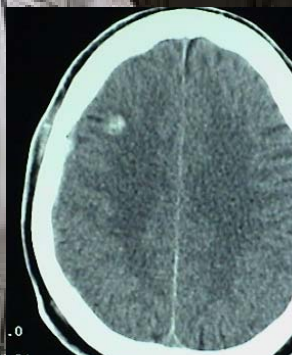
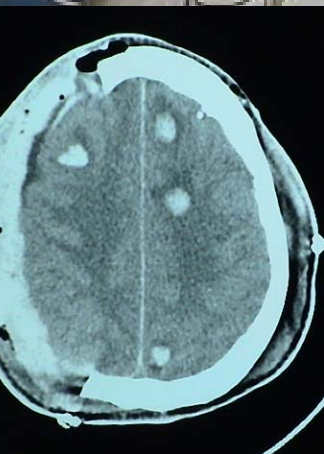


Manejo actualizado del TCE

www2.braintrauma.org

www.neurotrauma.com



Dra. Neus Fàbregas
Servicio de Anestesiología.

SARTD- CHGUV - Sesión de Formación Continua +100
Valencia 15 de Mayo 2007



CLÍNICA
BARCELONA
Hospital Universitari

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

OBJETIVOS GENERALES TRATAMIENTO TCE

1. Mantener la PIC < 20 mmHg
2. Evacuar las lesiones ocupantes de espacio > 25-50 mL*
3. Mantener la PPC \geq 60 mmHg y la PAM \geq 90 mmHg
4. Hemoglobina \geq 11 g dL⁻¹
5. PaO₂ entre 100 - 120 mmHg
6. SjO₂ > 60 %
7. Glucemia < 120-180 mg dL⁻¹
8. Na⁺ entre 135-145 mEq L⁻¹ (máximo 155 mEq L⁻¹)
9. Osmolalidad entre 285-320 mOsm Kg⁻¹
10. Normotermia (temperatura central < 37°C)

Sahuquillo J et al. Neurocirugía 2002;13:78-100

Bullock et al, BTF Surgical Guidelines Neurosurgery 2006; 58:S2-3

Guías clínicas:

Monitorización de la Presión intracraneal

Monitorizar la PIC en todos los
TCE grave (Glasgow \leq a 8) y
TC craneal anormal

Brain Trauma Foundation

Monitorizar la PIC en TCE con TC craneal normal si presentan dos o más criterios:

- > 40 años

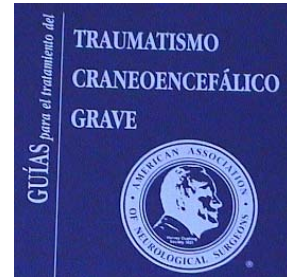
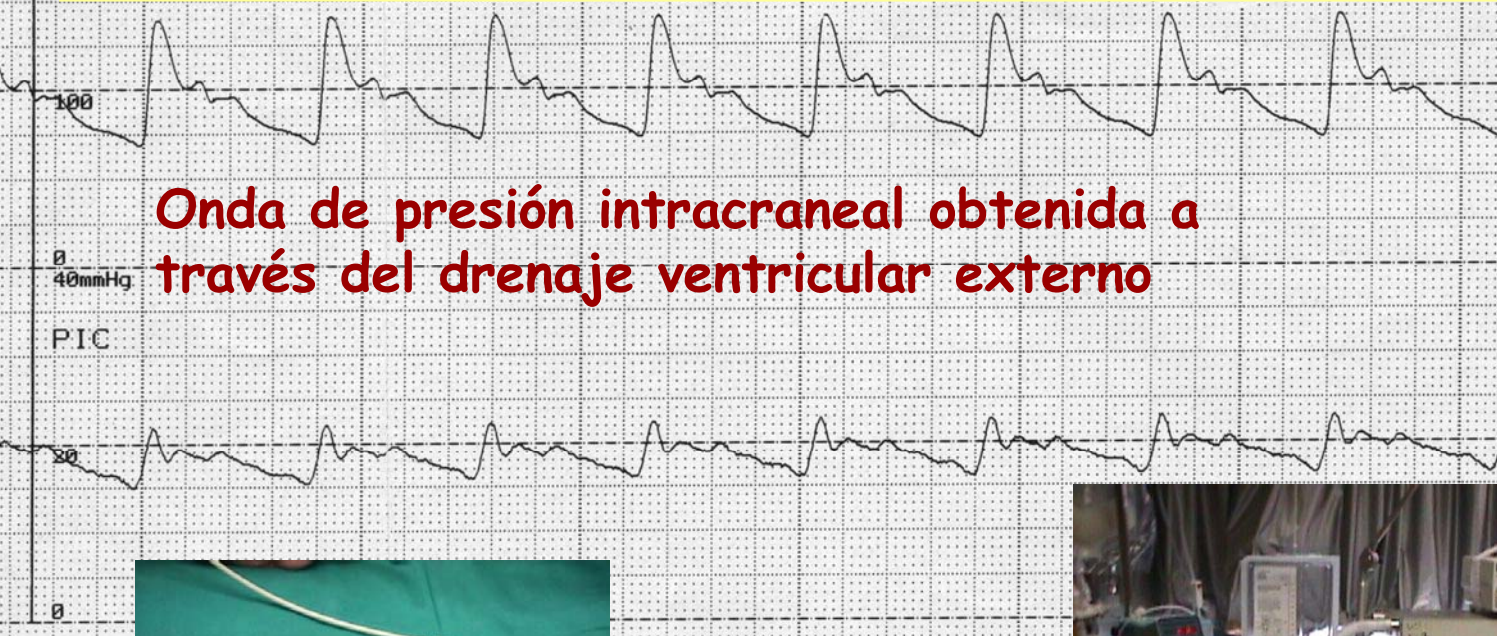


- respuestas motoras anormales (uni o bilaterales)
- hipotensión arterial (TAs < 90 mmHg)

Guías clínicas

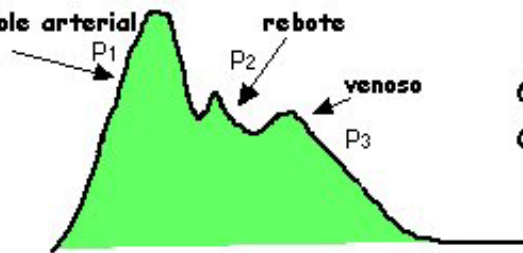
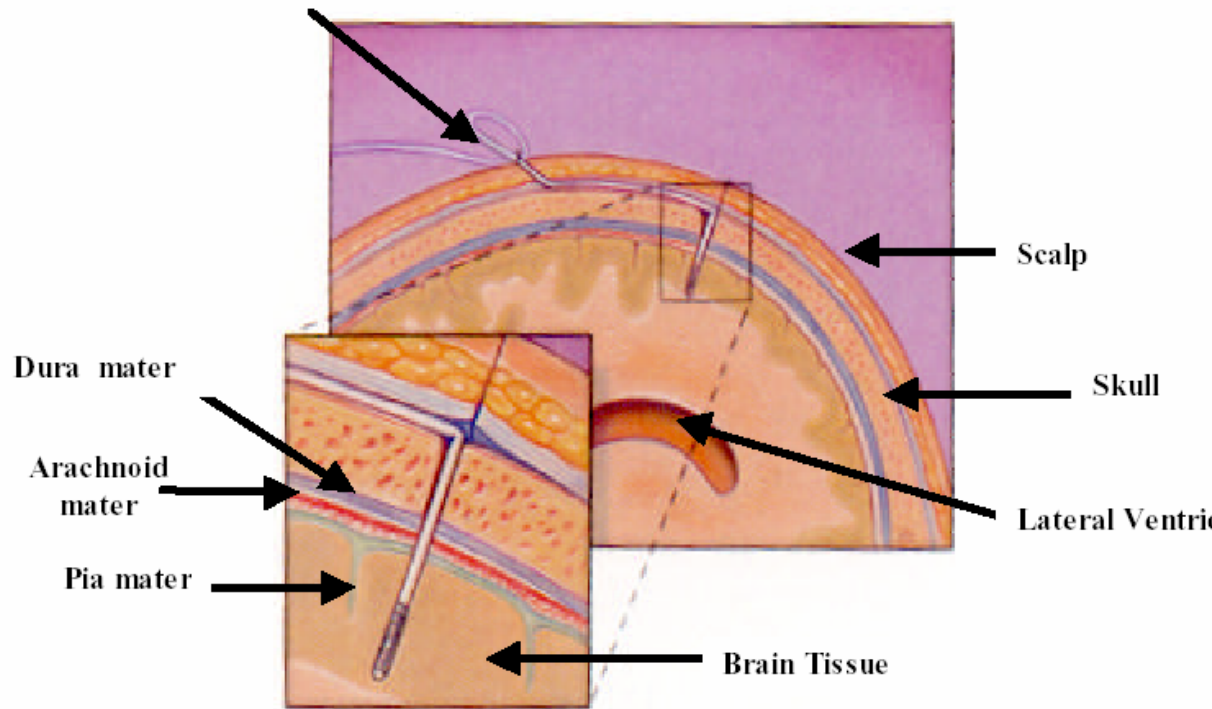
Brain Trauma Foundation

Monitorización de la Presión intracraneal

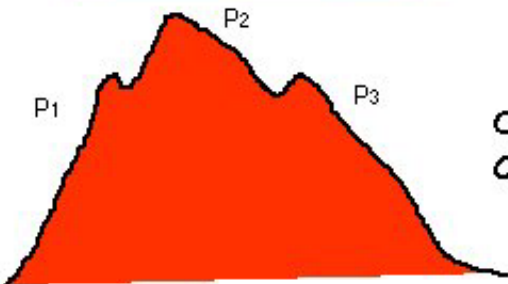


atéter intraventricular conectado a un transductor electromecánico externo (patrón de referencia estándar para la monitorización de la PIC) permite drenaje terapéutico del LCR

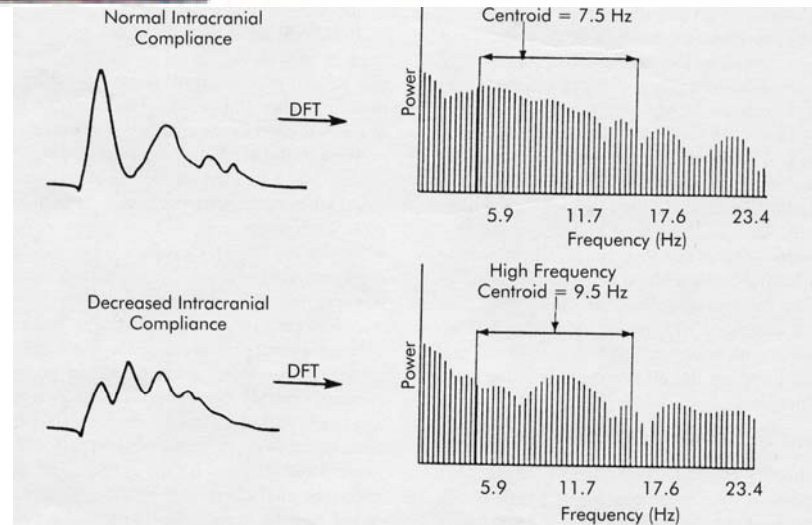
Parenchymal ICP Catheter



Onda de baja presión
Craneo compliante



Onda de alta presión
Craneo no compliante



Ross Bullock, M.D., Ph.D.

Department of Neurological Surgery,
Virginia Commonwealth University
Medical Center,
Richmond, Virginia

Daniel Chesnut, M.D.

Department of Neurological Surgery,
University of Washington
School of Medicine,
Burien Medical Center,
Burien, Washington

Mehmet Ghajar, M.D., Ph.D.

Department of Neurological Surgery,
Cornell Medical College of
Weill University,
New York, New York

SURGICAL MANAGEMENT OF ACUTE EPIDURAL HEMATOMAS

RECOMMENDATIONS

(see *Methodology*)

Indications for Surgery

- An epidural hematoma (EDH) greater than 30 cm³ should be surgically evacuated regardless of the patient's Glasgow Coma Scale (GCS) score.
- An EDH less than 30 cm³ and with less than a 15-mm thickness and with less than a 5-mm midline shift (MLS) in patients with a GCS score greater than 8 without focal deficit can be managed nonoperatively with serial computed tomographic (CT) scanning and close neurological observation in a neurosurgical center.

Timing

- It is strongly recommended that patients with an acute EDH in coma (GCS score < 9) with anisocoria undergo surgical evacuation as soon as possible.

Methods

- There are insufficient data to support one surgical treatment method. However, craniotomy provides a more complete evacuation of the hematoma.

KEY WORDS: Coma, Computed tomographic parameters, Craniotomy, Epidural, Head injury, Hematoma, Surgical technique, Timing of surgery, Traumatic brain injury

Neurosurgery 58:S2-7-S2-15, 2006

DOI: 10.1227/01.NEU.0000210363.91172.A8

www.neurosurgery-online.com



Mortalidad: 10%

SARTD- CHGUV - Sesión de Formación Continuada

Valencia 15 de Mayo 2007

M. Ross Bullock, M.D., Ph.D.

Department of Neurological Surgery,
Virginia Commonwealth University
Medical Center,
Richmond, Virginia

Randall Chesnut, M.D.

Department of Neurological Surgery,
University of Washington
School of Medicine,
Harborview Medical Center,
Seattle, Washington

Jamshid Ghajar, M.D., Ph.D.

Department of Neurological Surgery,
Weil Cornell Medical College of
Cornell University,
New York, New York

David Gordon, M.D.

Department of Neurological Surgery,
Montefiore Medical Center,
Bronx, New York



SURGICAL MANAGEMENT OF ACUTE SUBDURAL HEMATOMAS



RECOMMENDATIONS

(see *Methodology*)

Indications for Surgery

- An acute subdural hematoma (SDH) with a thickness greater than 10 mm or a midline shift greater than 5 mm on computed tomographic (CT) scan should be surgically evacuated, regardless of the patient's Glasgow Coma Scale (GCS) score.
- All patients with acute SDH in coma (GCS score less than 9) should undergo intracranial pressure (ICP) monitoring.
- A comatose patient (GCS score less than 9) with an SDH less than 10-mm thick and a midline shift less than 5 mm should undergo surgical evacuation of the lesion if the GCS score decreased between the time of injury and hospital admission by 2 or more points on the GCS and/or the patient presents with asymmetric or fixed and dilated pupil and/or the ICP exceeds 20 mm Hg.

Timing

- In patients with acute SDH and indications for surgery, surgical evacuation should be performed as soon as possible.

Methods

- If surgical evacuation of an acute SDH in a comatose patient (GCS < 9) is indicated, it should be performed using a craniotomy with or without bone flap removal and duraplasty.

KEY WORDS: Coma, Computed tomographic parameters, Craniotomy, Decompressive craniectomy, Head injury, Hematoma, Intracranial pressure monitoring, Salvageability, Subdural, Surgical technique, Timing of surgery, Traumatic brain injury

Neurosurgery 58:S2-16-S2-24, 2006

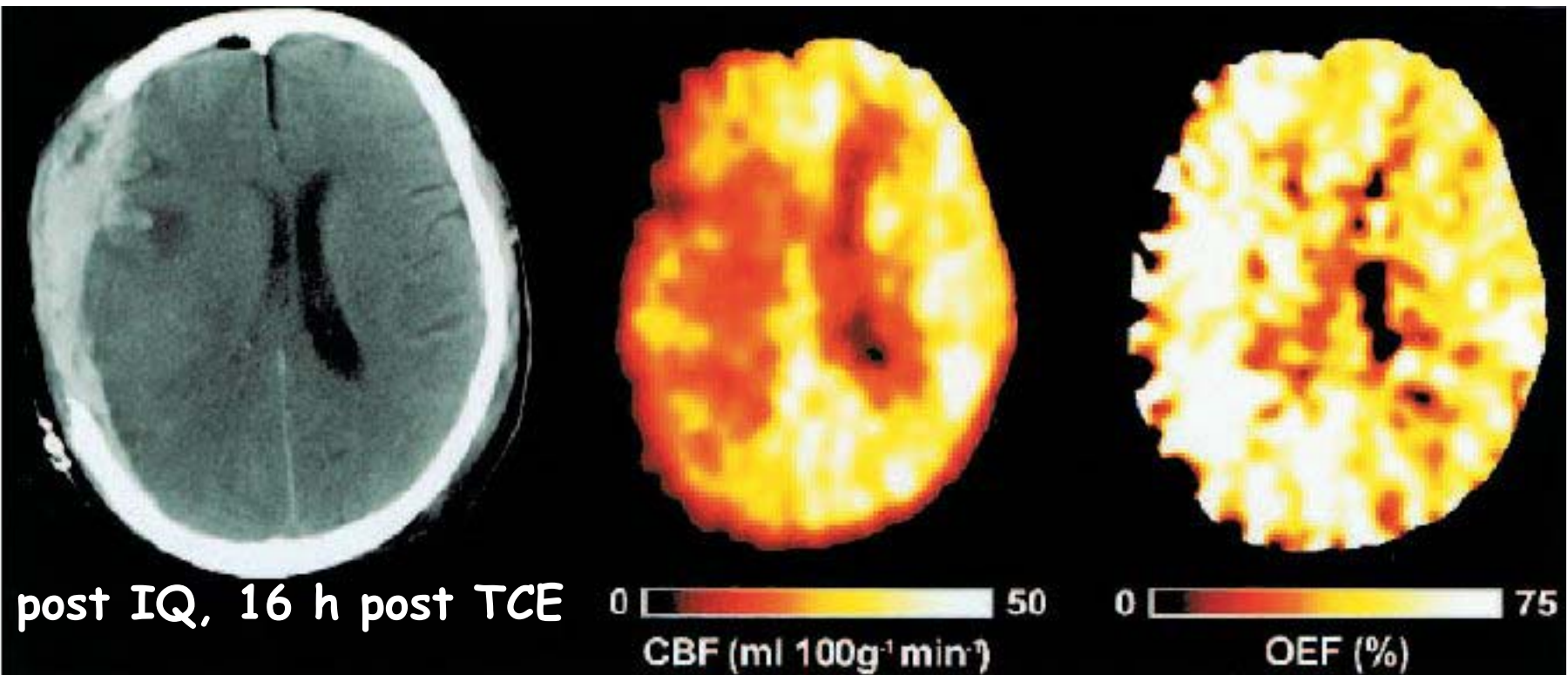
DOI: 10.1227/01.NEU.0000210364.29290.C9

www.neurosurgery-online.com

Mortalidad: 40-60%

SARTD- CHGUV - Sesión de Formación Continuada

Valencia 15 de Mayo 2007



post IQ, 16 h post TCE

0 50
CBF (ml 100g⁻¹ min⁻¹)

0 75
OEF (%)

Penumbra" traumática

Disminución del FSC

Aumento de la tasa de extracción de oxígeno (OEF)

Preservación CMRO₂

PIC=18mmHg

PPC=78 mmHg

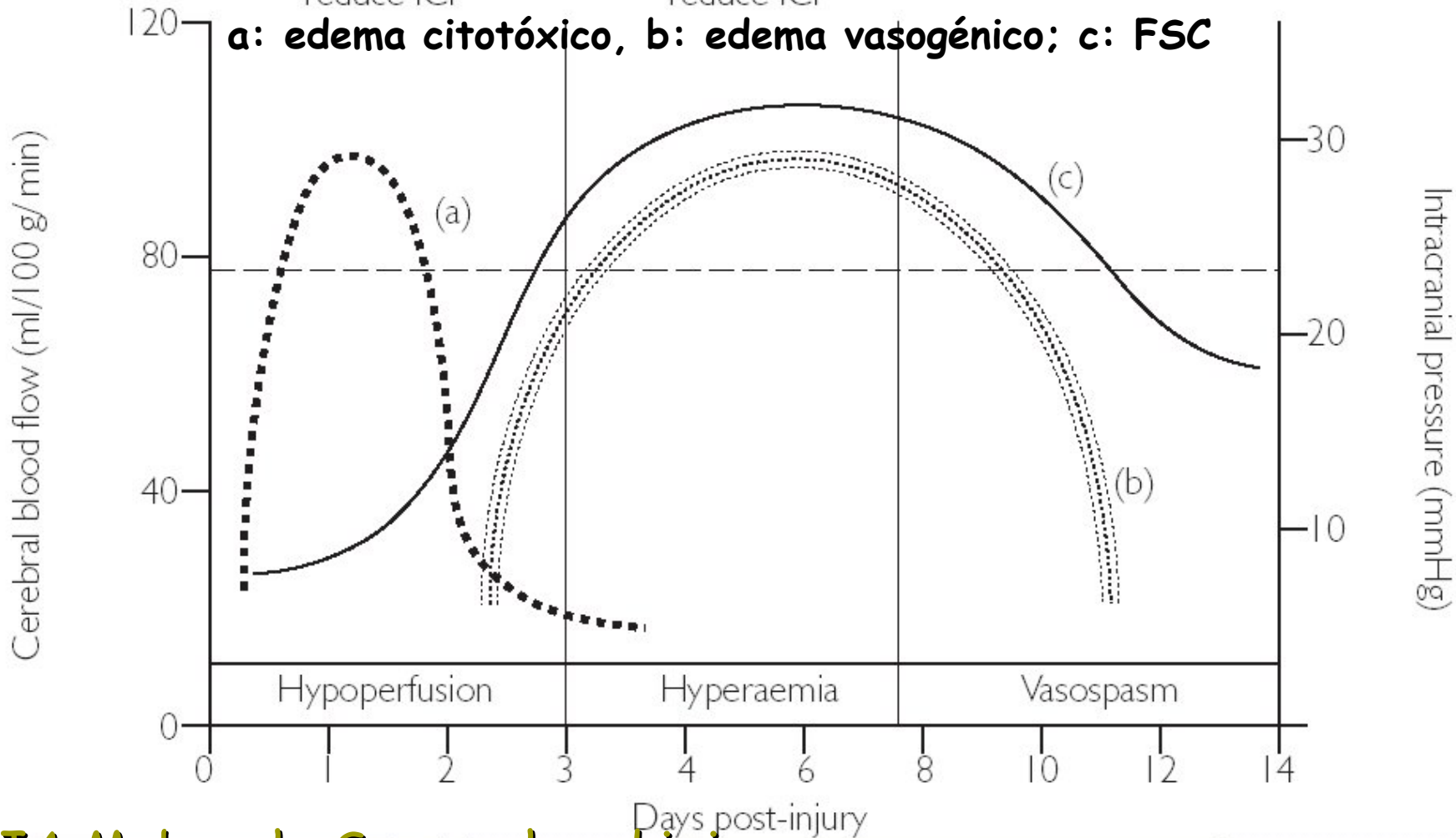
PaCO₂ = 36 mmHg

Defend CPP:
restore MAP
reduce ICP

Optimize CPP:
normalize MAP
reduce ICP

Maintain CPP:
maintain MAP

a: edema citotóxico, b: edema vasogénico; c: FSC



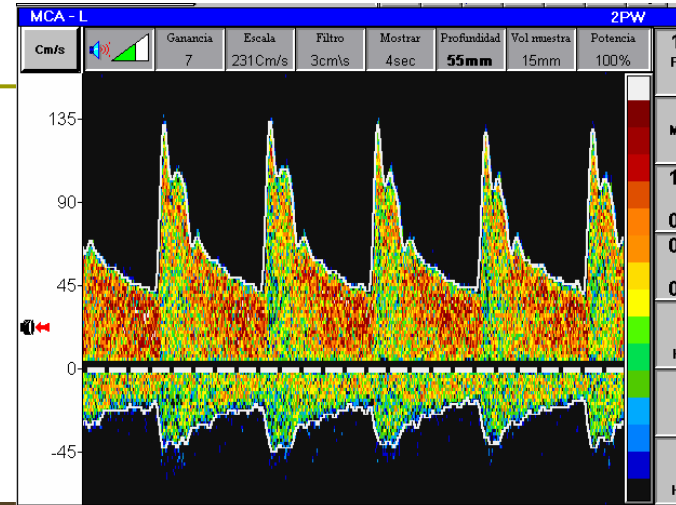
JA Myburgh. Severe head injury.

<http://www.fleshandbones.com/readingroom/pdf/744.pdf>

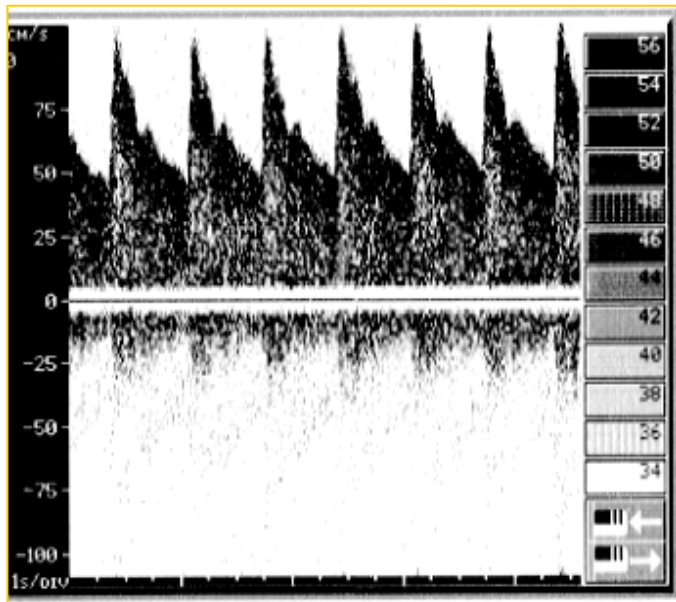
Traumatismo craneoencefálico: Hipertensión endocraneal

Valorar:

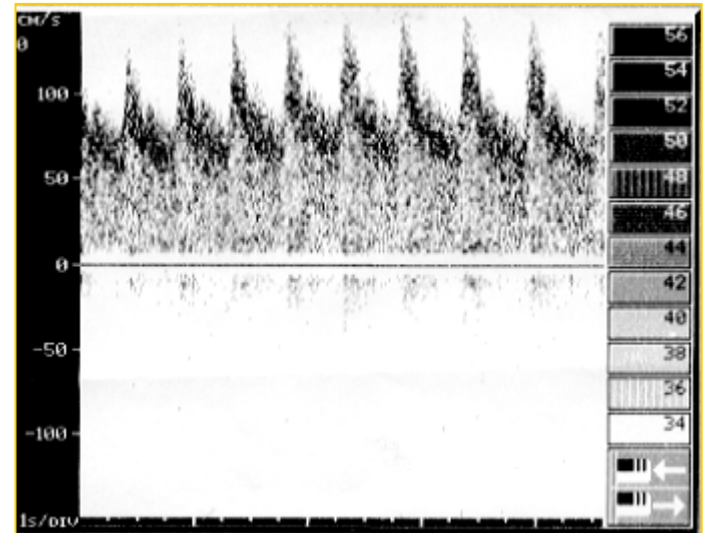
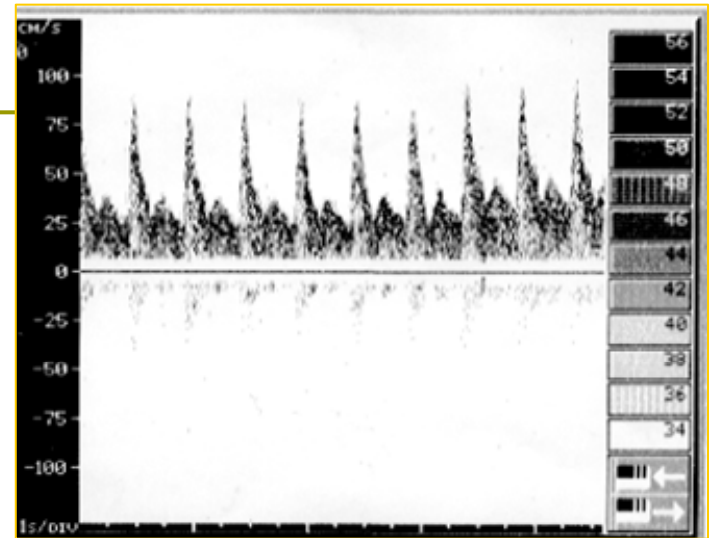
- FSC
 - Hiperhemia
 - Isquemia
 - vasoespasmo
- PIC
- Autoregulación
- Outcome



HIPOCAPNIA



HIPERCAPNIA



Utilidad del doppler transcraneal en la fase precoz del traumatismo craneoencefálico

Neurocirugía 2002;13:196-208

F. Murillo-Cabezas; D. Arteta-Arteta; J.M. Flores-Cordero; M^a.A. Muñoz-Sánchez; M^a.D. Rincón-Ferrari, M^a.V. Rivera-Fernández; y J.C. Alarcón-Cruz*

Unidad de Neurotraumatología. Servicio de Cuidados Críticos y Urgencias. Servicio de Neurocirugía*. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla.

Conclusiones: El DTC precoz detecta un estado de hipoperfusión cerebral en el TCE grave y moderado, que implica actuaciones terapéuticas. Este estado de hipoperfusión muestra una excelente correlación con la gravedad de los pacientes, la incidencia de HEC y el resultado al alta de UCI. En manos experimentadas, los registros del DTC son fiables y reproducibles cuando se realizan por diferentes operadores.

275 pacientes

TCD

Inicial:

Primeras 12 h

Día 1:

Primeras 24 h

Patrones	INICIAL	Día 1
Normal	80 (28,9%)	99 (35,92 %)
Hipoperfusión	181 (61,87%)	111 (40,75%)
Hiperemia	8 (2,84%)	31 (11,37%)
Vasoespasmio	6 (2,36%)	28 (10,17%)
Paro circulatorio	0	6 (1,79%)

Conclusion: Oligemia is the most common change within 6 hours of head injury. Persistence of oligemia beyond 24 hours is associated with poor outcome. Early (within 24 hours posttrauma) onset of vasospasm is associated with poor outcome; however, delayed (>24 hours after trauma) vasospasm is not associated with poor outcome.

Trauma

Trans-cranial Doppler in severe head injury: Evaluation of pattern of changes in cerebral blood flow velocity and its impact on outcome

Bal Krishna Ojha, MCh^{a,*}, Deepak K. Jha, MCh^a, Shashank S. Kale, MCh^b, Vir S. Mehta, MCh^b

TCD findings (trend) and clinical outcome of the patients

Trends	No. of patients	Outcome		
		Dead	Vegetative	Good
Persistent oligemia	14	12	2	–
Persistent vasospasm	2	2	–	–
Oligemia → vasospasm (within 24 h)	5	5	–	–
Oligemia → normal → vasospasm (after 24 h)	5	–	–	5
Oligemia → hyperemia → normal	3	–	–	3
Oligemia → hyperemia → normal → vasospasm (after 24 h)	3	–	–	3

Right arrow indicates followed by.

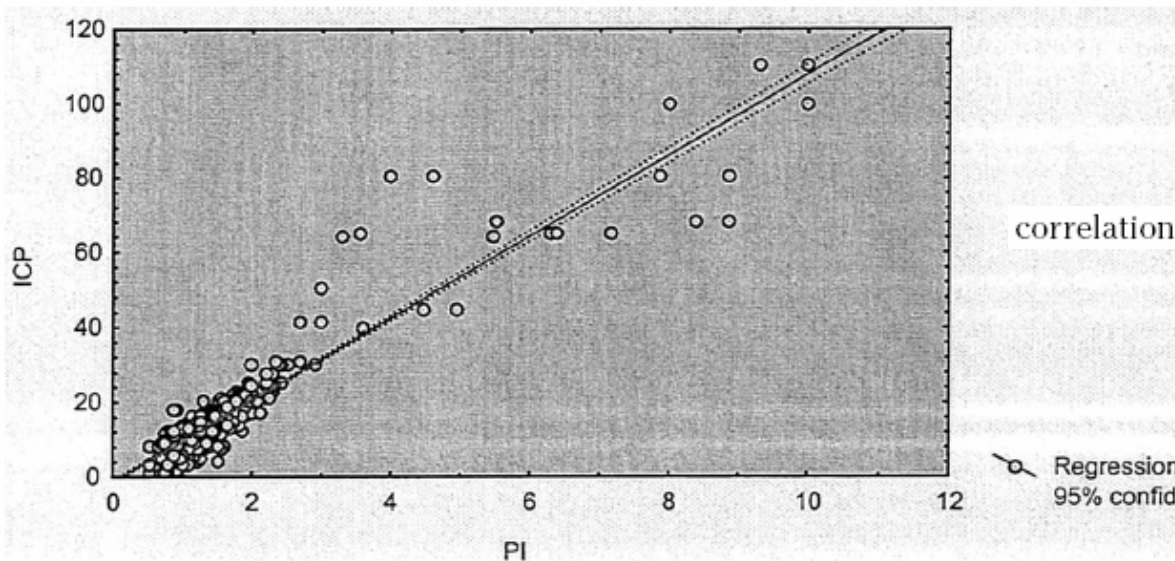
PIC & IP

TRANSCRANIAL DOPPLER SONOGRAPHY PULSATILITY INDEX (PI) REFLECTS INTRACRANIAL PRESSURE (ICP)

Surg Neurol
2004;62:45-51

Johan Bellner, M.D.,* Bertil Romner, M.D., Ph.D.,* Peter Reinstrup, M.D., Ph.D.,*
Karl-Axel Kristiansson, M.L.T.,† Erik Ryding, M.D., Ph.D.,† and
Lennart Brandt, M.D., Ph.D.†

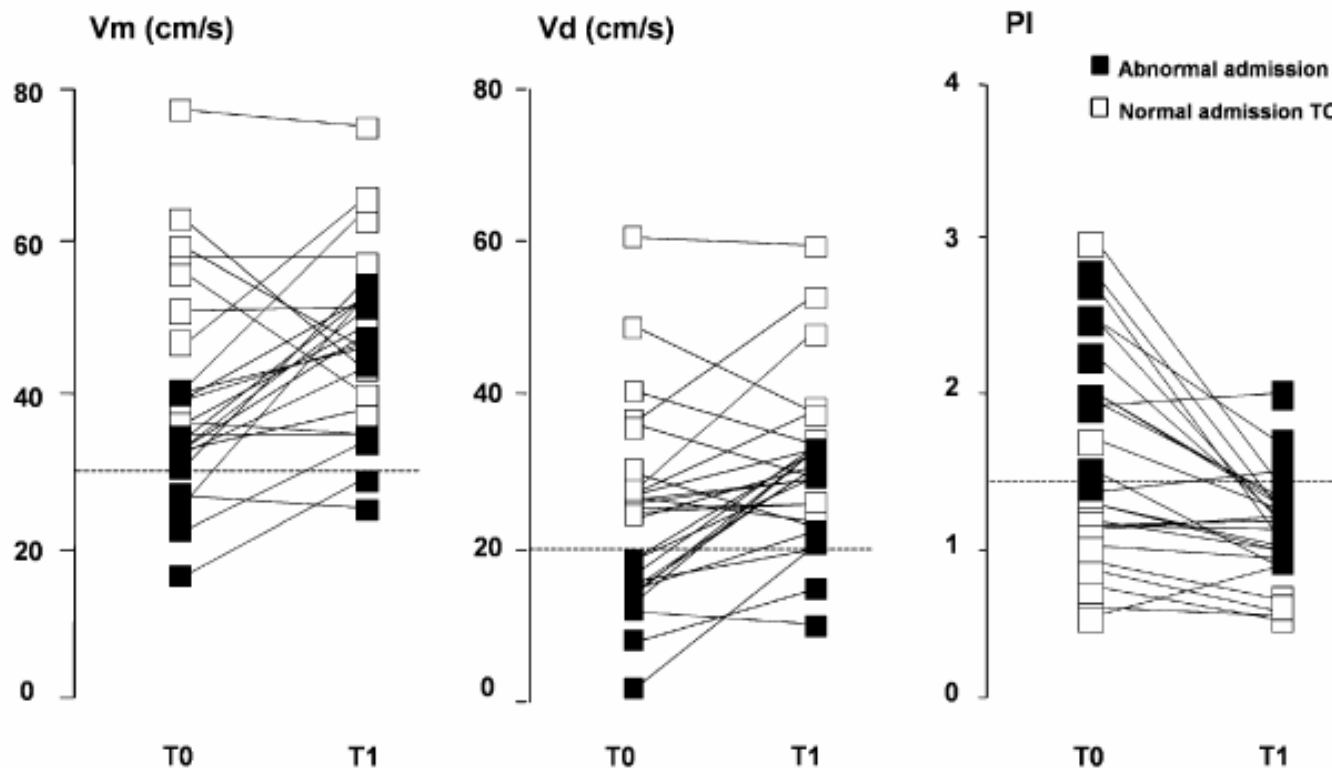
*Department of Neurosurgery, Department of Anesthesiology & Intensive Care and
†Department of Neurophysiology, University Hospital of Lund, Lund, Sweden



Catherine Ract
Sophie Le Moigno
Nicolas Bruder
Bernard Vigué

Transcranial Doppler ultrasound goal-directed therapy for the early management of severe traumatic brain injury

Fig. 1 Individual values of V_m , V_d and PI at admission to hospital (T_0) and at availability of invasive cerebral monitoring (T_1) in patients with abnormal TCD (filled squares) and in those with normal TCD (open squares) at admission. Dashed lines indicate normal predefined values for each TCD parameter measured



Tratamiento del TCE grave. Manejo de la presión arterial

Guía clínica

Evitar hipotensión (TAs > 90 mmHg)

Brain Trauma Foundation

SARTD- CHGUV - Sesión de Formación Continuada
Valencia 15 de Mayo 2007

Protocolo de manejo de la Presión de Perfusión Cerebral

Opción

Debe mantenerse > 60 mmHg



Tratamiento del TCE grave. Manejo de la oxigenación sistémica

Guía clínica:

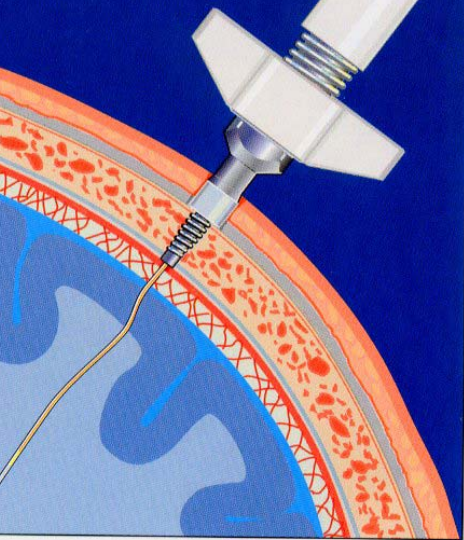
Evitar hipoxemia ($PaO_2 < 60$ mmHg)

SyO₂

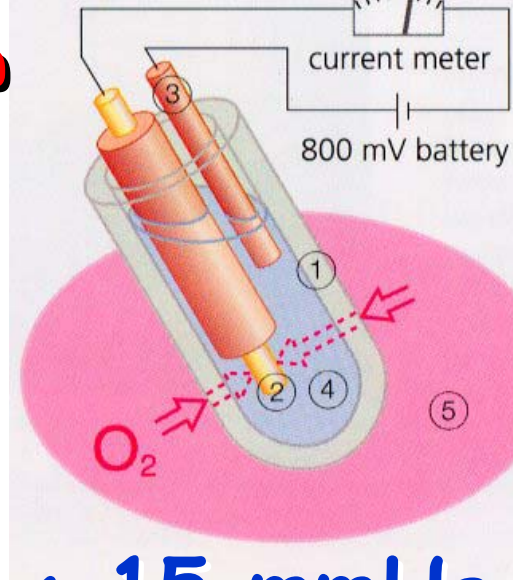
Desaturación = isquemia



**En sujetos sanos despiertos: 55-75% (media: 62%)
< 50% = hipoperfusión cerebral**



PO_2 tisular



Hipoxia tisular cerebral : $P_{tiO_2} < 15$ mmHg

Reduced mortality rate in patients with severe traumatic brain injury treated with brain tissue oxygen monitoring

J Neurosurg 2005;103:805-11

**MICHAEL F. STIEFEL, M.D., PH.D., ALEJANDRO SPIOTTA, M.D., VINCENT H. GRACIAS, M.D.,
ALICIA M. GARUFFE, M.S.N., OSCAR GUILLAMONDEGUI, M.D.,
EILEEN MALONEY-WILENSKY, M.S.N., STEPHANIE BLOOM, M.S.N., M. SEAN GRADY, M.D..**

PO₂ tisular

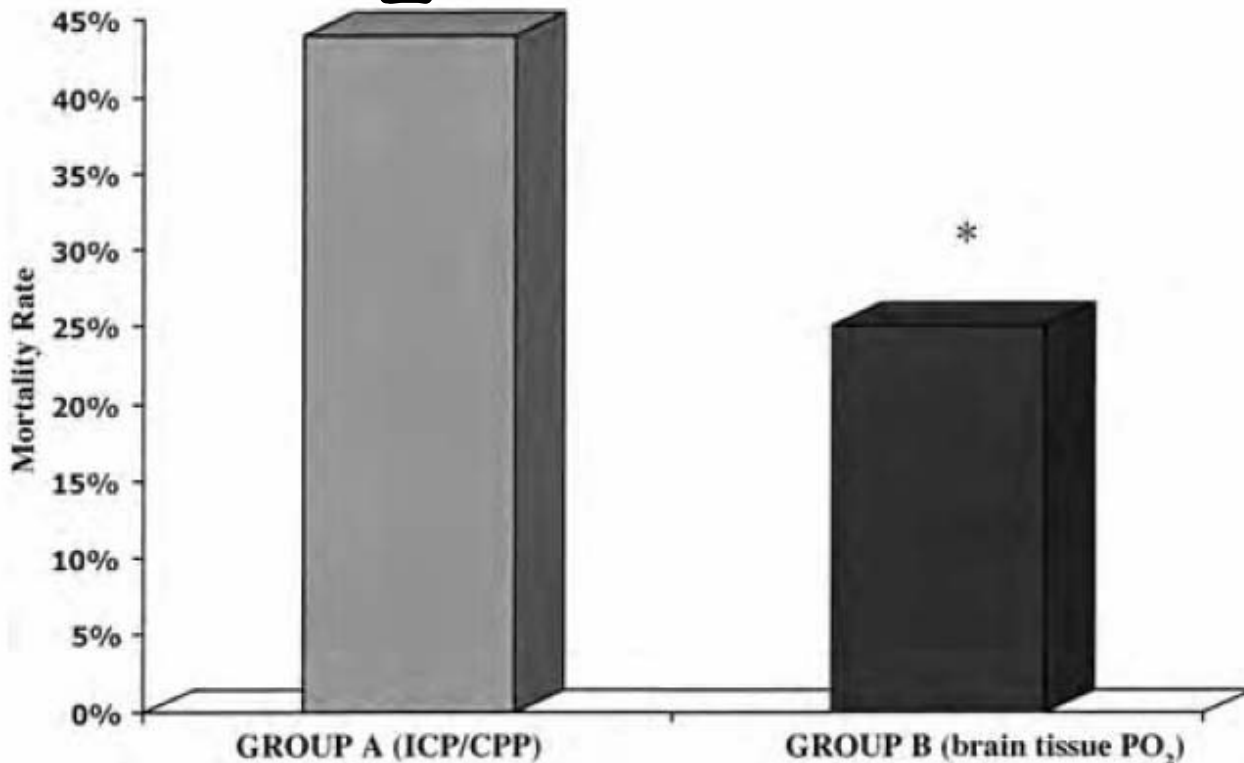


FIG. 1. Bar graph illustrating the mortality rates in patients who received traditional ICP/ CPP therapy (Group A, 25 patients) or combined ICP/ CPP and brain tissue PO₂ treatment (Group B, 28 patients). *p < 0.05.

PO₂ tisular

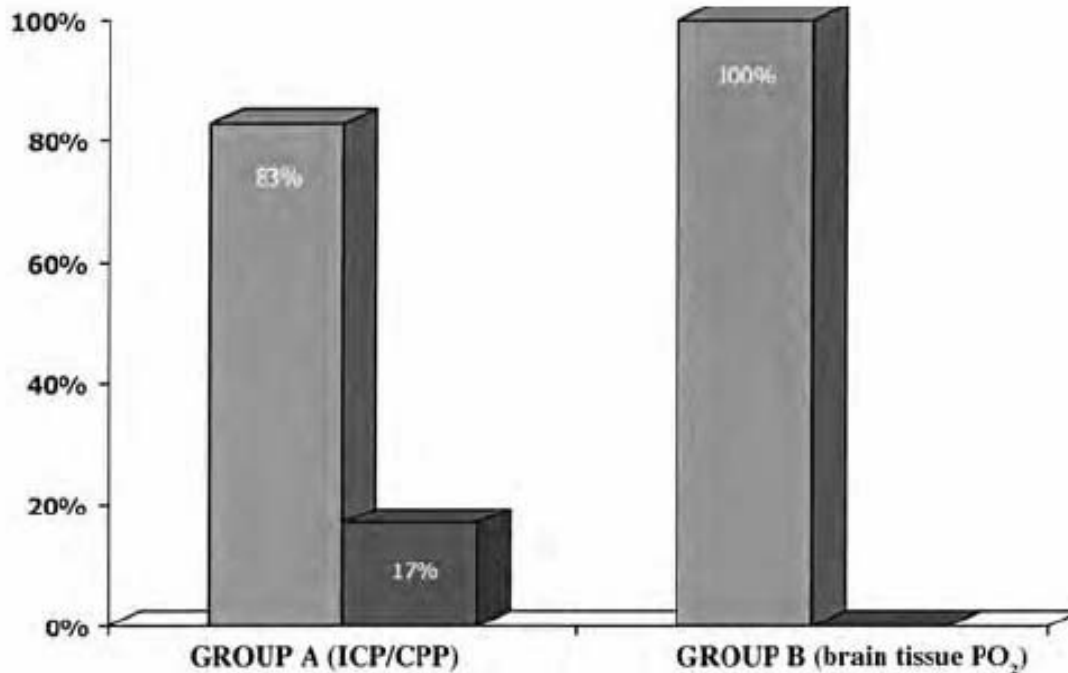
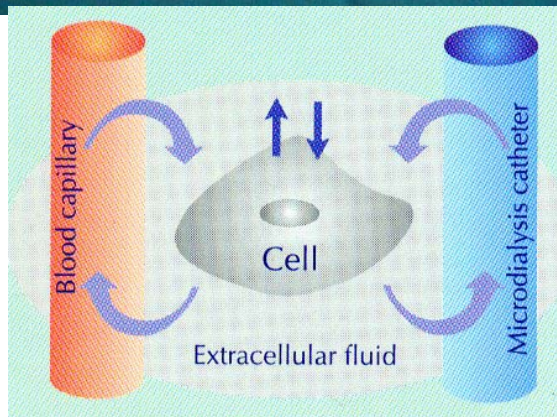
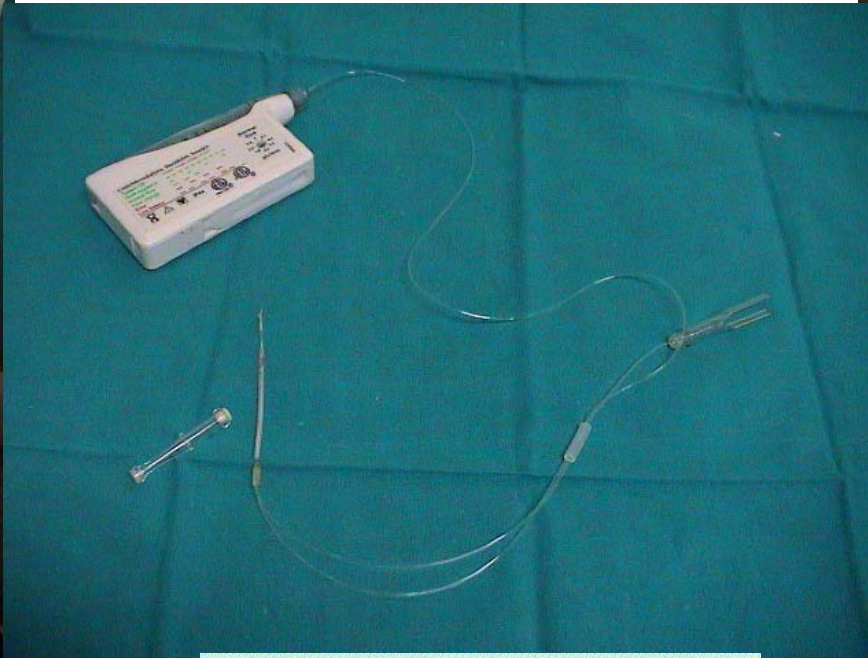


FIG. 2. Bar graph illustrating the discharge disposition among surviving patients who received traditional ICP/ CPP treatment (Group A, 14 patients) or combined ICP/ CPP and brain tissue PO₂ treatment (Group B, 21 patients). Discharge outcome was considered favorable if the patient was discharged to home or a rehabilitation center and unfavorable if the patient required additional hospitalization or was admitted to a nursing home. *Light gray bar* indicates favorable outcome; *dark gray bar* indicates an unfavorable outcome.

Microdiálisis cerebral



SARTD- CHGUV - Sesión de Formación Continua
Valencia 15 de Mayo 2007

Assessment of the Lower Limit for Cerebral Perfusion Pressure in Severe Head Injuries by Bedside Monitoring of Regional Energy Metabolism

Carl-Henrik Nordström, M.D., Ph.D.,* Peter Reinstrup, M.D., Ph.D.,† Wangbin Xu, M.D.,‡ Anna Gärdenfors, M.D.,§ Urban Ungerstedt, M.D., Ph.D.||

PC 50 mmHg

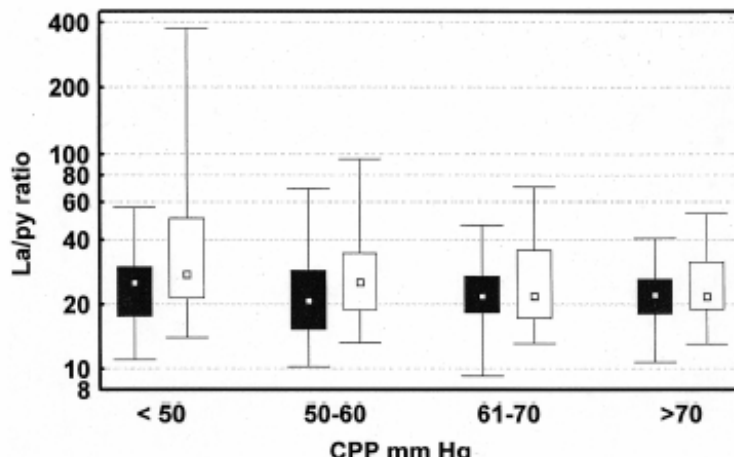


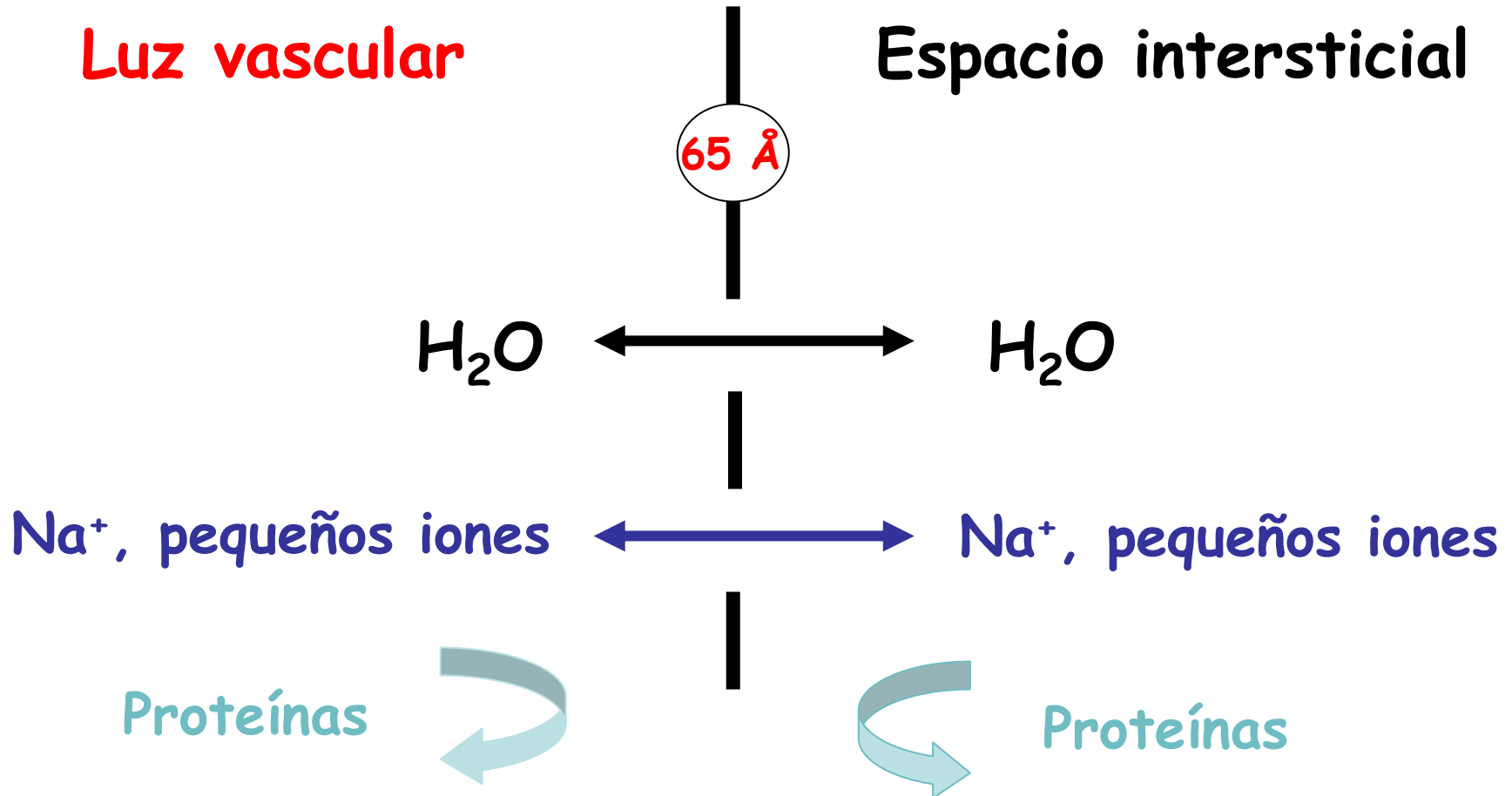
Table 1. Statistical Evaluation of Data Pairs for Glucose, Lactate, and Lactate-pyruvate Ratio in Worse and Better Parts of the Brain and Related to the Level of Cerebral Perfusion Pressure

Pair of variables	Glucose		Lactate		LP ratio	
	Valid n	P	Valid n	P	Valid n	P
Worse vs. Better, CPP mmHg						
Worse > 70 vs. Better > 70	43	0.86	48	0.0015	30	0.25
Worse < 50 vs. Better < 50	23	0.58	28	0.0003	23	0.04
Worse < 50 vs. Worse > 70	21	0.36	25	0.26	20	0.04
Worse < 50 vs. Worse > 50	21	0.36	28	0.0008	23	0.01
Better < 50 vs. Better > 50	25	0.78	35	1.00	24	0.57

CPP = cerebral perfusion pressure; LP = lactate-pyruvate.

En los tejidos periféricos el movimiento del agua está dominado por la **diferencia de concentración de las grandes moléculas (>30000 daltons)**

Capilar periférico



Presión oncótica (coloidoosmótica):
es la proporción de la osmolalidad total
producida por las partículas grandes
(proteínas plasmáticas)

valor normal= 20 mmHg (=1mOsmol Kg⁻¹)

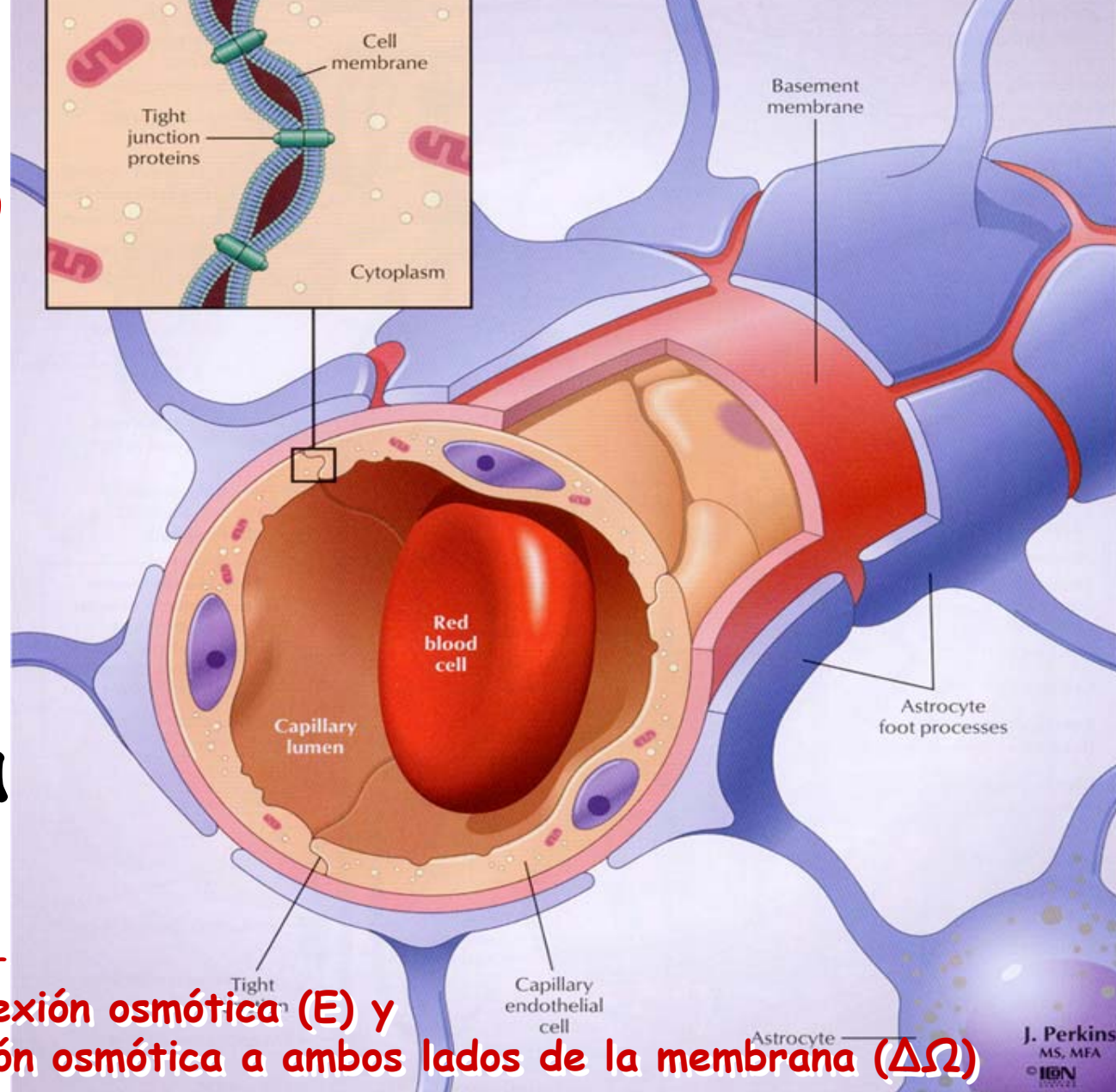
Es el único factor que mantiene
el volumen intravascular en los
capilares sistémicos (π_c)



En los capilares
cerebrales el
coeficiente de
reflexión osmótica (σ)
de la mayoría de los
solutos es = 1

Barrera Hemato- Encefálica

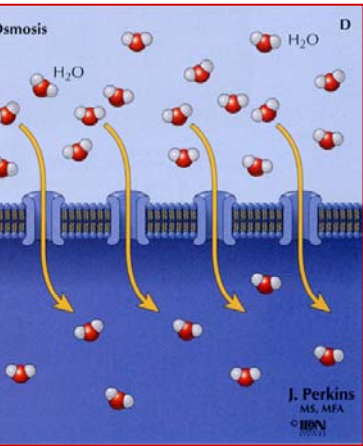
Ecuación de Starling +
el coeficiente de reflexión osmótica (E) y
la diferencia de presión osmótica a ambos lados de la membrana ($\Delta\Omega$)



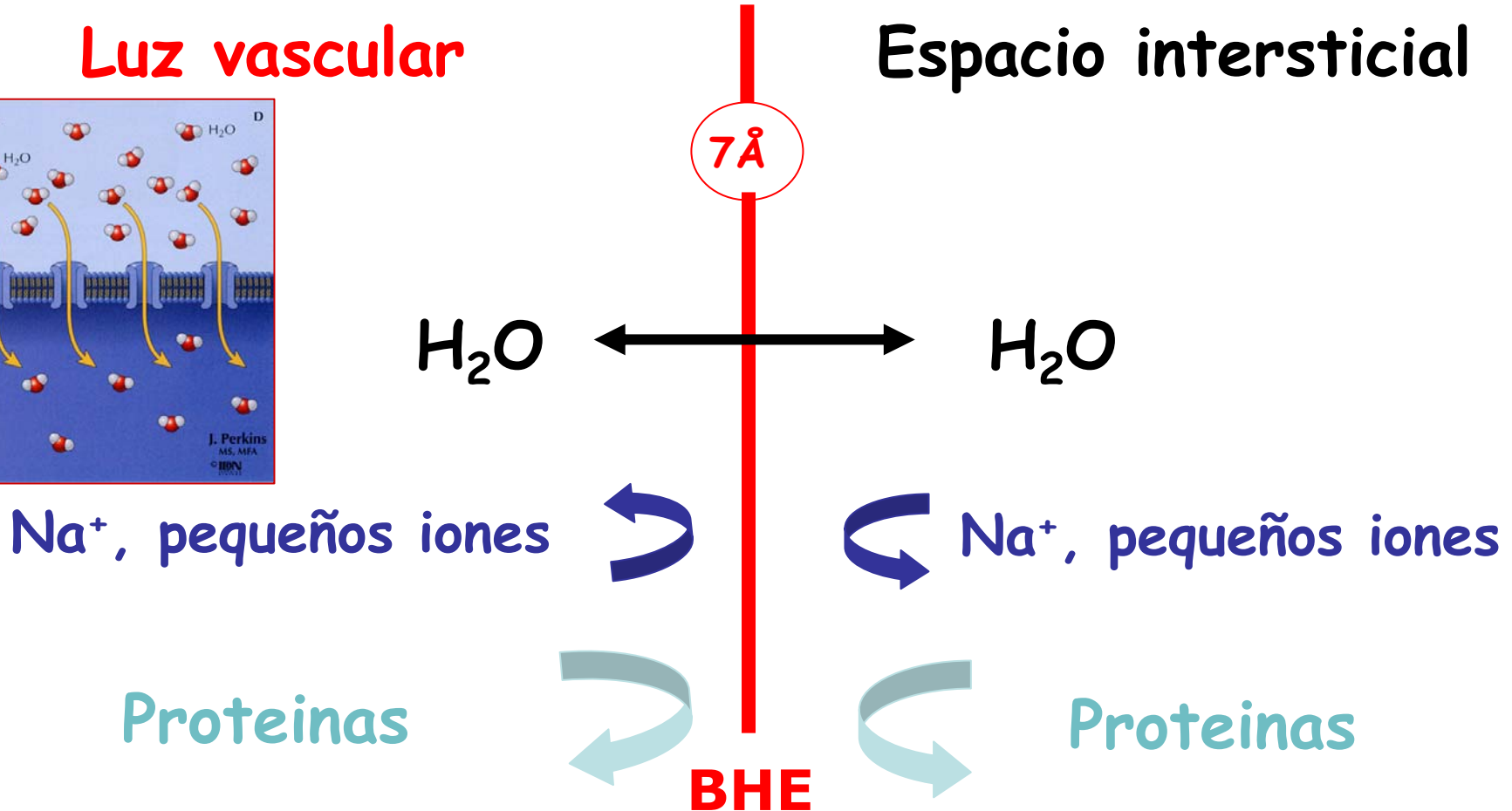
En el **cerebro** el movimiento del agua viene determinado por el **gradiente osmolar** entre plasma e intersticio

Capilar cerebral

Luz vascular



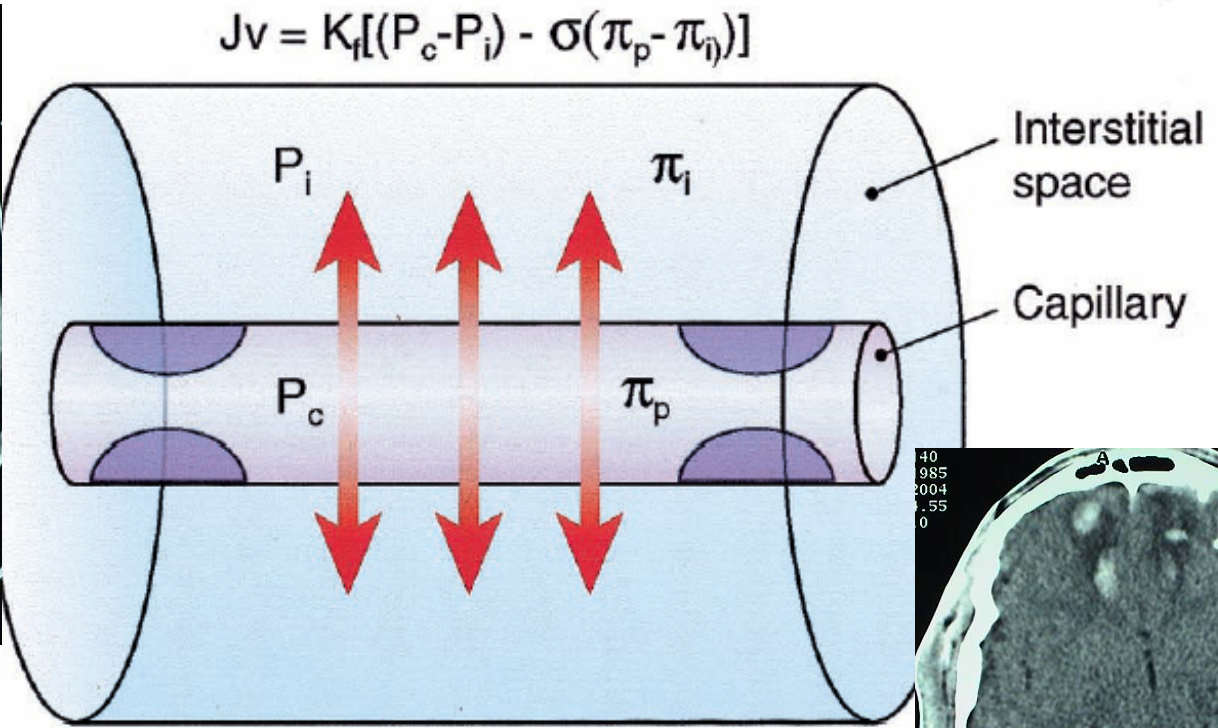
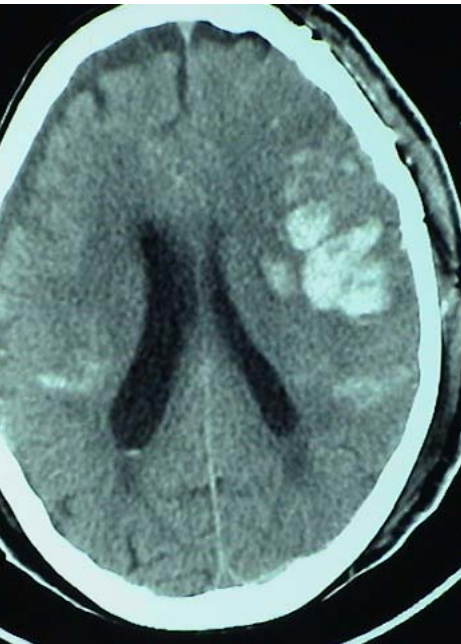
Espacio intersticial



En las zonas con BHE lesionada no se pueden establecer gradientes de presión osmótica u oncótica

La presión hidrostática intravascular será la presión determinante en estos casos

C. Physiological Basis of the Lund Management Strategy



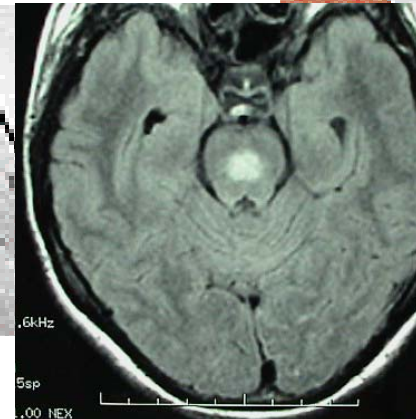
Robertson CS. *Anesthesiology* 2001;95:1513-7

Diabetes insípida

Síndrome de Secreción Inadecuada de Hormona Antidiurética

Síndrome perdedor de Sal

No corregir con demasiada rapidez las hiponatremias (mielinolisis centropotuberancial)



Hiponatremia hipotónica

Osmolalidad urinaria

< 100 mOsm Kg⁻¹

Excesivo aporte de agua libre

LEC Disminuido

Na orina
20mEqL⁻¹

Perdida renal de solutos

Diuréticos

Diuresis osmótica

Addison

Nefritis perdedora de sal

CSWS

Na orina < 10 mEqL⁻¹

el
gastrointestinal

≥ 100 mOsm Kg⁻¹

Alteración de la capacidad del riñón para la concentración urinaria

LEC Normal

SIHAD

Farmacos

Tumores

TCE/HSA

Endocrinopatías

Hipotiroidismo

Insuficiencia corticoidea

Depleción de Potasio

Diuréticos

Reset Osmostat

LEC Aumentado

Na orina >20mEqL⁻¹

Insuficiencia renal

Na orina < 10 mEqL⁻¹

Insuficiencia cardiaca

Cirrosis

Síndrome nefrótico

Hipopituitarismo post TCE



De 1970 a 2000: 367 casos



Benvenga et al. J Clin Endocrinol Metab 2000;85:1353-1361

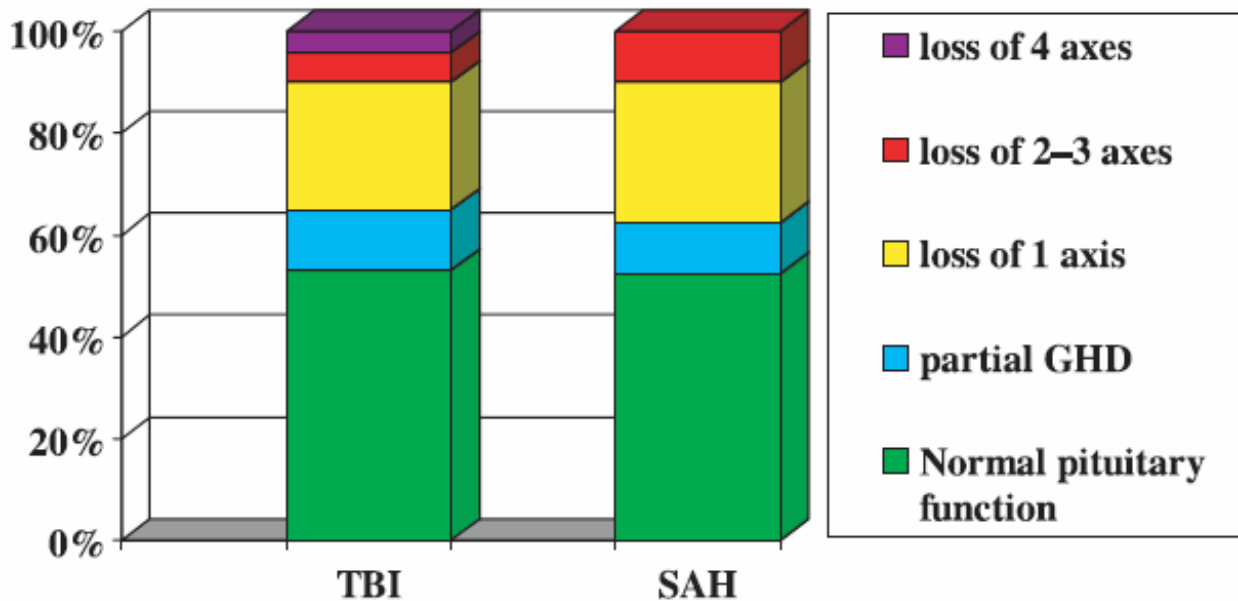
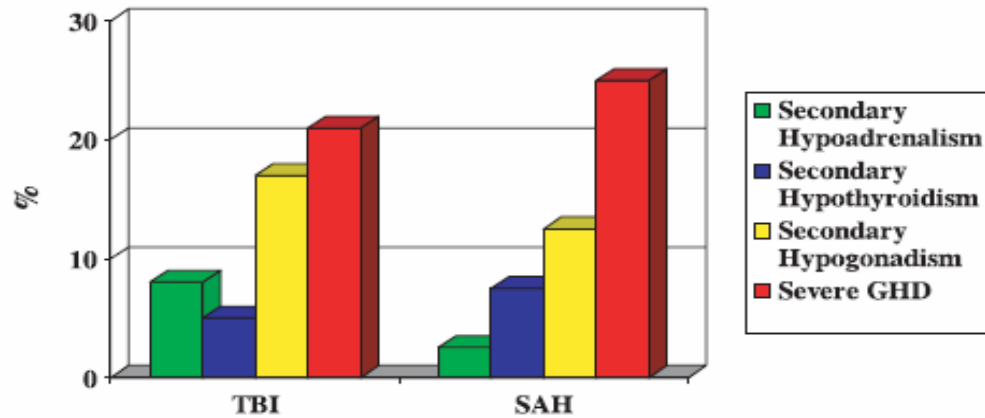
Traumatic brain injury and subarachnoid haemorrhage are conditions at high risk for hypopituitarism: screening study at 3 months after the brain injury

Clinical Endocrinology (2004) 61, 320–326

Gianluca Aimaretti*, Maria Rosaria Ambrosio†, Carolina Di Somma‡, Alessandra Fusco§, Salvatore Cannavò¶, Maurizio Gasperi**, Carla Scaroni††, Laura De Marinis§, Salvatore Benvenga¶, Ettore Carlo degli Uberti†, Gaetano Lombardi‡, Franco Mantero††, Enio Martino**, Giulio Giordano‡‡ and Ezio Ghigo*

100 TCE y 40 HSA

Diabetes insipida: 4% y 7,5%



MEDIDAS GENERALES TRATAMIENTO TCE

1. Cama a 20°
2. Sedación + Analgesia
3. Fluidoterapia
4. Vasopresores
5. Nutrición enteral o parenteral
6. Fenitoina profiláctica
7. Corticoides

Sahuquillo J et al. Neurocirugía 2002;13:78-100

Anticomieciales en el TCE

Estándar:

No está recomendado su uso profiláctico para evitar las convulsiones postraumáticas tardías

Brain Trauma Foundation

Anticomieciales en el TCE

Opción:

Se pueden utilizar para evitar las convulsiones posttraumáticas tempranas (una semana post trauma)

Fenitoína profiláctica si:

Fractura hundimiento

Laceración cerebral

Hematoma subdural agudo



Dosis impregnación: 1000 mg en 12 horas (no superar 50 mg min⁻¹)

mantenimiento: 5 mg Kg⁻¹ día⁻¹

Sahuquillo J et al. Neurocirugía 2002;13:78-100

Glucocorticoides en el TCE

Estándar:

Su uso **No está recomendado** para mejorar el pronóstico o disminuir la PIC

Brain Trauma Foundation

Effect of intravenous corticosteroids on death within 14 days in 10 008 adults with clinically significant head injury (MRC CRASH trial): randomised placebo-controlled trial



CRASH trial collaborators*

Lancet 2004; 364: 1321-28

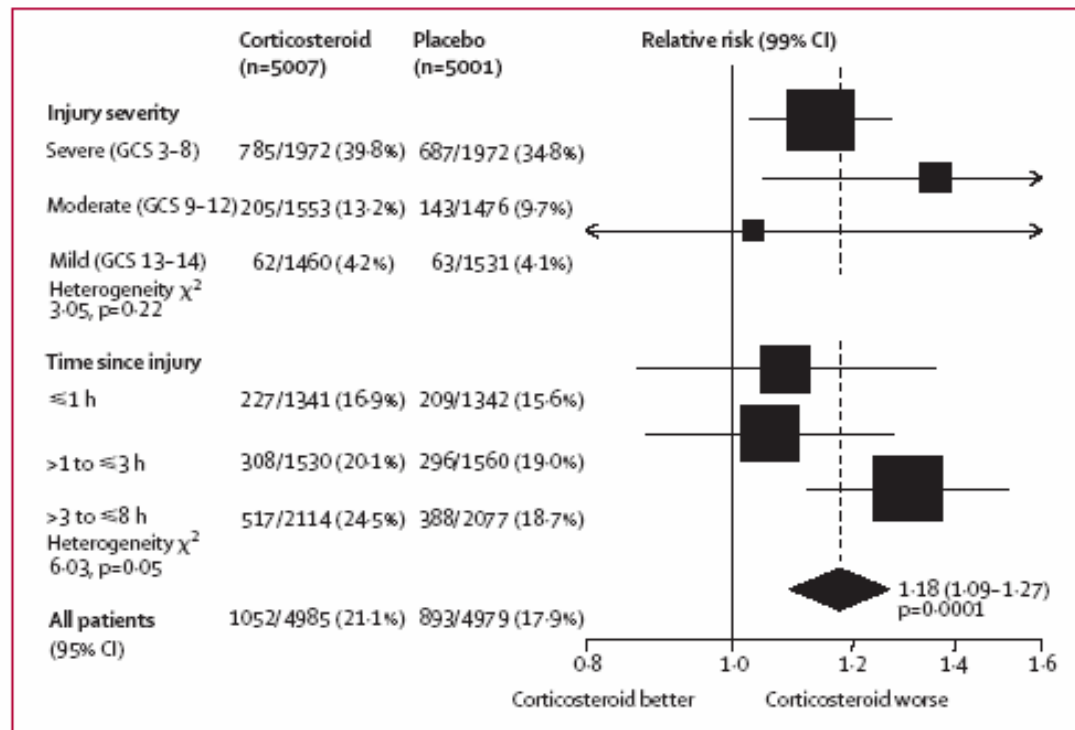


Figure 2: Effects of corticosteroid allocation on deaths from all causes within 2 weeks, by injury severity (based on GCS at randomisation) and time since injury

Corticoides en TCE si:

Contusiones cerebrales con
edema vasogénico y
área hipo- hiperdensa > 15 mL

Dexametasona 8mg EV/6h durante 3 días,
seguir con pauta descendente hasta
retirarlo en 10 días

Sahuquillo J et al. Neurocirugía 2002;13:78-100

SARTD- CHGUV - Sesión de Formación Continuada

Valencia 15 de Mayo 2007

TRATAMIENTO DE LA HIPERTENSION CRANEAL

MEDIDAS DE PRIMER NIVEL

PIC > 20 mmHg

- Pasos escalonados
- El paso sucesivo depende de la respuesta obtenida a los 30 minutos de iniciado el tratamiento
- Si la medida es ineficaz: iniciar el paso siguiente manteniendo el tratamiento anterior en los niveles máximos tolerables

Sahuquillo J et al. Neurocirugía 2002;13:78-100

TRATAMIENTO DE LA HIPERTENSION CRANEAL

MEDIDAS DE PRIMER NIVEL

Paso 1

1.a. Apertura del drenaje ventricular evacuando 2-5 mL (máximo 20 mL h⁻¹)

Mantener el drenaje 20 cm por encima del CAE (~ 20 cmH₂O, 15 mmHg)



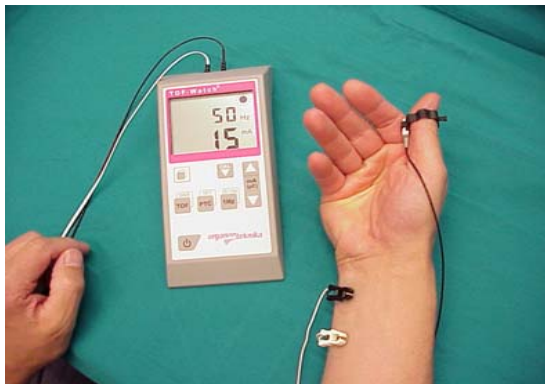
TRATAMIENTO DE LA HIPERTENSION CRANEAL MEDIDAS DE PRIMER NIVEL

Paso 1

1.b. Si el paciente no lleva drenaje o si ya no es eficaz:

Relajantes musculares

(mantener el TOF a 1 respuesta)



TRATAMIENTO DE LA HIPERTENSION CRANEAL

MEDIDAS DE PRIMER NIVEL

Paso 2

Manitol al 20%

Bolus de 0,25 a 1 g Kg⁻¹

No sobrepasar 1 bolus cada 4 horas

Mantener osmolalidad < 320 mOsm Kg⁻¹

natremia < 155 mEq L⁻¹

Utilización del Manitol en el TCE grave

Guía clínica:

- ✓ El manitol es eficaz para controlar el aumento de la PIC tras TCE
- ✓ Los bolos intermitentes ($0,25-1 \text{ g Kg}^{-1}$) pueden ser más eficaces que perfusión continua

Utilización del Manitol en el TCE grave

Opciones:

Se administra antes de conocer la PIC si:

✓ signos de herniación transtentorial

✓ deterioro no atribuible a otra causa

Mantener euvolemia

Osmolaridad sérica $< 320 \text{ mOsm L}^{-1}$

TATAMIENTO DE LA HIPERTENSION CRANEAL

MEDIDAS DE PRIMER NIVEL

Paso 3

S. Salino hipertónico 7,2%

1,5 ml Kg⁻¹ en 15 minutos

(Munar F et al J Neurotrauma 2000;17:41-51)

**Esta opción ha fracasado cuando la
natremia > 155 mEq L⁻¹**

Dextrano 70 6% / Cl Na 7,5% 250 ml

(Alternativa al manitol en pacientes con

Na⁺ < 135 mEq L⁻¹ o con hipotensión)

Las presentaciones de salino hipertónico disponibles en España son:

SF 2% (250 mL, 500 mL y 1000 mL) y SF 20% (10 mL y 500 mL).

El SF al 7,5% no está comercializado en nuestro país se puede preparar:

extrayendo 35 mL a un SF 0,9% de 100 mL [65 mL ClNa al 0,9% = 0,58 g] y

añadiendo 35 mL de SF al 20% [35 mL ClNa al 20% = 7 g]).



4 mL Kg⁻¹ en 10-20 min.

Para evitar el riesgo de la alergia a los dextranos se propone administrar previamente dextrano de peso molecular 1 (Promit®)

RescureFlow® NaCl à 7,5%, dextran 70 à 6%

La restauration d'une pression de perfusion tissulaire adéquate est une priorité pour les victimes d'un traumatisme hémorragique à l'hémodynamique instable.

Osmolaridad: 2400 mOsm Kg⁻¹

(osmolaridad sanguínea aprox 300 mOsm Kg⁻¹)

Presión oncótica: 70 mmHg

(P oncótica plasmática capilar: 25 mmHg)

<http://www.urgence-pratique.com/2articles/pharmaco/Rescueflow.htm>

En otros países europeos disponen de salino al 7,2% asociado a hidroxietilalmidon al 6% (200/0,5).

The logo for HyperHAES is located in the upper right quadrant of the slide. It consists of a solid red rectangular background. On this background, the word "HyperHAES" is written in a large, bold, white sans-serif font. To the right of "HyperHAES" is a registered trademark symbol (®). Below "HyperHAES", the words "Small-Volume-Resuscitation" are written in a smaller, white, sans-serif font, with hyphens between the words.

HyperHAES®
Small-Volume-Resuscitation

HyperHAES® 250 mL;
2462 mosmol L⁻¹ (1232 mmol L⁻¹ Na⁺ y 1232 mmol L⁻¹ Cl⁻);
isooncótico;
presión coloidosmótica 36 mmHg;
Peso molecular: 200.000 daltons.
pH: 3,5-6.

Recomiendan 4mL Kg⁻¹ administrado en 2-5 minutos.
Vida media aproximada: 4 horas.

Paso 4

Hiperventilación moderada

PaCO_2 30 - 35 mmHg

Mantener $\text{SjO}_2 > 60\%$

**Contraindicado si TC craneal con lesiones
sugestivas de infartos cerebrales**

La hiperventilación en el tratamiento del TCE

Estándar:

En ausencia de ↑ PIC

NO se debe aplicar hiperventilación ($\text{PaCO}_2 \leq 25 \text{ mmHg}$) de forma mantenida y prolongada tras TCE grave

Brain Trauma Foundation

La hiperventilación en el tratamiento del TCE

Guía clínica:

Evitar la hiperventilación profiláctica ($\text{PaCO}_2 \leq 35 \text{ mmHg}$) durante las primeras 24 horas tras traumatismo (puede comprometer la PPC en situación de disminución del FSC)

La hiperventilación en el tratamiento del TCE

Opción:

Puede ser necesaria:

- ✓ Períodos breves si hay deterioro neurológico agudo
- ✓ Períodos largos si hay hipertensión craneal refractaria a sedación, relajación, drenaje de LCR y diuréticos osmóticos

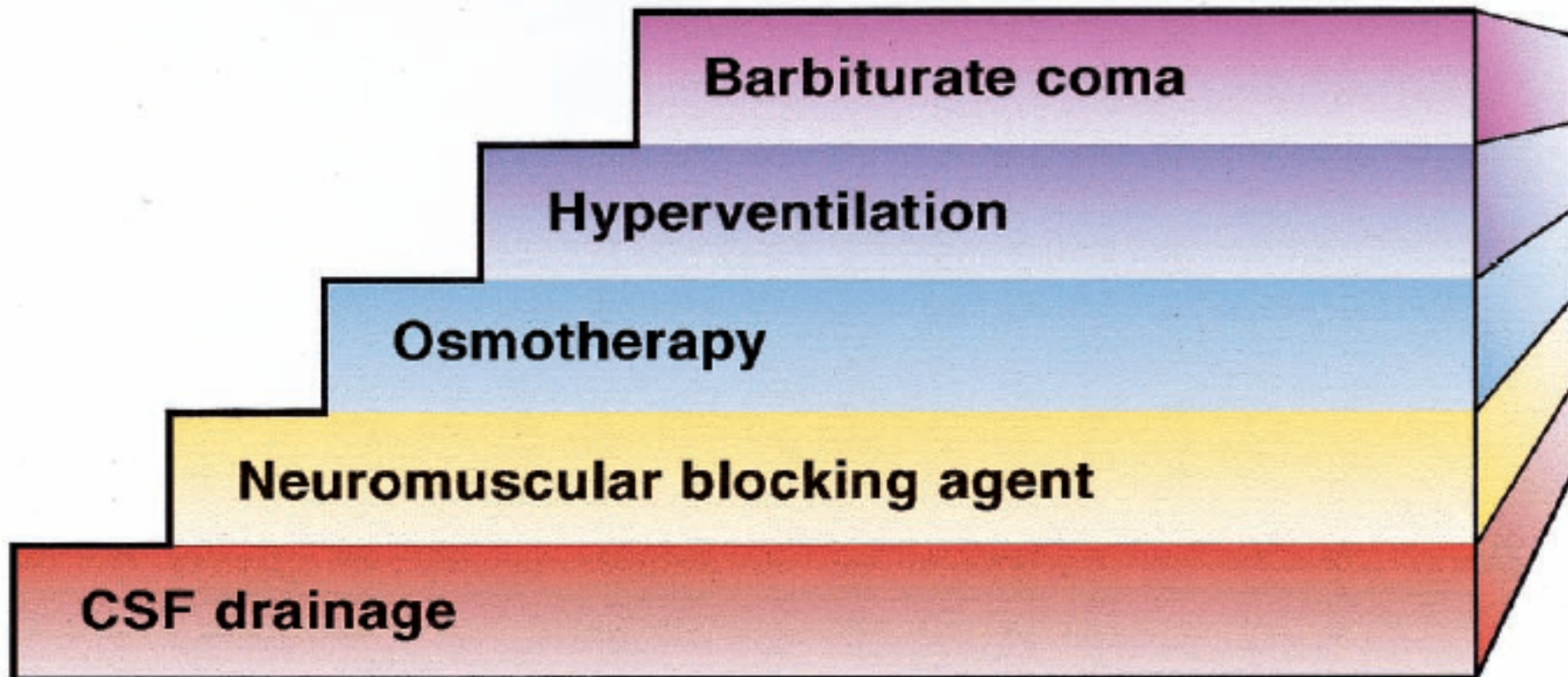
TRATAMIENTO DE LA HIPERTENSION CRANEAL

MEDIDAS DE PRIMER NIVEL

Retirar las medidas cuando el paciente mantenga PICs normales (<20 mmHg) durante 24 horas

Se retiran de forma inversa al orden en que se instauraron

A. Traditional ICP-directed management strategy



A. Traditional ICP-directed management strategy



**Medidas de segundo nivel
(Brain Trauma Foundation)**

Robertson CS. *Anesthesiology* 2001;95:1513-7

si las medidas de primer nivel fracasan, pasaremos a medidas de segundo nivel

Hiperventilación intensa ($\text{PaCO}_2 < 30\text{mmHg}$)

Barbitúricos

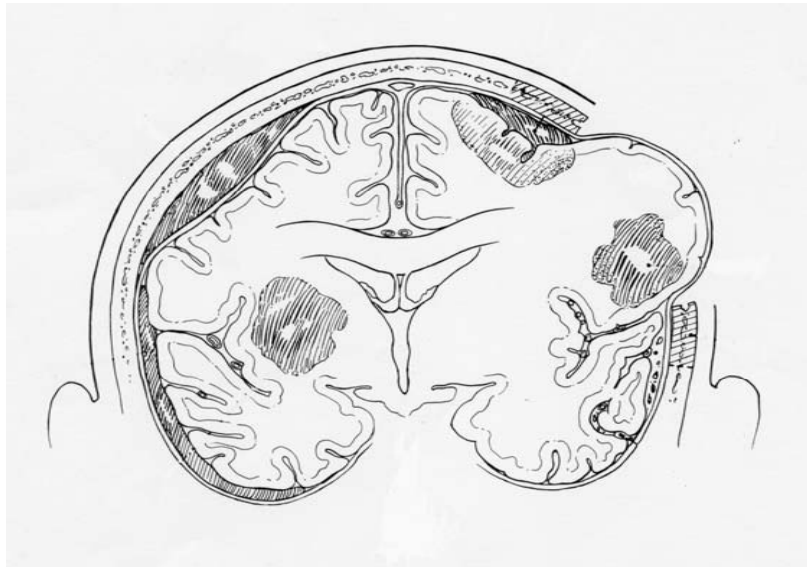
Craniectomías descompresivas

Terapia hipertensiva

Terapia de Lund

Hipotermia moderada

Vasoconstrictores



Brain Trauma Foundation

ahuquillo J et al. Neurocirugía 2002;13:78-100

Hiperventilación intensa (< 30 mmHg)

Opción

Si se requiere $PaCO_2 < 30$ mmHg se precisará monitorización que identifique la isquemia cerebral (SyO_2 , $D(AyO_2)$, FSC)

Barbitúricos en el TCE

Guía clínica:

Eficaces para disminuir la PIC refractaria a otros tratamientos

No está indicado su uso profiláctico

Brain Trauma Foundation

Review

Barbiturates for acute neurological and neurosurgical emergencies – do they still have a role?

Annis J. Cordato¹ PhD, Geoffrey K Herkes¹ PhD, Laurence E. Mather² PhD, Michael K. Morgan³ MD

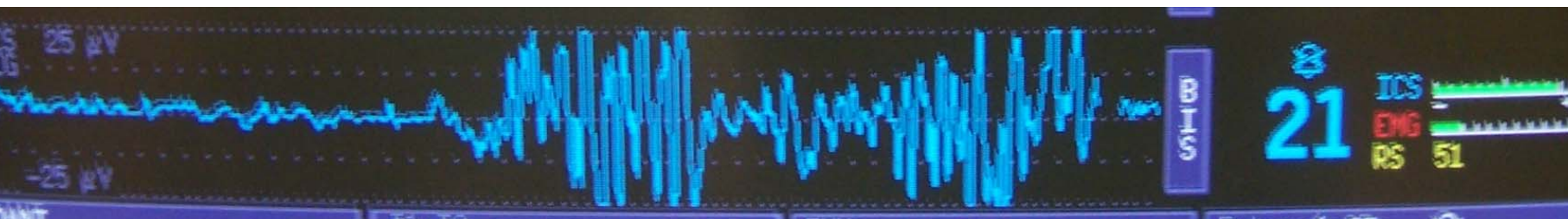
¹Department of Neurology, Royal North Shore Hospital, St. Leonards, NSW 2065, Australia, ²Department of Anaesthesia and Pain Management, Royal North Shore Hospital and University of Sydney, Australia, ³Department of Neurosurgery, Royal North Shore Hospital, Sydney, Australia

Your policy regarding pentothal coma treatment?

Never/rarely used	6/42	14%
Used and ICP monitoring considered obligatory	36/42	86%
Used but ICP monitoring not considered obligatory	0/42	0%

PA=0.83

Enblad et al. R3 Survey EBIT Intensive Care Med 2004;30:1058-1065



Pentothal dosage guidance (one alternative)?

CP	8/42	19%
EEG	18/42	43%
Dosage according to protocol	9/42	21%
Not used	4/42	9.5%
Other	3/42	7.1%

PA=0.78

Enblad et al. R3 Survey EBIT Intensive Care Med 2004;30:1058-1065

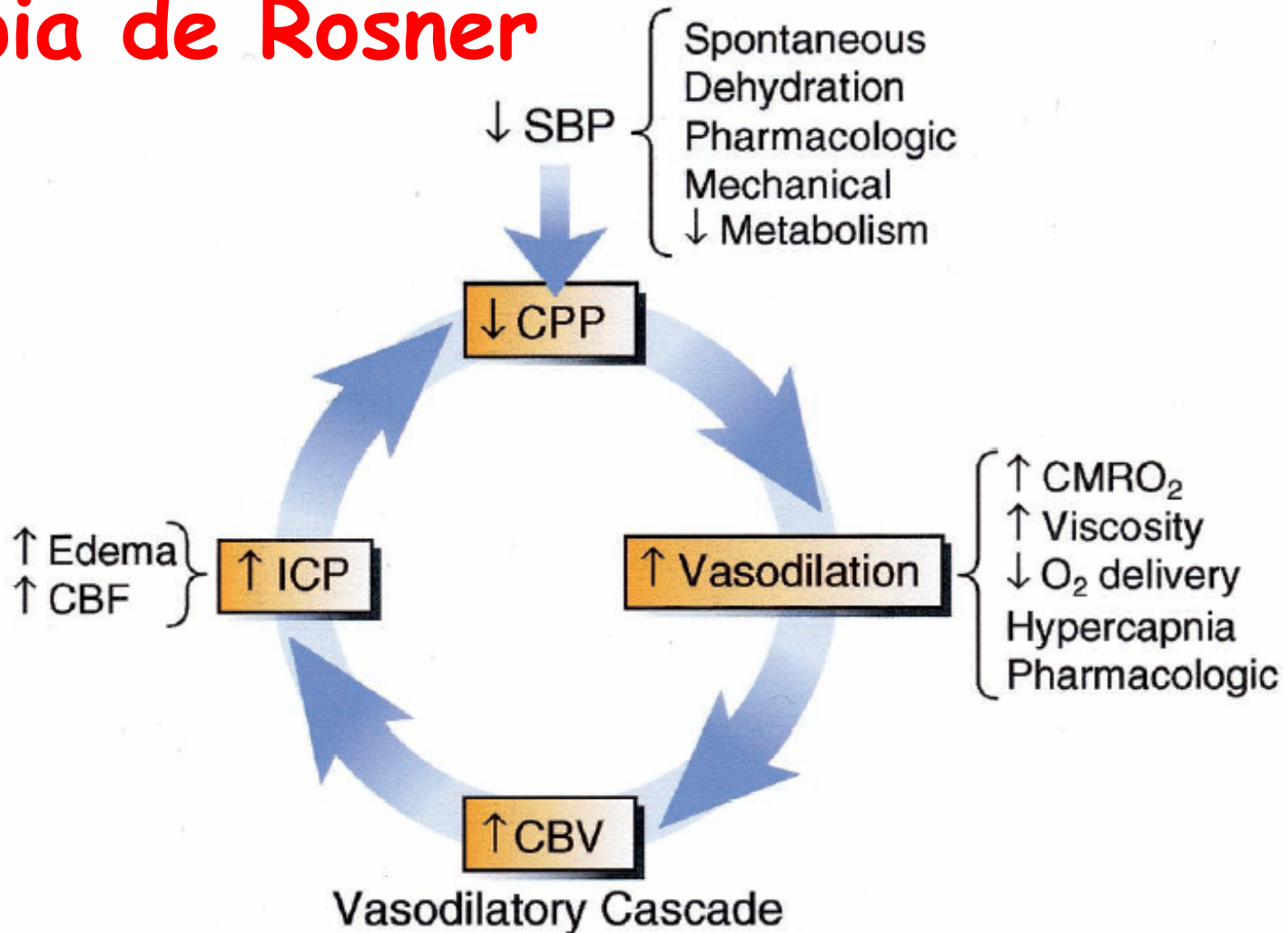
Craniectomía descompresiva



De 40 pacientes,
con hipertensión craneal refractaria,
un 25% tuvieron buena evolución al año.

B. Physiological Basis of the CPP Management Strategy

Terapia de Rosner



Rosner et al J Neurosurg 1995;83:949-962

Robertson CS. Anesthesiology 2001;95:1513-7

Grupo "FSC" : PPC > 70 mmHg y PaCO₂ 35 mmHg

Menor desaturación S_jO₂ y Aumento SDRA

Grupo "PIC" : PPC > 50 mmHg y PaCO₂ 25-30 mmHg

Mayor riesgo de isquemia cerebral

Mantener la PPC elevada para compensar la falta de autorregulación no es siempre eficaz

C Robertson et al Crit Care Med 1999;27:2086-2095

Una PPC superior a 60 mmHg tiene poca influencia en el pronóstico postTCE

Juul et al J Neurosurgery 2000;92:1-6

"Concepto de Lund"

Tratamiento edema cerebral extracelular

(PIC < 20 mmHg y PPC > 50 mmHg)

↓ Presión capilar hidrostática

↓ PAM + vasoconstricción

antagonista β_1 metoprolol (0,2-0,3 mg Kg⁻¹ 24h⁻¹ ev)

agonista α_2 clonidina (0,4-0,8 μ g Kg⁻¹/4-6 h ev)

NORMOVOLEMIA , Hb (12,5-14 g/L) y Albúmina (>340 g/L)



"Concepto de Lund"

Tratamiento edema cerebral extracelular

(PIC < 20 mmHg y PPC > 50 mmHg)

Volumen sanguíneo cerebral

arterial: tiopental y dihidroergotamina

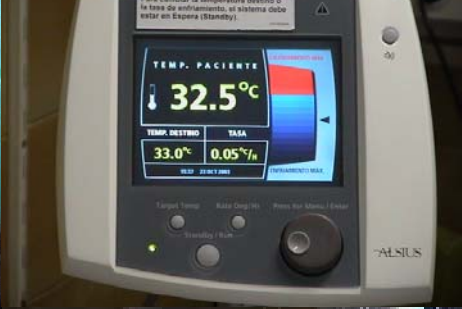
venoso: dihidroergotamina

Furosemida (balance negativo moderado)

Normoosmolalidad (Na 150 mEq L⁻¹)

No dar análogo ADH





Hipotermia moderada

**Lack of effect of induction of
hypothermia after acute brain injury**

Clifton GL et al

N Engl J Med 2001;344:556-531

CONCLUSIONES:

**Instaurar una hipotermia de 33°C
dentro de las 8 horas post accidente
no es eficaz en mejorar el pronóstico
tras Traumatismo craneal**

Kees H. Polderman
Rudi Tjong Tjin Joe
Saskia M. Peerdeman
William P. Vandertop
Armand R. J. Girbes

Effects of therapeutic hypothermia on intracranial pressure and outcome in patients with severe head injury

CS at admission	Hospital mortality			Good/excellent outcome (GOS 4 or 5)		
	Group 1 Hypothermia	Group 2 Barbiturates	<i>p</i> value	Group 1 Hypothermia	Group 2 Barbiturates	<i>p</i> value
7	9/16 (56%)	16/26 (61.5%)	NS	1/16 (5.9%)	3/26 (11.5%)	NS
-6	13/25 (52%)	19/25 (76%)	<0.01	8/25 (32.0%)	3/25 (12.0%)	<0.02
-4	18/23 (78.3%)	17/21 (80.9%)	NS	1/23 (4.3%)	1/21 (4.8%)	NS
total	40/64 (62.5%)	52/72 (72.2%)	<0.05	10/64 (15.6%)	7/72 (9.7%)	<0.02

Kees H. Polderman
E. Wesley Ely
Ahmed E. Badr
Armand R. J. Girbes

Induced hypothermia in traumatic brain injury: considering the conflicting results of meta-analyses and moving forward

Los estudios realizados incluyen cualquier tipo de paciente con cualquier TCE

la hipotermia es más eficaz en:

Pacientes jóvenes (< 45 años)

$CGS \geq 5$ al ingreso

admitidos con cierto grado de hipotermia

sin lesión cerebral difusa

o tratados para disminuir la PIC



Indomethacin:

A review of its cerebral blood flow effects and potential use for controlling intracranial pressure in traumatic brain injury patients

Neurological Research 1999;21:491-499

Richard S. Slavik*[†] and Denise H. Rhoney^{‡§}

Voluntarios sanos: 100 mg indometacina (V.O. o rectal) disminuye el flujo sanguíneo cerebral de un 20 a un 40%

Table 2: Traumatic brain injury

Author	Design	Population	N	Treatment	Δ ICP [mmHg] (%)	Δ CPP [mmHg] (%)	Δ CBF [ml 100 g ⁻¹ min ⁻¹] (%)	AVDO ₂ (%)	CMRO ₂ [ml O ₂ 100 g ⁻¹ min ⁻¹] (%)
Wen <i>et al.</i> ⁴³	Case series	Severe TBI, median GCS = 8, CT edema, refractory ICP	5	IND 30 mg i.v. bolus, followed by c.i. 30 mg h ⁻¹ x 7 h	28→17 (39) at 15 min, <i>p</i> < 0.05	NS	34→25 (26) at 2 h, <i>p</i> < 0.05	2.5→3.1 mmol l ⁻¹ (24) at 2 h, <i>p</i> < 0.05	NS
Brody <i>et al.</i> ⁴⁴	Case series	Severe TBI, mean GCS = 6, compressed basal cisterns on CT	10	IND 50 mg i.v. over 20 min, followed by c.i. 21.5 ± 11.4 mg h ⁻¹ x 30 h	34.4→16.4 (52), <i>p</i> < 0.05 29.5→23.1 (22), <i>p</i> < 0.05	67.0→76.4 (14), <i>p</i> < 0.05 63.3→65.6 (3.6), NS			
Wen <i>et al.</i> ⁴⁵	P, obs	Severe TBI, GCS ≤ 6	14	IND 30 mg i.v. bolus	15.0→9.4 (37), <i>p</i> < 0.001	73.8→81.0 (10), <i>p</i> = 0.001	39.1→30.6 (22), <i>p</i> = 0.001	4.9→6.1 ml dl ⁻¹ (25), <i>p</i> < 0.001	1.6→2.0,

Table 2. Differences in Management Approaches to the Head-injured Patient

Differences In Management Approaches to the Head-injured Patient				
Approaches to the Critical Care Management of Traumatic Brain Injury				
	Traditional	CPP management ²	Lund therapy ^{4,15}	Individualized therapy ⁶
General Management:				
Head position	15-30° elevation	Flat	Flat	whatever position gives best CPP and ICP
Sedation	morphine + lorazepam	No	low dose thiopental	morphine + lorazepam
Treatment of systemic hypertension	Treat SBP > 160 mmHg, using labetalol	No	metoprolol + clonidine	Ischemia/hypoperfusion pattern, do not treat
Nutritional support	Yes, avoid hyperglycemia	No	Yes, avoid hyperglycemia	Adequate perfusion, may treat with labetalol yes, avoid hyperglycemia
Treatment of Intracranial Hypertension				
Neuromuscular blockade	Yes	Yes	No	yes
Hyperventilation	Yes	No	No	ischemia/hypoperfusion pattern, don't use
CSF drainage	Yes	Yes	No	Adequate perfusion, may use
Osmotherapy	Yes	Yes	No	Yes
Barbiturate coma	Yes	No	No	Hypoperfusion/edema pattern, yes
Management of Cerebral Perfusion Pressure				
Goal for CPP	Not considered, keep ICP < 20 mmHg and normal BP	>70-80 mmHg (above lower limit of autoregulation)	>50-60 mmHg (whatever provides adequate perfusion)	Hypoperfusion/ischemia pattern-increase CPP to improve CBF, especially if autoregulation is impaired Adequate perfusion, maintain normal CPP

CPP = cerebral perfusion pressure; ICP = intracranial pressure; SBP = systolic blood pressure; CSF = cerebrospinal fluid; BP = blood pressure; CBF = cerebral blood flow.

Robertson CS. Anesthesiology 2001;95:1513-7