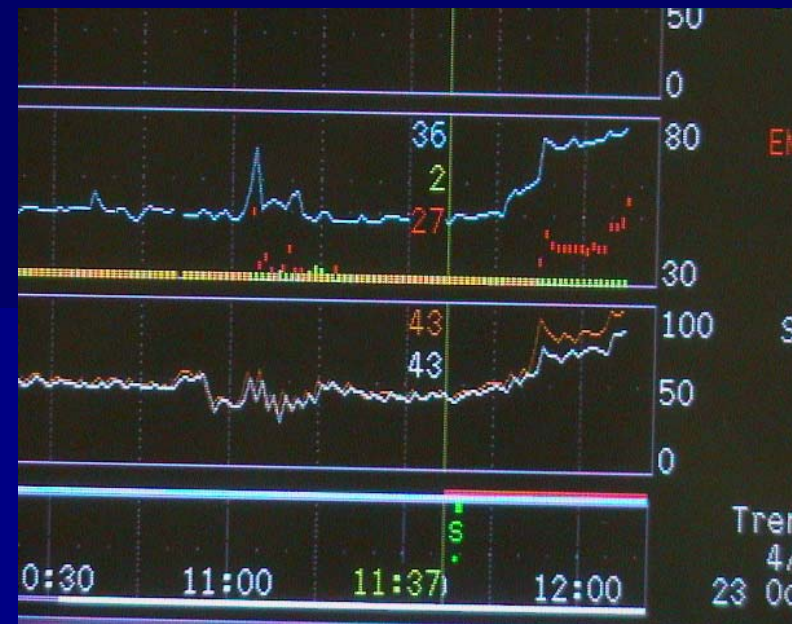


Una sola frecuencia
Señal regular y
“predecible”

(2-1)



Gran número de
frecuencias
Señal irregular y “caótica”



Comparado con BIS y PEALM, la entropía es útil para la detección de la profundidad anestésica. El BIS es el que mejor detecta la dosis-respuesta de propofol. *Anesthesiology 101(1):34-42, July 2004*

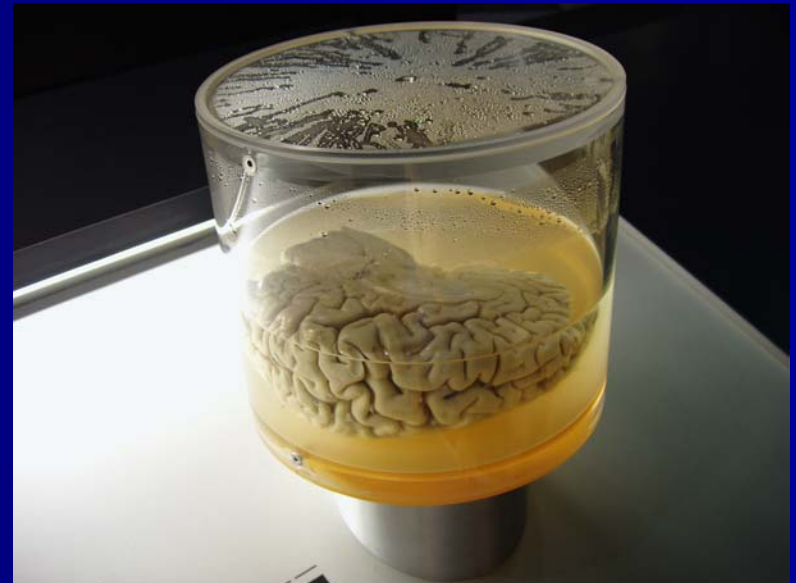
9. POTENCIALES EVOCADOS:

- Exploración neurológica intraoperatoria C. de la escoliosis
- PEALM: valoración profundidad anestésica
- Pronóstico tras PCR



10. Marcadores bioquímicos: S-100 β , enolasa específica neuronal

- Marcadores biológicos de daño cerebral
 - Daño cerebral c. cardiaca con/sin CEC
Eur J Cardiothorac Surg 2004
Mar;25(3):409-14
- Implicación en la selección de futuras estrategias de neuroprotección? *Stroke* 2004 Feb(19)



Hombre

www.tonterias.com

SEXO

ON



OFF

Mujer

Control panel for a woman, featuring numerous knobs and sliders for various settings:

- Left side:** ¿me quieres?, ¿que piensas?, no me entiendes, BODA, venganza, noche, telefono, cama.
- Top row:** ya no es lo mismo, dia, periodo, marcha, orgasmo.
- Middle row:** hijos, maternidad, hogar, envidias, bolsos, compras, zapatos, escaparatés, maquillaje, pendientes, trabajo, sueño, cocina, sensibilidad.
- Right side:** ganas de baile, sexo animal, sexo activo, sexo pasivo, ahora no, dolor de cabeza, que no!, enfados, celos, alegrías, contador de besos, depilación, baño, peluquería.

Additional controls include a 'SEXO' radio button, 'ON/OFF' switch, and 'AMIGAS' 'ON/OFF' switch.