

**ANESTESIA EN EL PACIENTE CON
TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO
GRAVE**
Dr. MILTON MORALES CARHUATANTA



ANESTESIA EN TEC GRAVE

El traumatismo del SNC es la causa de casi la mitad de las muertes por traumatismo.

TEC: Lesión primaria y Respuesta secundaria.

Minimiza lesión primaria: prevención

Minimiza lesión secundaria: Diagnóstico precoz. Tratamiento rápido y bien dirigido.

Lesión secundaria: responsable de muertes y discapacidades.

Atención Primaria: CAB de la Reanimación.






FISIOPATOLOGÍA

Lesión primaria: Fuerza de cizalla en cuerpos neuronales y axones.
Lesión vascular

Lesión Secundaria: Alteración metabólica, estrés oxidativo, alteraciones bioquímicas y moleculares. Muerte y apoptosis celular.

Lesión secundaria exacerbada por hipoxia / isquemia tisular y rptas. Inflamatorias

ESCALA DE COMA DE GLASGOW

SIGNO	EVALUACION	PUNTUACION
Ojos abiertos	Nunca	1
	Al dolor	2
	A la voz	3
	Espontánea	4
	Mejor respuesta verbal	Ninguna
	Mascullada	2
	Inapropiada	3
	Confusa	4
	Orientada	5
	Mejor respuesta motora	Ninguna
	Extensión	2
	Flexión anormal	3
	Retirada	4
	Localización del dolor	5
	Obedece órdenes	6

TEC LEVE

ECG entre 13 y 15

Estabilidad durante 24 horas: No suelen empeorar.

Efectos postconmoción.

TEC MODERADO

ECG entre 9 y 12

Probable depresión respiratoria y aspiración pulmonar

Puede requerir intubación precoz y ventilación mecánica.

Evitar hipoxia, administrar líquidos, control de lesiones asociadas.

Evaluación seriada del estado de conciencia y función motora y sensitiva.

Deterioro en la ECG: repetir TC para establecer necesidad de craneotomía o monitorización invasiva de PIC.

Seguimiento neurológico no posible: Monitorizar PIC

TEC GRAVE

ECG ≤ 8 .

Recuperar homeostasis sistémica y mantener perfusión cerebral.

Fundamental: Conseguir una adecuada oxigenación sistémica de la mejor manera posible.

Datos controvertidos sobre intubación antes de la llegada al hospital.

PARÁMETROS GENERALES EN EL TRATAMIENTO DE LA PPC EN TEC GRAVE

- PA Sistólica > 90 mmHg.
- Hto 30 – 33%
- Sodio plasmático entre 140 -145 meq/l a menos que pcte. tenga incrementos de PIC.
- Monitorizar Petco2.
- Profilaxis de TVP.
- Nutrición para reposición calórica.
- Anticonvulsivantes durante los primeros 7 días tras la lesión.



INTERVENCIONES INICIALES EN EL TRATAMIENTO DE LA PRESIÓN DE PERFUSIÓN CEREBRAL EN TEC GRAVE

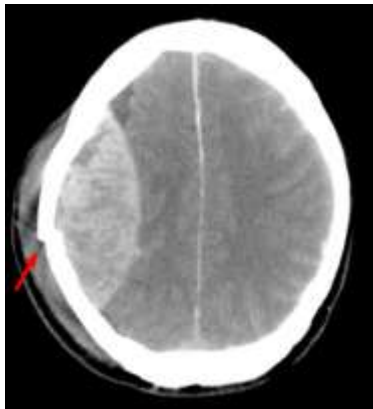
- ▶ ABC (CAB) DE LA REANIMACIÓN: Prioridad inicial superior a control de PIC.
- ▶ Establecer vía aérea, respiración y circulación.
- ▶ Mantener Paco2 a 35 mmHg.
- ▶ PaO2 > 70 mmHg o SpO2 > 94%.
- ▶ Normotermia.
- ▶ Elevación de cabecera de cama.
- ▶ Alineación de cabeza y cuello.
- ▶ Sedación.
- ▶ Luego: Monitorizar PIC

ESCALA DE MARSHALL

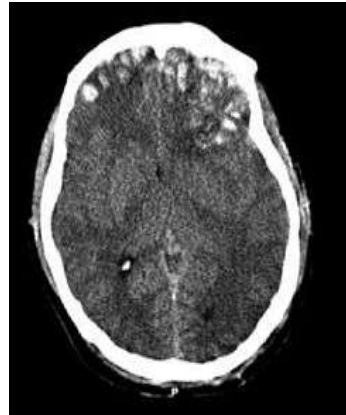
Categoría	Definición
Lesión Difusa tipo I (patología no visible)	No hay lesión intracraneal visible en la TC*
Lesión Difusa tipo II	Cisternas presentes con desviación de la línea media entre 0 - 5 mm y/o: lesión de densidades altas o mixtas < 25 cc, puede incluir fragmentos óseos o cuerpos extraños.
Lesión Difusa tipo III (edema)	Cisternas comprimidas o ausentes con desviación de la línea media entre 0 - 5 mm, sin lesiones de densidad alta o mixta >25cc
Lesión Difusa tipo IV (desviación)	Desviación de la línea media > 5mm, sin lesiones de densidad alta o mixta >25 cc
Masa Evacuada (V)	Cualquier lesión quirúrgicamente evacuada
Masa no Evacuada (VI)	Lesión de densidad alta o mixta > 25 cc, que no haya sido evacuada quirúrgicamente

*TC = Tomografía computada.

HEMATOMA EPIDURAL - HEMATOMA SUBDURAL



HEMATOMA INTRAPARENQUIMAL- CONTUSIÓN CEREBRAL



MECANISMOS DE ELEVACIÓN DE ICP

- ▶ Edema (celular, extracelular)
- ▶ Obstrucción a flujo venoso cerebral
- ▶ Hiperemia (pérdida de autorregulación, vasodilatación)
- ▶ Efecto de masa (expansión de hematoma)
- ▶ Disturbios en circulación de FSC

Monitoreo de PIC : Medida global que no distingue mecanismo de HTEC.

Monitoreo de PbtO₂, SyvO₂, DTC: Pueden individualizar tratamiento.

**NIVELES QUE UTILIZAN VARIOS TRATAMIENTOS PARA DIFERENTES
MECANISMOS EN HTEC**

NIVELES DE TRATAMIENTO EN EL MANEJO DE PIC

NIVEL 1:

- Elevar cabecera de cama 30 grados.
- Sedación y analgesia.
- Drenaje ventricular intermitente.
- Repetir examen neurológico y TC.
- Si PIC permanece $\geq 20-25$ mmHg pasar al nivel 2 rápidamente.

J. Neurotrauma, 2007;24 Suppl 1:337-44.

Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VI. Indications for intracranial pressure monitoring.

Brain Trauma Foundation; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons; Joint Section on Neurotrauma and Critical Care, AANS/CNS; Bracken SL, Chesnut RM, Ghajar J, McConnell-Hammond FF, Harris DS, Hartl R, Marlev GT, Nemecok A, Newell DW, Rosenthal G, Schouler J, Shutter L, Timmons SD, Utman JS, Videta W, Wilberger JE, Wright DW

NIVELES DE TRATAMIENTO EN EL MANEJO DE PIC

NIVEL 2:

- Terapia hiperosmolar intermitente: Manitol o Solución Salina Hipertónica. Monitoreo de Sodio sérico y osmolalidad cada 6 horas.
- En pérdida de autorregulación: Disminuir PPC a no menos de 50 mmHg para reducir PIC. Neuromonitoreo adicional para determinar PPC óptima.
- CO₂ 30 - 35 mmHg, mientras no exista hipoxia cerebral. Neuromonitoreo adicional para PaCO₂ óptima.
- Repetir examen neurológico y TC.
- Si PIC permanece $\geq 20-25$ mmHg pasar al nivel 3 rápidamente.

J. Neurotrauma, 2007;24 Suppl 1:337-44.

Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VI. Indications for intracranial pressure monitoring.

Brain Trauma Foundation; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons; Joint Section on Neurotrauma and Critical Care, AANS/CNS; Bracken SL, Chesnut RM, Ghajar J, McConnell-Hammond FF, Harris DS, Hartl R, Marlev GT, Nemecok A, Newell DW, Rosenthal G, Schouler J, Shutter L, Timmons SD, Utman JS, Videta W, Wilberger JE, Wright DW

NIVELES DE TRATAMIENTO EN EL MANEJO DE PIC

NIVEL 3:

- Hemicraniectomía descompresiva o craniectomía bilateral.
- Parálisis neuromuscular, titulada para mantener al menos 2 respuestas de TOF. Sedación adecuada.
- Inducción del coma con barbitúricos o propofol en infusión. Sólo si hay disminución de PIC con una dosis test. Manejo de hipotensión con líquidos y/o vasopresores/inotrópicos. Uso de EEG.
- Hipotermia (< 36 °C) : Terapia de rescate.

J Neurotrauma. 2007;24 Suppl 1:337-44.

Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. VI. Indications for intracranial pressure monitoring.

Brain Trauma Foundation; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons; Joint Section on Neurotrauma and Critical Care, AANS/CNS; Bracken SL, Chestnut RM, Ghajar J, McConnell-Hammond FF, Harris DA, Hartl R, Marley GT, Nemecek A, Newell DW, Rosenthal G, Scheuber J, Shuster L, Timmons SD, Ulman JS, Videla W, Whitecqr JE, Wright DW

MEDIDAS SECUENCIALES EN EL MANEJO DE LA PRESIÓN INTRACRANEANA EN TEC

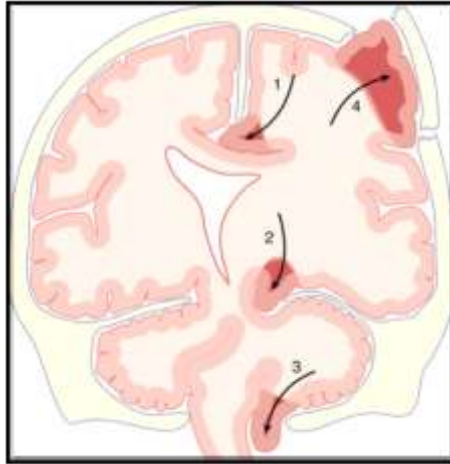
SEDACIÓN

Drenaje de LCR

Hiperventilación a corto plazo (P_{CO2} entre 30 a 35 mmHg)

Agentes osmóticos (manitol y/o suero salino hipertónico, normovolemia, osmolaridad < 320 mOsm/l, Sodio > 150 mEq/l)

Craneotomía descompresiva. Altas dosis de barbitúricos.
Hiperventilación: PaCO₂ < 30 mmHg. Monitorizar Sjo₂, Pbro₂.
Laparotomía descompresiva



VÍAS DE HERNIACIÓN

Fishman RA: *Brain edema*, N Engl J Med 293:706-711, 1975.)

CRANEOTOMÍA DESCOMPRESIVA

- ▶ Evacúa hematomas subdurales, epidurales o intracerebrales.
- ▶ Controla las elevaciones graves de la PIC pero existe incertidumbre en cuanto a su potencial para mejorar resultados.
- ▶ Previene la herniación cerebral.
- ▶ Hematoma amplio: Evacuar sin considerar ECG. Deterioro neurológico posterior debido a incremento retrasado de hematoma o edema del cerebro subyacente.



CRANEOTOMÍA DESCOMPRESIVA

- ▶ Umbral más bajo para cirugía en lesiones de fosa posterior.
- ▶ TEC más coma: Craneotomía inmediata ante presencia de hematoma.
- ▶ Escasez de estudios de alta calidad para recomendar el drenaje de coágulos sólidos a través de punciones craneales.
- ▶ Evidencias tomográficas de incremento de PIC.
 - Desplazamiento de línea media ≥ 5 mm
 - Compresión de cisternas basales
- ▶ Ante edema cerebral masivo luego de evacuación de hematoma: Remoción preventiva de segmento óseo.

CRANEOTOMÍA DESCOMPRESIVA

- ▶ Fracturas de cráneo deprimidas.
 - Elevadas quirúrgicamente si la depresión es mayor que la profundidad de la capa interna adyacente, más aún si se localizan en la frente.
 - Si está abierta: Tto. Quirúrgico para prevenir infección. Puede intentarse el Manejo no quirúrgico: En ausencia de laceración dural, contaminación grosera o infección o en ausencia de injuria al seno frontal.
 - No cirugía si está localizada sobre el seno sagital.

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

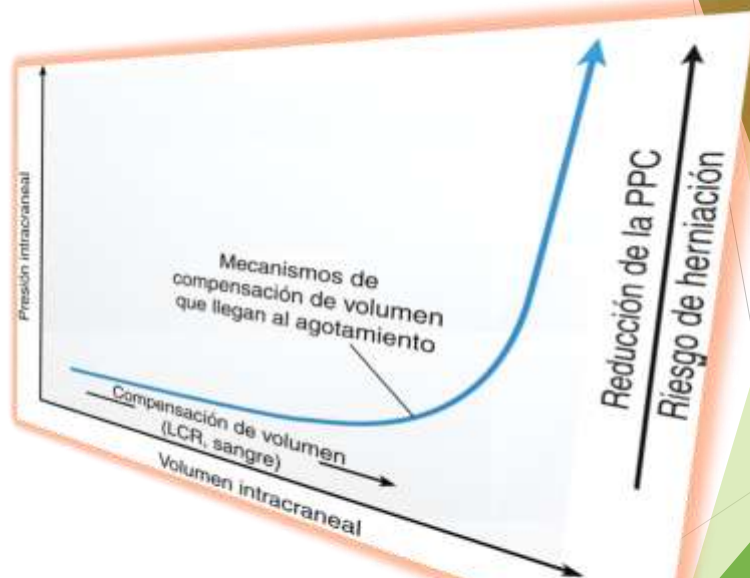
APRIL 21, 2011

VOL. 364 NO. 16

Decompressive Craniectomy in Diffuse Traumatic Brain Injury

© James Cooper, M.D., Jeffrey V. Rosenfeld, M.D., Lynette Murray, B.App.Sci., Yasser M. Arabi, M.D., Andrew R. Davies, M.B., B.S., Paul D'Urso, Ph.D., Thomas Koepsamm, M.D., Jennie Ponsford, Ph.D., Ian Seppelt, M.B., B.S., Peter Belli, M.D., and Rory Wolfe, Ph.D., for the DECRA Trial Investigators and the Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group*

- ▶ Pctes. con injuria cerebral difusa (ECG \leq 8, Marshall III)
- ▶ Estudio randomizado que demostró que los pctes. que fueron sometidos a craneotomía tuvieron reducción efectiva de la PIC y menor estancia en UCI pero su pronóstico neurológico fue peor a los 6 meses que aquellos pacientes randomizados a terapia médica máxima.
- ▶ Controversias:
 - ▶ - Grupos heterogéneos
 - ▶ - Variabilidad del tratamiento médico para el grupo control
 - ▶ - Alta tasa de cruce en el grupo quirúrgico
 - ▶ - Seguimiento a corto plazo (6 meses)



PACIENTE POLITRAUMATIZADO Y TEC

- ▶ Pcte. con pérdida de consciencia o ECG menor a 15: TC.
 - ▶ TC :
 - Compresión de cisternas basales
 - Desviación de línea media
 - Borramiento de ventrículos
 - Lesión: contusión, hematomas
- ➔ Monitor de PIC

ANESTESIA EN PACIENTE CON TEC GRAVE

- ▶ Pcte. con TEC : Necesidad continua de control de la vía respiratoria. Volver a despertar al paciente no es una opción.
- ▶ En paciente poco colaborador, con hipoxia o que se haya aspirado: Mejores condiciones de intubación con anestesia y relajación muscular.
- ▶ Intentar IET en pcte. despierto o poco sedado: Riesgo de lesión en vía aérea, aspiración, HTA, laringoespasma y agitación.

ANESTESIA EN PACIENTE CON TEC GRAVE

- ▶ Pcte. con TEC : Aumento en el consumo de oxígeno.
- ▶ Preoxigenación siempre que sea posible.
- ▶ La Ventilación con presión positiva en todas las fases de la inducción brinda la mayor reserva de oxígeno y puede evitar la hipoxia que tiene lugar tras intentos prolongados de intubación.

CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS EN TEC Y PACIENTE POLITRAUMATIZADO

Considerar estómago lleno:

- Ingesta previa
- Vaciamiento gástrico retardado por el estrés traumático
- Sangre en estómago tras traumatismo oral o nasal
- Contraste V.O. para escáner abdominal .

Maniobra de Sellick

- Beneficios secundarios.
- Presión cricoidea para cerrar el esófago. Es Continua durante IET.
- Eficacia discutible
- Puede empeorar la visión por laringoscopia hasta en un 30% de pactes.

INTUBACIÓN DE UN PACIENTE CON TRAUMATISMO CRANEAL GRAVE

Necesidad continua de control de la vía respiratoria. Volver a despertar al paciente no es una opción.

Cerebro traumatizado: Mala tolerancia a la hipoxia y a la hipotensión.

Un único episodio de hipoxemia ($\text{PaO}_2 < 60$ mmHg) en un paciente con TEC grave puede duplicar el índice de mortalidad.

Control de la PIC y vía aérea: Pctes. con $\text{ECG} \leq 8$.

También en disfunción cardiopulmonar o cuando el pcte. no coopera.

Énfasis inicial excesivo sobre la PIC.

¿Existe una forma correcta de intubación en pcte. con traumatismo craneal?

La Mejor estrategia estará determinada por el peso relativo de factores relevantes y el grado de urgencia.

FACTORES RELEVANTES DURANTE LA INTUBACIÓN EN PCTE. CON TRAUMA CRANEAL

- ▶ PIC elevada
- ▶ Repleción gástrica
- ▶ Inestabilidad de la columna cervical
- ▶ Vía aérea inestable: presencia de sangre, lesión laringo traqueal, fractura base cráneo
- ▶ Volemia inestable
- ▶ Pcte. no cooperador o agresivo
- ▶ Hipoxemia

COLUMNA CERVICAL INESTABLE

- 8 a 10 % de TEC severo: Fractura de la columna cervical.
- Laringoscopia directa: Movimiento cervical. Puede exacerbar lesión de médula espinal.
- Estabilización manual en línea (sin tracción): Reduce la extensión atlantooccipital y dificulta la laringoscopia.
- Una vez realizada la estabilización manual: Retirar la parte frontal del collarín cervical para permitir la presión cricoidea, mayor apertura de boca y mayor movilidad de la mandíbula.



COLUMNA CERVICAL INESTABLE

- La combinación de radiografías simples y TC: Tasa de falsos negativos para lesiones graves inferior al 0,1%.
- TC puede pasar por alto lesiones ligamentosas.
- Proyección radiográfica lateral pasa por alto entre el 15 y 26 % de las fracturas cervicales. (Proyección antero posterior y transoral de odontoides no suelen realizarse durante la evaluación inicial)
- RM



COLUMNA CERVICAL INESTABLE

Inducción de secuencia rápida no comporta un riesgo significativo de lesión neurológica.

En la secuencia hipnótico-relajante:
Presión sobre cricoides y
estabilización axial en línea.

Se puede dejar la mitad posterior del collarín de Filadelfia durante la laringoscopia: Fijador rígido entre hombro y occipucio.

Antes de ISR: Disponibilidad de personal y equipo para cricotomía.



Dutton RP: Spinal cord injury. Int Anesthesiol Clin 40:111,2002

COLUMNA CERVICAL INESTABLE



COLUMNNA CERVICAL INESTABLE



COLUMNNA CERVICAL INESTABLE



COLUMNA CERVICAL INESTABLE

Mascarilla laríngea:

- Mantiene ventilación en caso de intubación fallida.
- Acceso para la intubación.

Videolaringoscopia indirecta
(Bullard, GlideScope, C-Mac):
Mínima movilidad cervical.

Uso de fiador de intubación: Bougie,
Eschmann.



COLUMNA CERVICAL INESTABLE

Máscara Laríngea Fastrach



C- Trach



COLUMNA CERVICAL INESTABLE

LARINGOSCOPIOS:

- ▶ Pala recta de Miller
- ▶ Pala articulada de McCoy
- ▶ Laringoscopio Truview
- ▶ Laringoscopio Airtraq

VIDEOLARINGOSCOPIO

- ▶ Glide Scope
- ▶ C-Mac

COLUMNA CERVICAL INESTABLE

LARINGOSCOPIO TRUVIEW:
Pala recta angulada que
tiene pieza ocular



LARINGOSCOPIO ÓPTICO
AIRTRAQ



COLUMNA CERVICAL INESTABLE

FIBROBRONCOSCOPIOS:

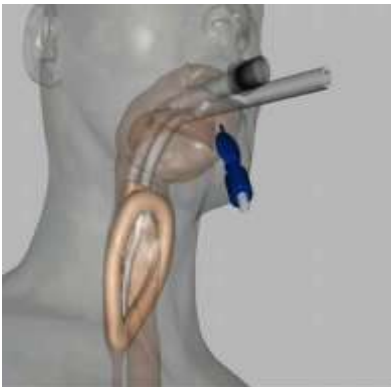
- ▶ Fibrobronoscopio Rígido de Bullard
- ▶ Fibrobronoscopio Rígido de Bonfils
- ▶ Broncofibroscopio flexible

OTROS DISPOSITIVOS DE INTUBACIÓN

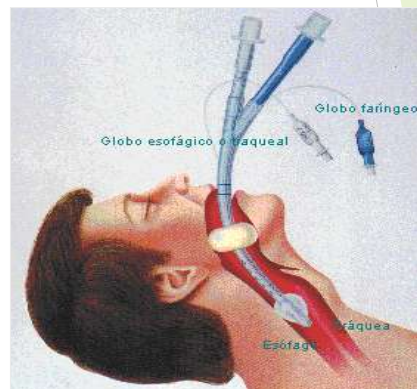
- ▶ LMA
- ▶ ILMA
- ▶ C-Trach
- ▶ ML Proseal
- ▶ Combitubo

COLUMNA CERVICAL INESTABLE

ML Proseal



Combitubo



COLUMNA CERVICAL INESTABLE

- ▶ El no realizar a tiempo un abordaje quirúrgico de la vía aérea tiene peores consecuencias que las complicaciones por un procedimiento innecesario.
- ▶ CRICOTIROTOMÍA: Indicado en pctes. No intubables-no ventilables. Discreto movimiento de la columna cervical.
- ▶ Intubación con fibroscopio óptico con pcte. despierto:
 - Ventaja: Requiere menor manipulación del cuello
 - Desventaja: Dificultad debido a hemorragia y secreciones de la vía respiratoria, rápida desaturación y falta de colaboración del pcte.
 - Reservado para pctes. colaboradores con inestabilidad cervical conocida.

SUCCINIL COLINA EN TEC

- ▶ Uso controvertido en pacientes con TEC.
- ▶ Si permite una intubación más rápida, los beneficios serán mayores que los riesgos.
- ▶ Ante la necesidad urgente de asegurar la vía aérea garantizando la oxigenación y controlar la PaCo₂: Se podría utilizar Succinilcolina.
- ▶ Administración individualizada según la gravedad de lesión sobre el SNC, la rapidez con la que se realice la IET y la probabilidad de aparición de hipoxia.
- ▶ Alternativas: Rocuronio (1,2 mg/kg), Vecuronio (0,2 mg/kg).
Relajación rápida: 1-2 min.

FÁRMACOS ANESTÉSICOS EN TEC GRAVE

En PIC elevada (o desconocida) o en campo quirúrgico “a tensión”: Usar sólo anestésicos intravenosos, excepto ketamina.

En niveles aceptables de PIC o en condiciones adecuadas de campo quirúrgico: Se pueden usar anestésicos inhalatorios.

ANESTÉSICOS INTRAVENOSOS:

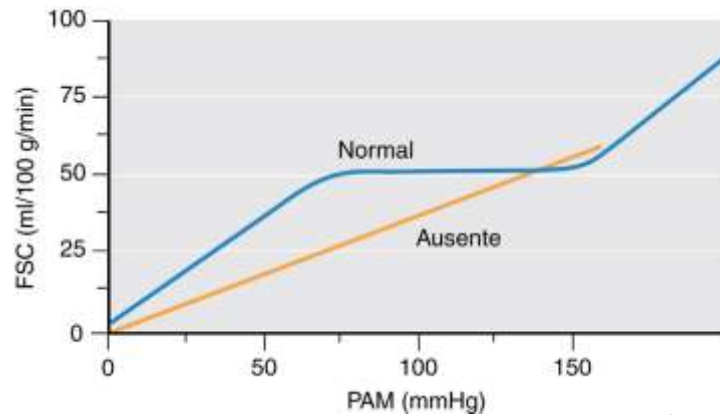
- Reducción paralela del FSC y del índice metabólico cerebral (IMC).
- Conservación de autorregulación y sensibilidad al dióxido de carbono (CO₂).



HIPOTENSIÓN ARTERIAL EN LA INDUCCIÓN EN TEC

- ▶ Evitar hipotensión durante la inducción.
- ▶ En hipotensión arterial: Reducción súbita del FSC dilata la vasculatura cerebral, entonces aumenta el VSC.
- ▶ Reducción de la PAM: Disminuye en ocasiones la congestión vascular. No usar en circulación colateral intracraneal comprometida.

AUTOREGULACIÓN VASCULAR CEREBRAL



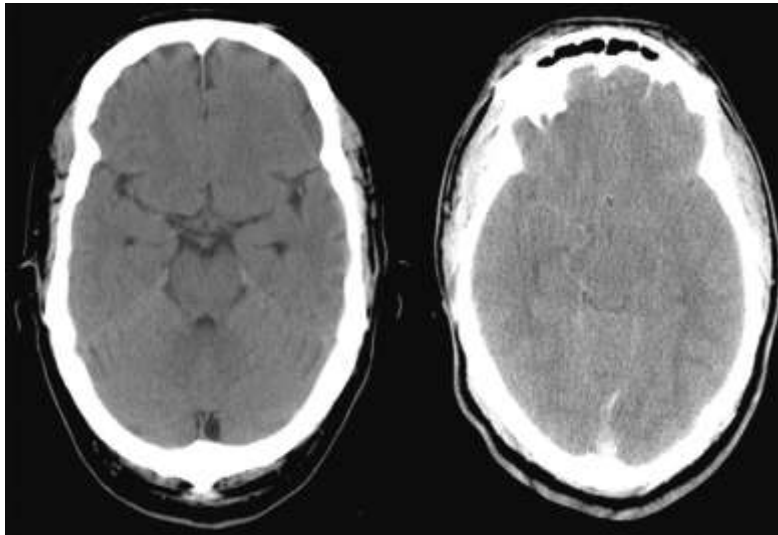
TÉCNICA ANESTÉSICA EN TEC: FÁRMACOS ANESTÉSICOS

ANESTÉSICOS VOLÁTILES

- ▶ Orden de potencia vasodilatadora:
halotano>>enflurano>>desflurano>isoflurano>sevoflurano
- ▶ Efecto neto sobre el FSC depende de:
 - Concentración de anestésico inhalatorio
 - Cambios simultáneos de la presión sanguínea asociados a alteraciones de la autorregulación.
 - Cambios simultáneos de la PaCO₂ asociados a alteraciones de la sensibilidad al CO₂

TÉCNICA ANESTÉSICA EN TEC: FÁRMACOS ANESTÉSICOS

- ▶ N₂O: Vasodilatador cerebral
- ▶ En la mayoría de procedimientos neuroquirúrgicos programados y en muchos de los urgentes: Anestesia Balanceada (Anestésicos inhalatorios, **en concentraciones inferiores a la CAM**, en combinación con opioides)
- ▶ En pcte. con traumatismo craneal con lesión con efecto de masa en expansión o cisternas o surcos obliterados en la TC: Anestesia intravenosa hasta que el cráneo y la duramadre estén abiertos.
- ▶ Evaluar el efecto de la anestesia mediante observación directa del campo quirúrgico.



TÉCNICA ANESTÉSICA EN TEC: FÁRMACOS ANESTÉSICOS

Pcte. con PIC elevada o campo quirúrgico "a tensión": Sólo anestesia intravenosa.

Restringir relajantes liberadores de histamina.

En una situación que requiera una relajación rápida para controlar o proteger la vía respiratoria, resulta razonable usar succinilcolina.

Barbitúricos: Reduce el IMC, FSC y el VSC.

Propofol: Reduce el IMC, FSC. Acidosis metabólica y rabdomiólisis en infusiones prolongadas. Hipotensión arterial.



ANESTESIA EN TEC: MONITOREO

Monitorización de presión arterial

- ▶ Anestesia superficial: Hipertensión arterial y congestión vascular.
- ▶ Liberación de la compresión del tronco encefálico: Hipotensión repentina y alivio quirúrgico de PIC elevada.
- ▶ Refleja profundidad de anestesia. Aviso precoz de lesión neurológica.
- ▶ La HTA puede avisar de una irritación, tracción o compresión excesivas o inadvertidas del tejido neural. Sobre todo en procedimientos de fosa posterior (tronco encefálico o nervios craneales).

ANESTESIA EN TEC: MONITOREO

Monitorización de presión arterial

- ▶ Hipertensión arterial (HTA) contribuye a hemorragia intracraneal y a edema cerebral. Aumenta la velocidad del FSC. En Vasculatura con mala autorregulación, la HTA eleva la PIC a través de la congestión vascular.
- ▶ Control de hipertensión sistémica durante craneotomía: Labetalol, esmolol.

ANESTESIA EN TEC: MONITOREO

- ▶ Prioridad: ABRIR EL CRÁNEO.
- ▶ Línea venosa central: Dependiendo del estado hemodinámico del paciente. Tener en cuenta pérdida sanguínea prevista, flujo de líquidos (manitol), evaluación de reserva fisiológica de paciente.
- ▶ Puede producirse un colapso cardiovascular tras la apertura de la duramadre con una PIC elevada.
- ▶ Valorar riesgos y beneficios de retrasar craneotomía para la colocación de más vías.

July 2, 2014, Vol 312, No. 1 >

< Previous Article Next Article >

Original Investigation | July 2, 2014
CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

Effect of Erythropoietin and Transfusion Threshold on Neurological Recovery After Traumatic Brain Injury

Claudia S. Robertson, MD¹; H. Julia Hannay, PhD²; José-Miguel Yarnal, PhD³; Shankar Gopinath, MD¹; J. Clay Goodman, MD⁴; Barbara C. Tilley, PhD⁵; and the Epo Severe TBI Trial Investigators
[+] Author Affiliations

JAMA. 2014;312(1):36-47. doi:10.1001/jama.2014.6490. Text Size: A A A

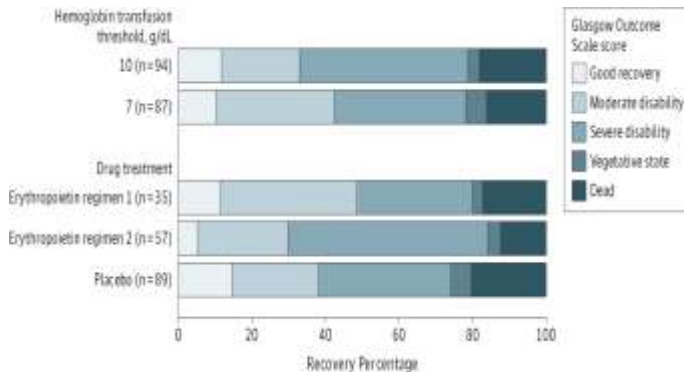
Results There was no interaction between erythropoietin and hemoglobin transfusion threshold. Compared with placebo (favorable outcome rate: 34/89 [38.2%; 95% CI, 28.1% to 49.1%]), both erythropoietin groups were futile (first dosing regimen: 17/35 [48.6%; 95% CI, 31.4% to 66.0%], $P = .13$; second dosing regimen: 17/57 [29.8%; 95% CI, 18.4% to 43.4%], $P < .001$). Favorable outcome rates were 37/87 (42.5%) for the hemoglobin transfusion threshold of 7 g/dL and 31/94 (33.0%) for 10 g/dL (95% CI for the difference, -0.06 to 0.25, $P = .28$). There was a higher incidence of thromboembolic events for the transfusion threshold of 10 g/dL (22/101 [21.8%] vs 8/99 [8.1%] for the threshold of 7 g/dL, odds ratio, 0.32 [95% CI, 0.12 to 0.79], $P = .009$).

Conclusions and Relevance In patients with closed head injury, neither the administration of erythropoietin nor maintaining hemoglobin concentration of greater than 10 g/dL resulted in improved neurological outcome at 6 months. The transfusion threshold of 10 g/dL was associated with a higher incidence of adverse events. These findings do not support either approach in this setting.



From: Effect of Erythropoietin and Transfusion Threshold on Neurological Recovery After Traumatic Brain Injury: A Randomized Clinical Trial

JAMA. 2014;312(1):36-47. doi:10.1001/jama.2014.6490



PRONÓSTICO FAVORABLE (RECUPERACIÓN ADECUADA O DISCAPACIDAD MODERADA) SEGÚN NIVEL DE Hb con $p = .28$:

Hb 7 g/dl: 42.5% (37 de 87)

Hb 10 g/dl: 33% (31 de 94)

Effect of Erythropoietin and Transfusion Threshold on Neurological Recovery After Traumatic Brain Injury: A Randomized Clinical Trial

PRONÓSTICO FAVORABLE (RECUPERACIÓN ADECUADA O DISCAPACIDAD MODERADA)

- ▶ Placebo: 38.2% (34 de 89)
- ▶ Eritropoyetina grupo 1: 48.6% (17 de 35) p=.13
- ▶ Eritropoyetina grupo 2: 29.8% (17 de 57) p<.001

EVENTOS TROMBOEMBÓLICOS SEGÚN NIVEL DE Hb, p=.009

- ▶ Hb 10 g/dl: 21.8% (22 de 101)
- ▶ Hb 7 g/dl: 8.1% (8 de 99)

¿HB \geq 7 g/dl para SOP en TEC grave?

NO, en los siguientes condiciones:

- ▶ Paciente con TEC enfocado como paciente politraumatizado.
- ▶ Traumatismo torácico, abdominal, huesos largos, pelvis, cadera, traumatismo facial severo: A veces no detectados, más aún si paciente. con signos clínicos y radiológicos de hipertensión endocraneal ingresa rápidamente a SOP. (Toma de muestra para pruebas cruzadas en Trauma Shock)
- ▶ Paciente desconocido, sin conocimiento de antecedentes de enfermedad cardíaca, renal, respiratoria.

ANESTESIA EN TEC: MONITOREO

- ▶ Técnicas discriminatorias de estado de flujo (medición de FSC, DTC, Syvo2, Po2tisular cerebral): Ausentes- No disponibles.
- ▶ Mantener PPC entre 60 y 70 mmHg en las primeras 72 horas tras un TEC.
- ▶ En niños: PPC de 45 mmHg.



MONITOREO DE PRESIÓN INTRACRANEANA EN TEC

- ▶ Indicada en ECG ≤ 8 con lesión cerebral estructural en TC inicial.
- ▶ Considerar en ECG > 8 con daño estructural cerebral con alto riesgo de progresión (contusiones múltiples o amplias, coagulopatía)
- ▶ Considerar en quienes requieren cirugía urgente por injuria extracraneal o en quienes necesitan ventilación mecánica por injuria extracraneal o en quienes evidencien progresión de patología en TC o deterioro clínico.
- ▶ Método preferido: drenaje ventricular externo unido a un transductor de presión (utilidad diagnóstica y terapéutica).

MONITOREO DE PRESIÓN INTRACRANEANA EN TEC

- ▶ Permite medida de PPC (PAM-PIC).
- ▶ Advierte de la complicación de daño estructural cerebral (Progresión de la contusión o hematoma, incremento de edema cerebral y complicaciones postoperatorias)
- ▶ Impulsa estudios de imágenes, intervenciones tempranas y manejo definitivo.
- ▶ El umbral de PIC aceptado actualmente es de 20 mmHg, con un rango razonable de 20 - 25 mmHg como un disparador para el tratamiento de la hipertensión endocraneana.

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1852

DECEMBER 27, 2012

VOL. 367 NO. 26

A Trial of Intracranial-Pressure Monitoring in Traumatic Brain Injury

Randal M. Chesnut, M.D., Nancy Temkin, Ph.D., Nancy Carney, Ph.D., Sureyya Dikmen, Ph.D., Carlos Rondina, M.D.,

METHODS

We conducted a multicenter, controlled trial in which 324 patients 13 years of age or older who had severe traumatic brain injury and were being treated in intensive care units (ICUs) in Bolivia or Ecuador were randomly assigned to one of two specific protocols: guidelines-based management in which a protocol for monitoring intracranial pressure was used (pressure-monitoring group) or a protocol in which treatment was based on imaging and clinical examination (imaging-clinical examination group). The primary outcome was a composite of survival time, impaired consciousness, and functional status at 3 months and 6 months and neuropsychological status at 6 months; neuropsychological status was assessed by an examiner who was unaware of protocol assignment. This composite measure was based on performance across 21 measures of functional and cognitive status and calculated as a percentile (with 0 indicating the worst performance, and 100 the best performance).

RESULTS

There was no significant between-group difference in the primary outcome, a composite measure based on percentile performance across 21 measures of functional and cognitive status (score, 56 in the pressure-monitoring group vs. 53 in the imaging-clinical examination group; $P=0.499$). Six-month mortality was 39% in the pressure-monitoring group and 41% in the imaging-clinical examination group ($P=0.66$). The median length of stay in the ICU was similar in the two groups (12 days in the pressure-monitoring group and 9 days in the imaging-clinical examination group; $P=0.25$), although the number of days of brain-specific treatments (e.g., administration of hyperosmolar fluids and the use of hyperventilation) in the ICU was higher in the imaging-clinical examination group than in the pressure-monitoring group (4.8 vs. 3.4, $P=0.002$). The distribution of serious adverse events was similar in the two groups.

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1852

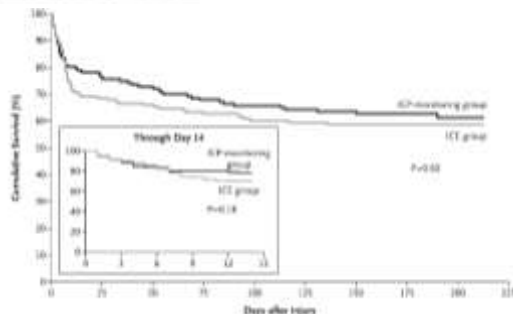
DECEMBER 27, 2012

VOL. 367 NO. 26

A Trial of Intracranial-Pressure Monitoring in Traumatic Brain Injury

Randal M. Chesnut, M.D., Nancy Temkin, Ph.D., Nancy Carney, Ph.D., Sureyya Dikmen, Ph.D., Carlos Rondina, M.D., Walter Videtta, M.D., Gustavo Peters, M.D., Silvia Lujan, M.D., Jim Prodeger, M.H.A., Jason Barber, M.S., Juan Machamer, M.A., Kelly Chaddock, B.A., Juanita M. Cella, M.D., Mariana Cherner, Ph.D., and Terence Hendin, B.A., for the Global Neurotrauma Research Group*

A Kaplan-Meier survival plot based on the prespecified analysis shows the cumulative survival rate at 6 months among patients assigned to imaging and clinical examination (IC) as compared with those assigned to intracranial-pressure (ICP) monitoring (hazard ratio for death, 1.10; 95% confidence interval [CI], 0.77 to 1.67). The inset shows the results of the post hoc analysis at 14 days (hazard ratio, 1.30; 95% CI, 0.87 to 2.11).



CONCLUSIONS

For patients with severe traumatic brain injury, care focused on maintaining monitored intracranial pressure at 20 mm Hg or less was not shown to be superior to care based on imaging and clinical examination. (Funded by the National Institutes of Health and others; ClinicalTrials.gov number, NCT01068522.)

MONITOREO EN TEC

Saturación venosa yugular de Oxígeno (Syvo2)

- ▶ Estima la extracción global de oxígeno. Sensibilidad limitada en lesiones focalizadas.
- ▶ Valores de Syvo2 inferiores al 50% durante 5 min: desaturación yugular y FSC disminuido.
- ▶ En UCI: monitorización de tendencia. Indicador de PPC e hiperventilación.

MONITOREO EN TEC

Saturación venosa yugular de Oxígeno (Syvo2)

- ▶ Falsos negativos
- ▶ Valores elevados en pcte. con PIC elevada: Indica hiperemia→ Requiere disminuir el FSC mediante hiperventilación, barbitúricos, etc.
- ▶ Diferencia media entre las saturaciones de ambos bulbos yugulares: $5,3 \pm 5\%$.

MONITOREO EN TEC

Monitorización de la Po2 tisular cerebral (Pbo2)

Pbo2 de 20 mmHg: Normal

Pbo2 por debajo de 10 mmHg: Lesión hipóxica

Proporciona información muy localizada, sólo de pequeñas regiones cerebrales en torno a la punta del electrodo.

Puede no ser útil en tejido perilesional en riesgo.

Pierden utilidad en lesión cerebral irreversible.



¿ MANEJO TERAPÉUTICO BASADO SÓLO EN MONITOREO DE PIC Y PPC EVITA LA HIPOXIA CEREBRAL SEVERA ?

[J Neurosurg](#). 2006 Oct;105(4):568-75.

Conventional neurocritical care and cerebral oxygenation after traumatic brain injury.

[Stiefel MF¹](#), [Udoetuk JD](#), [Spiotta AM](#), [Gracias VH](#), [Goldberg A](#), [Maloney-Wilensky E](#), [Bloom S](#), [Le Roux PD](#).

► OBJECT:

Control of intracranial pressure (ICP) and cerebral perfusion pressure (CPP) is the foundation of traumatic brain injury (TBI) management. In this study, the authors examined whether conventional ICP- and CPP-guided neurocritical care ensures adequate brain tissue O₂ in the first 6 hours after resuscitation.

► METHODS:

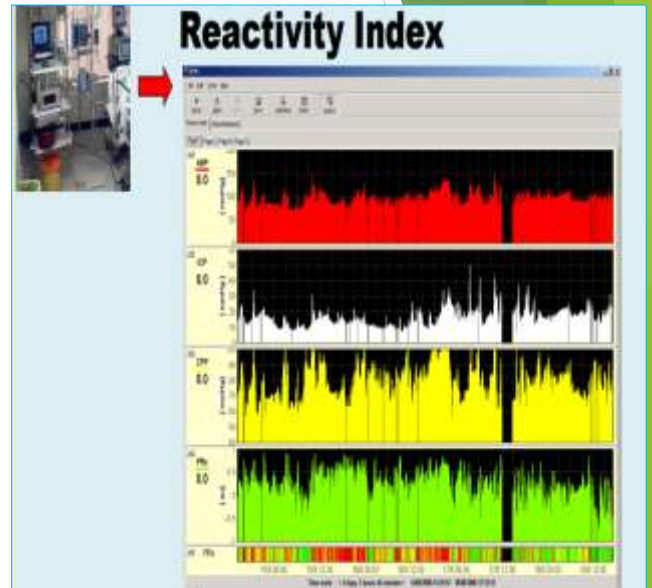
Resuscitated patients with severe TBI (Glasgow Coma Scale score < or = 8 and Injury Severity Scale score > or = 16) who were admitted to a Level I trauma center and who underwent brain tissue O₂ monitoring within 6 hours of injury were evaluated as part of a prospective observational database. Therapy was directed to maintain an ICP of 25 mm Hg or less and a CPP of 60 mm Hg or higher. Data from a group of 25 patients that included 19 men and six women (mean age 39 +/- 20 years) were examined. After resuscitation, ICP was 25 mm Hg or less in 84% and CPP was 60 mm Hg or greater in 88% of the patients. Brain O₂ probes were allowed to stabilize; the initial brain tissue O₂ level was 25 mm Hg or less in 68% of the patients, 20 mm Hg or less in 56%, and 10 mm Hg or less in 36%. **Nearly one third (29%) of patients with ICP readings of 25 mm Hg or less and 27% with CPP levels of 60 mm Hg or greater had severe cerebral hypoxia (brain tissue O₂ < or = 10 mm Hg).** Nineteen patients had both optimal ICP (< 25 mm Hg) and CPP (> 60 mm Hg); brain tissue O₂ was 20 mm Hg or less in 47% and 10 mm Hg or less in 21% of these patients. The mortality rate was higher in patients with reduced brain tissue O₂.

► CONCLUSIONS:

Brain resuscitation based on current neurocritical care standards (that is, **control of ICP and CPP**) **does not prevent cerebral hypoxia** in some patients. **This finding may help explain why secondary neuronal injury occurs in some patients with adequate CPP** and suggests that the definition of adequate brain resuscitation after TBI may need to be reconsidered

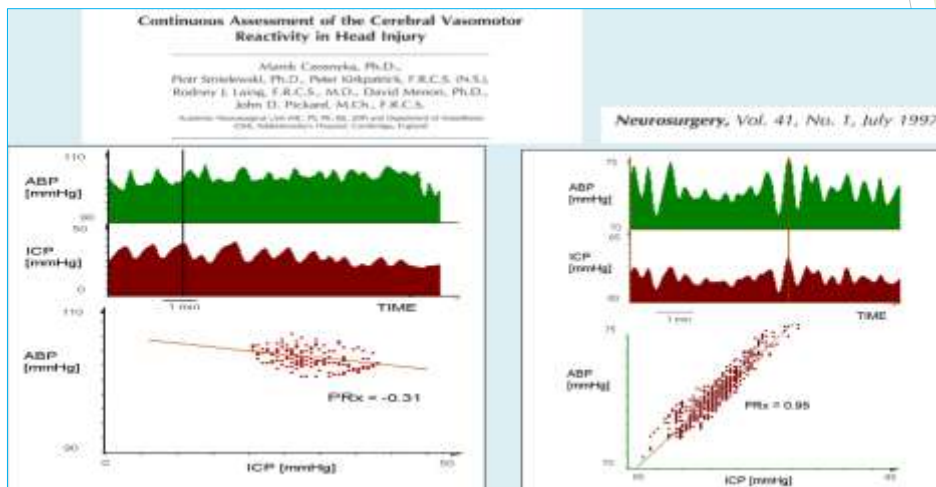
NEUROMONITOREO AVANZADO

- ▶ TEC: Enfermedad compleja y heterogénea.
- ▶ Monitoreo sólo de PIC no es suficiente.
- ▶ $PvtO_2 \leq 15$ mmHG y $SJvO_2 \leq 50\%$: Pronóstico malo.
- ▶ Deterioro de oxigenación cerebral en presencia de PIC y PPC normal.
- ▶ El índice de reactividad cerebrovascular a la presión (PRx), la monitorización del flujo sanguíneo cerebral y el DTC pueden evaluar el estado de la autorregulación: PPC y PIC específicos para cada paciente.



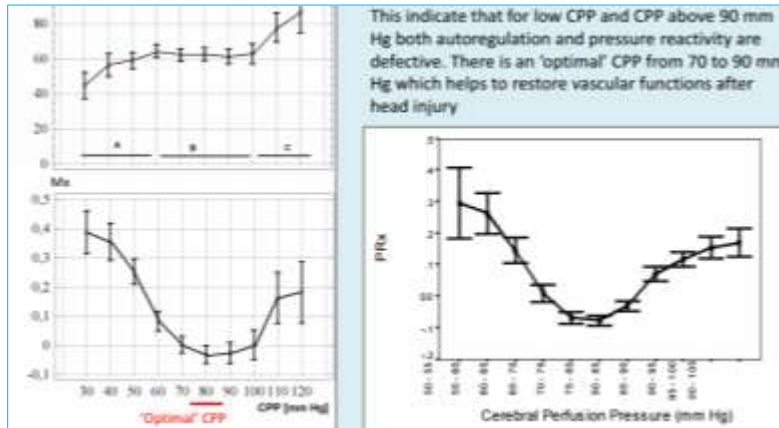
NEUROMONITOREO AVANZADO

- ▶ El PRx se cuantifica a partir de la pendiente de la línea de regresión que relaciona MAP y PIC. Establece los umbrales de CPP específicos para cada paciente.



NEUROMONITOREO AVANZADO

- ▶ En autorregulación alterada: $PRx > 0.13$ → Debería considerarse PPC relativamente baja (60 mmHg) como opción de tto.
- ▶ En autorregulación intacta: $PRx < 0.13$ → Considerar PPC mayor en el tto.

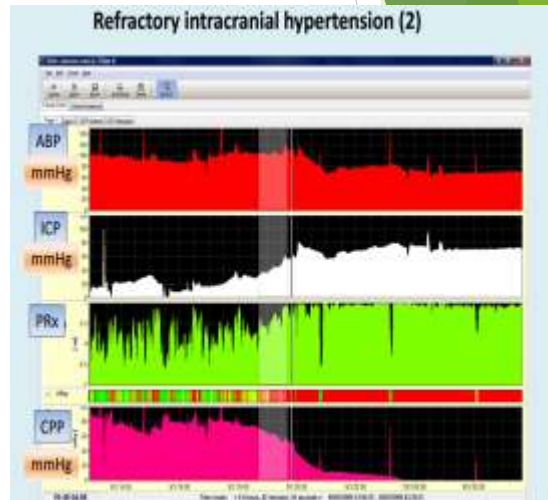
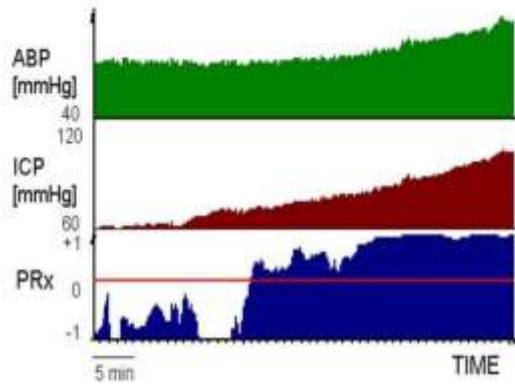


NEUROMONITOREO AVANZADO

- ▶ En autorregulación intacta: FSC cambia mínimamente en rpta. al incremento de la PAM.
- ▶ En autorregulación alterada : FSC puede incrementarse con el incremento de la PAM.

NEUROMONITOREO AVANZADO

Intracranial Hypertension



NEUROMONITOREO MULTIMODAL

ClinicalTrials.gov

A service of the U.S. National Institutes of Health

Brain Tissue Oxygen Monitoring in Traumatic Brain Injury (TBI) (BOOST 2)

ClinicalTrials.gov Identifier:
NCT00974259

First received: September 4, 2009
Last updated: December 31, 2015
Last verified: December 2015
History of Changes

Estudio clínico prospectivo aleatorizado, en fase II que estudia PbO₂ en el Tto. Del TEC grave.
Compara el tto. basado sólo en monitoreo de PIC con el tto. Basado en monitoreo de PIC más PbO₂.
El grupo PIC + PbO₂: Disminución del tiempo y de la severidad de hipoxia cerebral. 10 % reducción de mortalidad. Pronóstico neurológico favorable a los 6 meses. ($p < .005$)

ANESTESIA EN PACIENTE CON TEC GRAVE

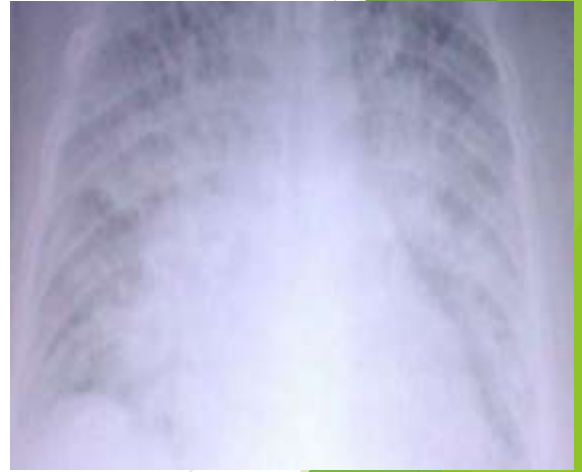


ANESTESIA EN PACIENTE CON TEC GRAVE

- ▶ PPC = PAM-PIC
- ▶ Circunstancia clínica más habitual: FSC postlesional bajo.
- ▶ Noradrenalina logra elevar la PPC de forma más consistente que la dopamina.
- ▶ PPC incrementada beneficia a pctes. con alteración de la autorregulación, flujos basales bajos y PIC incrementada.
- ▶ Hiperemia postlesional: En niños, En lesiones ocupantes de espacio, diferida a las 24 horas o más luego de una contusión cerebral.

VENTILACIÓN MECÁNICA EN TEC GRAVE

- Ventilación tradicional en traumatismo craneal aislado.
- Si pcte. presenta Traumatismo torácico, aspiración o reanimación intensiva por shock hemorrágico: riesgo de Lesión Pulmonar aguda. Dar PEEP para corregir hipoxemia.
- Con volumen adecuado, la PEEP no aumenta la PIC ni disminuye la PPC.
- PEEP al mejorar la oxigenación, puede conseguir un descenso de la PIC.



LISTA DE CONTROL RESPECTO A LA PRESIÓN INTRACRANEANA

CONTROL DE PRESIONES RELEVANTES

- ▶ Presión venosa yugular
 - Rotación de la cabeza o flexión del cuello excesivas
 - Compresión yugular directa
 - Postura con la cabeza elevada
- ▶ Presión en la vía respiratoria
 - Obstrucción de vía respiratoria
 - Broncoespasmo
 - Tiraje, tos, relajación adecuada
- ▶ PaCO₂, PaO₂
- ▶ Presión arterial

LISTA DE CONTROL RESPECTO A LA PRESIÓN INTRACRANEANA

CONTROL DEL ÍNDICE METABÓLICO

- ▶ Dolor/ansiedad
- ▶ Crisis comiciales

USO DE VASODILATADORES

- ▶ N₂O, anestésicos volátiles, nitroprusiato, antagonistas del calcio

LESIONES CON EFECTO DE MASA DESCONOCIDOS

Sangre, aire con o sin N₂O

MÉTODOS PARA REDUCIR CON RAPIDEZ LA PRESIÓN INTRACRANEAL

- ▶ Control adicional de la PaCO₂ (≥ 25 mmHg)
- ▶ Drenaje de LCR (ventriculostomía, punción cerebral)
- ▶ Diuresis (manitol)
- ▶ Supresión del IMC (barbitúricos, propofol)
- ▶ Reducción de la PAM (si existe disautorregulación). Riesgo de isquemia cerebral.
- ▶ Control quirúrgico (retirada de colgajo óseo, lobectomía)

HEMATOMA SUBDURAL



HEMATOMA SUBDURAL



ANESTESIA EN TEC GRAVE: HIPERVENTILACIÓN

En las primeras 48 a 72 horas tras un TEC:

- ▶ FSC basal es bajo, sobre todo en las primeras 24 horas.
- ▶ Hiperventilación +vasoconstricción = isquemia cerebral
- ▶ Hiperventilación profiláctica no recomendada en las primeras 24 horas tras un TEC. FSC críticamente disminuido.
- ▶ Hiperventilación selectiva y no de forma sistemática.
- ▶ Justificación de la hipocapnea: PIC a menos de 20 mmHg, evitar o revertir la herniación, minimizar la presión del retractor y facilitar el acceso quirúrgico.

ANESTESIA EN TEC GRAVE: HIPERVENTILACIÓN

Mantener PaCO₂ entre 30 y 35 mmHg..

PaCO₂ de 30 mmHg cuando no se controla el aumento de PIC con sedación, drenaje de LCR, BNM, agentes osmóticos o coma barbitúrico.

Recomendaciones individualizadas y modificadas en el caso de lesiones ocupantes de espacio o signos de inminente herniación cerebral.

Indicaciones de Hiperventilación:

- PIC elevada o incierta
- Mejorar condiciones del campo quirúrgico



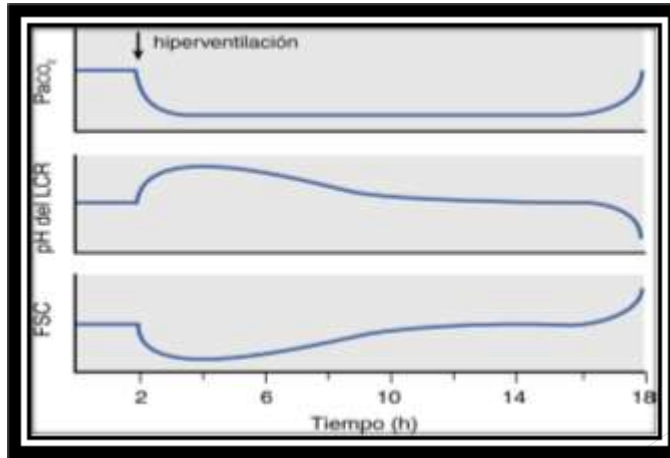
ANESTESIA EN TEC GRAVE: HIPERVENTILACIÓN

- ▶ Tejido cerebral mantenido bajo los retractores puede presentar un FSC reducido.
- ▶ Retirar hiperventilación cuando cese la indicación.
- ▶ Evitar hiperventilación en la HSA a causa del estado de bajo flujo postictal.
- ▶ En cerebro normal: ausencia de isquemia con PaCO₂ superior a 20 mmHg. Isquemia con PaCO₂ inferior a 20 mmHg.
- ▶ En cerebro normal: ausencia de isquemia con hipotensión inducida.

ANESTESIA EN TEC GRAVE: HIPERVENTILACIÓN

- ▶ Limitar la reducción aguda de la PaCO₂ a 25mmHg en personas previamente normocápnicas.
- ▶ La hipocapnea por hiperventilación : Disminución de FSC y PIC. Efecto no mantenido.
- ▶ Mientras que la disminución de la PaCO₂ arterial (y la alcalosis sistémica) se mantenga durante el periodo de hiperventilación, el Ph cerebral y el FSC se normalizarán a lo largo de un periodo de 8 a 18 horas.
- ▶ Hiperventilación prolongada es innecesaria.
- ▶ Hiperventilaciones adicionales : riesgo de barotrauma pulmonar.

HIPERVENTILACIÓN EN TEC



ANESTESIA EN TEC GRAVE: HIPERVENTILACIÓN

- ▶ La restauración de la PaCO₂ a los valores normales debe realizarse con lentitud.
- ▶ Un aumento repentino de la PaCO₂ de 25 a 40 mmHg en una persona que ha recibido hiperventilación crónica tendrá el mismo efecto fisiológico que el que provocaría un cambio rápido de 40 a 55 mmHg en una persona previamente normocápnic.
- ▶ Si los requerimientos de cierre dural lo permiten, debe elevarse la PaCO₂ una vez que se retiren los retractores para minimizar el riesgo de neumatocelo intracraneal residual.

ANESTESIA EN TEC GRAVE: LÍQUIDOS INTRAVENOSOS

- ▶ Mantener normovolemia: Apoyo a la PAM y PPC.
- ▶ Evitar reducción de la osmolaridad sérica.
- ▶ Sueros isoosmolares respecto a la sangre.
- ▶ Osmolaridad plasmática: 295mOsm/l
- ▶ Osmolaridad del suero salino fisiológico: 308 mOsm/l. En grandes volúmenes: acidosis metabólica hiperclorémica.
- ▶ Lactato de Ringer: 273 mOsm/l. En animales de experimentación: edema cerebral en grandes volúmenes.

ANESTESIA EN TEC GRAVE: LÍQUIDOS INTRAVENOSOS

- ▶ Pcte. Politraumatizado o con hemorragias significativas pero sin TEC severo o HTEC o edema cerebral: se podría alternar lactato de Ringer y suero salino de forma equitativa.

COLOIDES:

- ▶ Reducción de la presión osmótica coloide : Gradiente de presión transcapilar muy pequeña al compararse con el gradiente creado por la reducción de la osmolaridad sérica. En lesión de la BHEC, tal gradiente pequeño puede aumentar el edema cerebral.

ANESTESIA EN TEC GRAVE: LÍQUIDOS INTRAVENOSOS

- ▶ En reanimación con grandes volúmenes (politraumatismos, laceración de seno venoso cerebral): Mezcla de cristaloides isotónico y coloide.
- ▶ Razonable: Líquidos que mantengan la osmolaridad sérica normal y que eviten reducciones sustanciales de la presión osmótica coloide.
- ▶ Elección razonable de coloide: albúmina (*)
- ▶ Dextranos: Afectan la función plaquetaria.
- ▶ Soluciones con almidón: Dilución de factores de coagulación, interfieren con función plaquetaria y el complejo del factor VIII (Límite recomendado de hidroxietilalmidón 20 ml/kg/24horas).

* Myburgh J, Cooper J, Finfer S. Saline or albumina for fluid resuscitation in patients with traumatic brain injury. N Engl J Med 357: 874-884, 2007

Is albumin use SAFE in patients with traumatic brain injury?

Christopher R Brackney, Luis A Diaz, Eric B Milbrandt, Ali Al-Khafaji and Joseph M Darby

University of Pittsburgh Department of Critical Care Medicine: Evidence-Based Medicine Journal Club, edited by Eric B Milbrandt
Brackney et al. Critical Care 2010, 14:307

- ▶ Objective: The aims of the study were to document baseline characteristics that are known to influence outcomes from traumatic brain injury in the albumin and saline groups and to compare death and functional neurologic outcomes in the two groups 24 months after randomization.
- ▶ Conclusions: In this post hoc study of critically ill patients with traumatic brain injury, fluid resuscitation with albumin was associated with higher mortality rates than was resuscitation with saline. (Current Controlled Trials number, ISRCTN76588266.)

ANESTESIA EN TEC GRAVE: LÍQUIDOS INTRAVENOSOS

Estudios de pacientes que se volvieron refractarios al manitol y respondieron al suero salino hipertónico.

¿Manitol o Suero Salino Hipertónico?
Tener en cuenta efectos sobre la circulación sistémica.

Cerebro lesionado se beneficia con la recuperación eficaz de la hemodinamia sistémica.



ANESTESIA EN TEC GRAVE: DIURÉTICOS

MANITOL:

- ▶ Uso empírico . Sólo si reduce la PIC o mejora las condiciones en el campo quirúrgicos.
- ▶ Interrumpir si es ineficaz o si la osmolaridad sérica alcanza los 320 mOsm/l.
- ▶ Dosis habitual: 1,0 g/kg.
- ▶ Administración en infusión: en 15 min.
- ▶ Exposición brusca de hiperosmolaridad extrema: Probable Vasodilatación cerebral.

Hypertonic saline solution for control of elevated intracranial pressure in patients with exhausted response to mannitol and barbiturates.

(PMID:10596385)

Neurological Research [1999, 21(8):758-764]

- ▶ The present results indicate that repeated bolus application of HSS (7.5% NaCl, 2 ml kg⁻¹ b.w.) is an effective measure to decrease ICP which is otherwise refractory to standard therapeutic approaches.

Use of hypertonic saline in the treatment of severe refractory posttraumatic intracranial hypertension in pediatric traumatic brain injury.

(PMID:10809296)

Khanna S , Davis D , Peterson B , Fisher B , Tung H , O'Quigley J , Deutsch R
Division of Pediatric Critical Care Medicine, Children's Hospital, San Diego, CA, USA.
Critical Care Medicine [2000, 28(4):1144-1151]

Type: Journal Article

- ▶ **OBJECTIVES:** To evaluate the effect of prolonged infusion of 3% hypertonic saline (514 mEq/L) and sustained hyponatremia on refractory intracranial hypertension pediatric traumatic brain injury patients.
- ▶ **CONCLUSION:** An increase in serum sodium concentration significantly decreases ICP and increases CPP. Hypertonic saline is an effective agent to increase serum sodium concentrations. Sustained hyponatremia and hyperosmolality are safely tolerated in pediatric patients with traumatic brain injury. Controlled trials are needed before recommendation of widespread use.

ANESTESIA EN TEC GRAVE: DIURÉTICOS

FUROSEMIDA:

- ▶ Facilita el mantenimiento del gradiente osmótico del manitol.
- ▶ Inhibe el canal de cloruro de neuronas y células gliales, disminuyendo la acumulación de osmoles idiogénicos en el intracelular. Retrasa la restauración normal de volumen celular.

REBOTE HIPERTÓNICO

- ▶ Disminución brusca de hiperosmolaridad sostenida: edema de rebote en neuronas y células gliales, las cuales han acumulado osmoles idiogénicos durante el periodo sostenido de hiperosmolaridad.

TEC GRAVE

- ▶ Parénquima cerebral con lesión grave libera tromboplastina a la circulación: Coagulopatía de consumo
- ▶ Evaluar cascada de coagulación usando INR.
- ▶ Nuevas pruebas de coagulación: tromboelastografía, tromboelastometría rotacional y/o función plaquetaria.
- ▶ ESTEROIDES: Ausencia de beneficios o aparición de efectos perjudiciales en traumatismo craneal.

ANESTESIA EN TEC GRAVE:

Anticomociales:

- ▶ Difenilhidantoína.
- ▶ Irritación aguda de la superficie cortical: crisis comociales.

Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. j Neurotrauma 24. 2007

ANESTESIA EN TEC GRAVE: HIPOTERMIA

Hipotermia

- ▶ Hipotermia mantenida aumenta el riesgo de alteraciones de coagulación y disritmias.
- ▶ T⁰ esofágica, membrana timpánica, art. Pulmonar y bulbo yugular: Reflejo razonable de temperatura cerebral profunda.
- ▶ Estudios unicéntricos: Mejora de PIC y del aporte y demanda cerebral de oxígeno con hipotermia leve mantenida (32-34 °C). Disfunciones fisiológicas reversibles como disminución del aclaramiento de creatinina, elevación de enzimas pancreáticas y aumento de la tasa de infecciones.

ANESTESIA EN TEC GRAVE: HIPOTERMIA

- ▶ Estudio multicéntrico: No demostró un beneficio global de la hipotermia.
- ▶ Mejor pronóstico en pacientes adultos jóvenes que ya se encontraban hipotérmicos ($\leq 35^{\circ}\text{C}$) en el momento del ingreso al hospital. No utilizar métodos de calentamiento activo en tales pacientes.
- ▶ Inducción de hipotermia desde las primeras 8 horas desde la lesión.
- ▶ Ensayo multicéntrico: Mejor pronóstico neurológico en supervivientes de parada cardíaca que fueron enfriados a $32\text{-}34^{\circ}\text{C}$ en menos de 4 horas, durante 12 a 24 horas.

TIEMPO DE PROCEDIMIENTOS SECUNDARIOS EN TEC GRAVE

- ▶ Pcte. con HTEC por TEC: Posibilidad de retrasar ingreso a SOP para procedimientos extracraneales. Comunicación estrecha entre especialistas.
- ▶ Pcte. con HTEC por TEC: Retrasar 24 a 48 horas la cirugía ortopédica.
- ▶ Control de daños ortopédicos con fijación externa temprana es favorable con retardo del tratamiento definitivo. Esto minimiza el daño neurológico secundario desencadenado por respuesta inflamatoria, hipotensión, hipoxia, hiper o hipocarbía e hipertensión endocraneana; los cuales pueden ocurrir con los procedimientos ortopédicos.
- ▶ Evitar anestesia regional en HTEC.

TIEMPO DE PROCEDIMIENTOS SECUNDARIOS EN TEC GRAVE

- ▶ Evitar procedimientos laparoscópicos: Aumenta presión intraabdominal, hipercarbia.
- ▶ Monitorización estrecha durante anestesia general: Evitar PIC alta, hipotensión, hipoxia e hipo o hipercarbia. PPC \geq 60 mmHg si se monitoriza PIC.
- ▶ Preferible anestesia intravenosa.
- ▶ En injuria de médula espinal, la cirugía dependerá de la estabilidad de médula espinal y de la necesidad urgente de descompresión espinal.
- ▶ Procedimientos extracraneales de salvamento en HTEC intratable: Laparotomía o toracotomía, evitando injuria cerebral secundaria.

TEC Y PACIENTE POLITRAUMATIZADO CON HIPOVOLEMIA

Inducción anestésica interrumpe la función compensadora del simpático.

Anestésicos EV en Shock Hemorrágico: Hipotensión arterial profunda y Paro Cardíaco.

Un único episodio de hipotensión (PAS < 90 mmHg): Duplica la mortalidad.

Hipotensión más hipoxia: Mortalidad tres veces mayor.

Propofol y Tiopental Sódico: Inotrópicos negativos y vasodilatadores periféricos.

TEC Y PACIENTE POLITRAUMATIZADO CON HIPOVOLEMIA

Etomidato: Mayor estabilidad cardiovascular entre los EV

Ketamina: Estimula el SNC. Depresor directo del miocardio. En ptes. con inestabilidad hemodinámica: depresión miocárdica y colapso cardiovascular.

Shock hemorrágico: Potencia el efecto de anestésicos EV en el cerebro. Anestesia con dosis menores.

En Shock hemorrágico: Considerar No anestésicos.

ISR: Sólo relajantes musculares

Inicio de acción retardada de Relajantes musculares en hipovolemia grave.

TEC Y PACIENTE POLITRAUMATIZADO CON HIPOVOLEMIA

PAM
objetivo >
70 mmHg
hasta que
sea posible
monitorizar
la PIC

PAM
objetivo >
70 mmHg
hasta que
sea posible
monitorizar
la PIC

Solución
hipertónica:
Opción
adecuada

Hto > 30%

Mantener
PPC entre
50 y 70
mmHg

Caring for the Critically Ill Patient | March 17, 2004
Prehospital Hypertonic Saline Resuscitation of Patients With Hypotension and Severe Traumatic Brain Injury. A Randomized Controlled trial

Cooper Dj et al.

JAMA. 2004;291(11):1350-1357.

- ▶ **Objective** To determine whether prehospital resuscitation with intravenous HTS improves long-term neurological outcome in patients with severe TBI compared with resuscitation with conventional fluids.
- ▶ **Conclusion** In this study, patients with hypotension and severe TBI who received prehospital resuscitation with HTS had almost identical neurological function 6 months after injury as patients who received conventional fluid

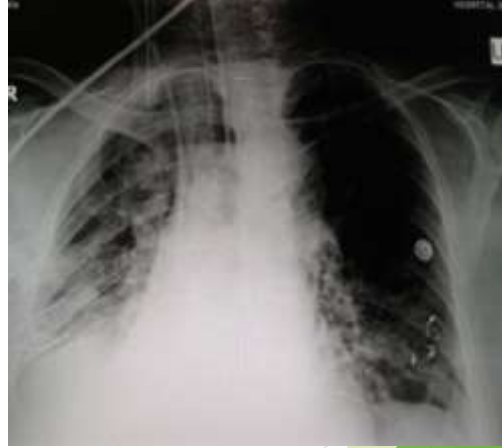
CIRUGÍA EXTRACRANEAL DE PACIENTE POLITRAUMATIZADO

Incremento de la PIC:

- Elevación brusca de la presión arterial
- Vasodilatadores sistémicos: Nitroglicerina, nitroprusiato
- Aumento de presiones de la vía aérea
- Aumento de presión venosa
- Dificultad para mantener hipocapnia durante ventilación unipulmonar

Heparinización sistémica

- Impide la colocación de un monitor de PIC.



¿NECESARIAMENTE LA HERNIACIÓN CEREBRAL
SE PRODUCE CON PIC MUY ALTA?

Herniación incluso a
niveles de PIC
relativamente bajos
(Aprox. 20 mmHg)

En Lesiones
temporales medias
(próximas al uncus y a
la incisura donde se
produce la herniación)

RECUERDO POSTERIOR DE IET EN PACIENTE POLITRAUMATIZADO

- Es variable y está determinado por la presencia de TEC, embriaguez y gravedad del shock hemorrágico.

- La disminución de la perfusión cerebral parece inhibir la función de la memoria.

- No existen demandas relacionadas por despertar intraoperatorio en el pcte. con traumatismo.

LAPARATOMÍA DESCOMPRESIVA EN TEC GRAVE

- ▶ Con presión presión intraabdominal > 20 mmHg debido a lesiones asociadas o a un excesivo volumen de reposición de líquidos.
- ▶ El Aumento de presión abdominal dificulta la mecánica ventilatoria: Mayor presión arterial media para mantener la S_{art}O₂.
- ▶ ↑ P⁰ Intraabdominal → ↑ P⁰ Insuflación → ↑ P⁰ intratorácica y dificulta el drenaje venoso de la cabeza. ↑ PIC.

LAPARATOMÍA DESCOMPRESIVA EN TEC GRAVE

Síndrome Compartimental Múltiple:

- ▶ Líquidos para PPC, PEEP para lesión pulmonar
- ▶ $\uparrow P^0$ intraabdominal $\uparrow P^0$ intratorácica: \uparrow PIC
- ▶ Fluidoterapia agresiva y lesión pulmonar aguda
- ▶ Apertura del abdomen , incluso en ausencia de un traumatismo abdominal primario: TCE aislado \rightarrow Enfermedad sistémica

DETERIORO NEUROLÓGICO DIFERIDO LUEGO DE TEC

Sobre todo por contusiones de región frontotemporal.

Hasta 48 horas después del traumatismo inicial (promedio 17 horas).

CONSIDERACIONES DEL MANEJO PARA PACIENTES ANCIANOS CON TEC

- ▶ Alta mortalidad y pobre resultado funcional.
- ▶ Edad, de forma aislada, no es razón para decisiones limitadas de tratamiento o retiro de soporte vital.
- ▶ Toma de decisiones centradas en severidad de injuria, comorbilidades asociadas y respetos por los deseos del paciente expresados previamente. Discusión detallada con la familia.
- ▶ Evaluación neurológica complicada por demencia pre-existente, disfunción cognitiva o defectos visuales o auditivos.
- ▶ Importancia de anamnesis indirecta.

CONSIDERACIONES DEL MANEJO PARA PACIENTES ANCIANOS CON TEC

- ▶ Autorregulación se altera con la edad avanzada.
- ▶ Carencia de recomendaciones bien estudiadas para determinar PPC óptima.
- ▶ En injuria craneal leve en pcte. ≥ 65 años: TC
- ▶ Anticoagulantes y antiplaquetarios pueden exacerbar las secuelas de TEC. Reversión de anticoagulantes está en evolución. Reportes de uso exitoso con ácido tranexámico y activador del factor 8 para revertir dabigatran (con o sin hemodiálisis) y Concentrado de Complejo de Protrombina para revertir Rivaroxaban/apixaban.
- ▶ Referencia en ACS TQIP Geriatric Trauma Management Guidelines.

CONSIDERACIONES EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON TEC

- ▶ Guías para manejo de trauma encefálico en lactantes, niños y adolescentes: 2012.
- ▶ Si no es posible la transferencia a un centro pediátrico, la transferencia debe ser realizada a un centro de adultos.
- ▶ Incluir manejo pre-hospitalario durante el transporte y la admisión.
- ▶ Presión arterial y parámetros ventilatorios para diferentes edades. Parámetros fisiológicos apropiados para la edad.
- ▶ Prevenir hipoxia e hipotensión .

TOMA DE DECISIONES CON RESPECTO AL PRONÓSTICO Y RETIRADA DE SOPORTE MÉDICO

- ▶ Terapia agresiva sin limitar ninguna intervención al menos por 72 horas post injuria, excepto en muerte cerebral o según disposiciones de leyes estatales.
- ▶ 72 horas: Periodo mínimo durante el cual se puede evaluar las intervenciones iniciales y la probabilidad de supervivencia.
- ▶ Capacidad limitada para pronosticar el resultado a largo plazo y frecuentemente incorrecto, especialmente en el primer día post injuria.

TOMA DE DECISIONES CON RESPECTO AL PRONÓSTICO Y RETIRADA DE SOPORTE MÉDICO

- ▶ Decisiones rápidas y desde el momento de la injuria inicial.
- ▶ Alto riesgo de muerte y discapacidad a largo tiempo.
- ▶ Se recomienda precaución cuando se utilizan modelos matemáticos predictores de pronóstico, en particular cuando se consideran decisiones limitadas de tratamiento.
- ▶ Ausencia de resucitación o retirada de soporte médico: asociados a resultados adversos, independientemente de otras características del paciente.

MUCHAS GRACIAS