

# GTNMYT

## INDICACIONES DE MONITORIZACIÓN DE PRESIÓN INTRACRANEAL Y PRESIÓN TISULAR DE OXIGENO. ALGORITMOS DE MANEJO

Marina Sandra Cherchi<sup>a</sup>, Patricia Sebastián Cernuda<sup>b</sup>, Miguel Ángel Hernández Hernández<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (Santander)

<sup>b</sup>Hospital Universitari Dr Josep Trueta (Girona)

978-84-120806-8-1



## **RESUMEN:**

Con el objetivo de detectar de forma precoz la lesión cerebral secundaria, reducir la estancia hospitalaria y mejorar el pronóstico de los pacientes afectados de lesión cerebral aguda, se recomienda incluir en la neuromonitorización multimodal los valores de presión intracraneal y presión tisular de oxígeno. De acuerdo a éstos, en la Conferencia Internacional sobre monitorización multimodal en el paciente neurocrítico de 2014 se propuso un algoritmo de manejo en el que, además de las medidas de carácter general, se incluyeron recomendaciones específicas para cada situación clínica: paciente con hipertensión intracraneal y oxigenación cerebral preservada, hipoxia tisular cerebral con presión intracraneal en límite normal, e hipertensión intracraneal asociada a una situación de hipoxia cerebral. A continuación, se detallan las medidas propuestas, así como las principales indicaciones de neuromonitorización y del cese de la misma.

## **PALABRAS CLAVE:**

Neuromonitorización multimodal. Presión intracraneal. Presión tisular de oxígeno.



Según las recomendaciones de la Conferencia Internacional sobre monitorización multimodal en el paciente neurocrítico de 2014, la monitorización de la presión intracraneal (PIC) y presión de perfusión cerebral (PPC) debe realizarse en todo paciente con **traumatismo craneoencefálico (TCE) que esté en riesgo de desarrollar hipertensión intracraneal, en función de la clínica y/o pruebas de imagen** (recomendación fuerte; calidad de evidencia moderada), y en los casos **hemorragia subaracnoidea (HSA), hemorragia intracraneal o cualquier otra patología craneoencefálica no traumática que se encuentre en riesgo de hipertensión intracraneal basándose en la clínica y/o pruebas de imagen** (calidad de evidencia baja)<sup>1</sup>. En este grupo se incluyen a los pacientes con alto riesgo de desarrollar hidrocefalia, siendo preferible en este caso, la medición de PIC mediante drenaje ventricular externo (DVE) (calidad de evidencia baja)<sup>1</sup>. Según la 4ª edición de las guías de la Fundación para el trauma cerebral de 2016, la monitorización de la PIC contribuirá a la reducción de la estancia hospitalaria y la mortalidad (nivel IIB de evidencia)<sup>2</sup>. Las indicaciones de monitorización en TCE grave se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Indicaciones de monitorización de PIC.

| <b>Indicaciones de monitorización PIC</b>  |
|--|
| <p>TCE grave (GCS igual o inferior a 8 al ingreso tras reanimación inicial)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TC anormal → cualquier fenómeno expansivo (hemorragias, contusiones, swelling cerebral, desviación de la línea media, herniación uncal o compresión de las cisternas basales).</li> <li>• TC normal → si presentan <math>\geq 2</math> de los siguientes FR para presentar HTIC: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Edad superior a 40 años</li> <li>- Respuesta en motora en decorticación o descerebración</li> <li>- Hipotensión (TAS&lt;90) o tensiones mantenidas a expensas de drogas vasoactivas.</li> </ul> </li> </ul> |

Adaptado de: Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GWJ, Bell MJ et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. Neurosurgery 2017;80(1):6-15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432. FR: Factores de riesgo. GCS: *Glasgow coma scale*. HTIC: Hipertensión intracraneal. TAS: Tensión arterial sistólica.

Así mismo, de acuerdo a la clasificación de los tipos de hipoxia cerebral propuesta por Siggaard-Andersen en 1995, las causas más frecuentes de la misma son la **hipoxia por baja extracción** (debido a la alta afinidad de la hemoglobina por el oxígeno promovida por un estado de hipocapnia), y la **hipoxia isquémica** por reducción del flujo sanguíneo cerebral<sup>3</sup>. Conocer el tipo de hipoxia subyacente será de interés para un mejor manejo de

la patología craneoencefálica grave. Dentro de las recomendaciones de la Conferencia Internacional de 2014, la monitorización del nivel de oxígeno cerebral se recomienda en los pacientes con riesgo de desarrollar isquemia y/o hipoxia cerebral (recomendación fuerte; baja calidad de evidencia)<sup>1</sup>. Respecto al dispositivo utilizado, en el algoritmo de manejo publicado en 2020 tras la Conferencia de Consenso Internacional de Seattle sobre el traumatismo craneoencefálico grave, se aboga por el uso de la presión tisular de oxígeno (PtiO<sub>2</sub>) en lugar de la saturación yugular de oxígeno. La localización del sensor se decidirá de acuerdo al diagnóstico, el tipo y localización de la lesión, y la disponibilidad técnica (recomendación fuerte; baja calidad de evidencia)<sup>1</sup>. Actualmente solamente están bien establecidos los valores normales de PtiO<sub>2</sub> cerebral en sustancia blanca subcortical del territorio frontera entre la ACM-ACA (sobre el punto de Kocher)<sup>4</sup>. La inserción del catéter se realiza a través de un trépano y guiada por un introductor específico que se mantiene fijado al cráneo, hasta una profundidad de unos 34 mm.

Es necesario realizar una TAC craneal de control tras la implantación del catéter para objetivar la posición correcta del mismo y descartar posibles complicaciones relacionadas con su inserción (hematoma principalmente).

Se debe esperar para interpretar los resultados obtenidos entre 2 a 6 horas (periodo *run-in-time*), tiempo necesario para que los cambios producidos por el edema y la microhemorragia post introducción del sensor se autolimiten y la medición se estabilice. La calibración es automática, pero se debe introducir la temperatura del paciente de forma horaria (en el caso del introductor de triple luz del sistema Licox®, la medición de la temperatura se realiza a través de un tercer puerto asociado al catéter de PtiO<sub>2</sub>, sin necesidad de la introducción manual del valor de temperatura). Los valores normales de PtiO<sub>2</sub> o el umbral de isquemia que se relacionan con un mal pronóstico son<sup>4</sup>:

- >30: hiperemia
- 20-30: valores considerados normales
- 15-20: hipoperfusión compensada
- 10-15: isquemia
- <10: infarto



**1. MEDIDAS DE NIVEL CERO:** Recomendaciones a realizar en todo paciente con TCE grave de forma precoz, independientemente del valor de PIC (tabla 2). Estas medidas pueden extrapolarse al daño cerebral agudo de cualquier índole (traumático o no traumático).

**Tabla 2.** Medidas de nivel cero para el manejo de pacientes con TCE grave, no dependientes del valor de PIC y PtiO<sub>2</sub>.


| <b>Medidas de nivel cero</b>   |  |
|--|--|
| <b>Intervenciones básicas:</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso en UCI</li> <li>• Intubación endotraqueal y conexión a ventilación mecánica</li> <li>• Evaluación seriada del nivel neurológico y de la reactividad pupilar</li> <li>• Elevar cabecera a 30-45°</li> <li>• Adecuado control algésico</li> <li>• Adecuar sedación para prevenir agitación o asincronía respiratoria</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de la temperatura para evitar fiebre:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir temperatura central</li> <li>• Tratar si temperatura central &gt;38°C</li> </ul> </li> <li>• Considerar pauta corta de terapia antiepiléptica (ej. 1 semana, en ausencia de causa que indique su continuación)</li> <li>• Mantener PPC inicialmente <math>\geq 60</math> mmHg</li> <li>• Mantener Hb &gt; 7 g/dL</li> <li>• Evitar hiponatremia</li> <li>• Optimizar retorno venoso craneal (mantener cabeza centrada, evitar presión cervical)</li> <li>• Monitorizar de forma invasiva la presión arterial</li> <li>• Mantener SatO<sub>2</sub> <math>\geq 94\%</math></li> </ul> |
| <b>Intervenciones recomendadas:</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Canalizar acceso venoso central</li> <li>• Monitorizar end-tidal CO<sub>2</sub></li> </ul>  |  |

Adaptado de: Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). *Intensive Care Med* 2020;46:919-929. CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono. Hb: Hemoglobina. PIC: Presión intracraneal. PPC: Presión de perfusión cerebral. PtiO<sub>2</sub>: Presión tisular de oxígeno. SatO<sub>2</sub>: Saturación periférica de oxígeno. UCI: Unidad de cuidados intensivos.

**2. MEDIDAS NO RECOMENDADAS:** Recomendaciones a evitar de forma rutinaria, salvo cuando se indiquen de forma individualizada y se haya obtenido previamente monitorización de PIC y PtiO<sub>2</sub> (tabla 3).



**Tabla 3.** Tratamientos no recomendados en el manejo de la lesión cerebral traumática grave (cuando se monitoricen de forma simultánea PIC y PtiO<sub>2</sub>).

**Recomendaciones de  HACER**

- \* Manitol en perfusión
- \* Osmóticos pautados de forma rutinaria (por ej. cada 4-6 horas)
- \* Drenaje lumbar de LCR
- \* Furosemida rutinaria
- \* Corticoides
- \* Propofol a altas dosis para supresión en EEG
- \* Hipotermia <35° de forma rutinaria
- \* PCO<sub>2</sub><30mmHg de forma rutinaria
- \* PPC>90mmHg de forma rutinaria
- \* Utilizar barbitúricos o hipotermia en caso de PtiO<sub>2</sub> baja (a menos que tengan otra indicación)
- \* Hipercapnia en los pacientes “tipo D” (PIC>22mmHg y PtiO<sub>2</sub> <20mmHg)

Adaptado de: Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). Intensive Care Med 2020;46:919-929. PaCO<sub>2</sub>: Presión parcial arterial de dióxido de carbono. PtiO<sub>2</sub>: Presión tisular de oxígeno.

Teniendo en cuenta las recomendaciones a aplicar de forma universal y las medidas no recomendadas, el manejo continúa con una serie de actuaciones que se establecen de forma escalonada y con complejidad creciente. Podrán realizarse todas o algunas de las opciones de cada nivel antes de decidir pasar al siguiente en caso de que el paciente presente control subóptimo de la PIC y/o PtiO<sub>2</sub>.

Con el objeto de individualizar el manejo, se establecen 3 perfiles de paciente neurocrítico en función de los valores de PIC y PtiO<sub>2</sub> obtenidos en la monitorización (tabla 4).

**Tabla 4.** Perfil de paciente en función de los valores de PIC y PtiO<sub>2</sub>.

|                             | PIC < 22 mmHg | PIC > 22 mmHg |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| PtiO <sub>2</sub> > 20 mmHg | Tipo A        | Tipo B        |
| PtiO <sub>2</sub> < 20 mmHg | Tipo C        | Tipo D        |

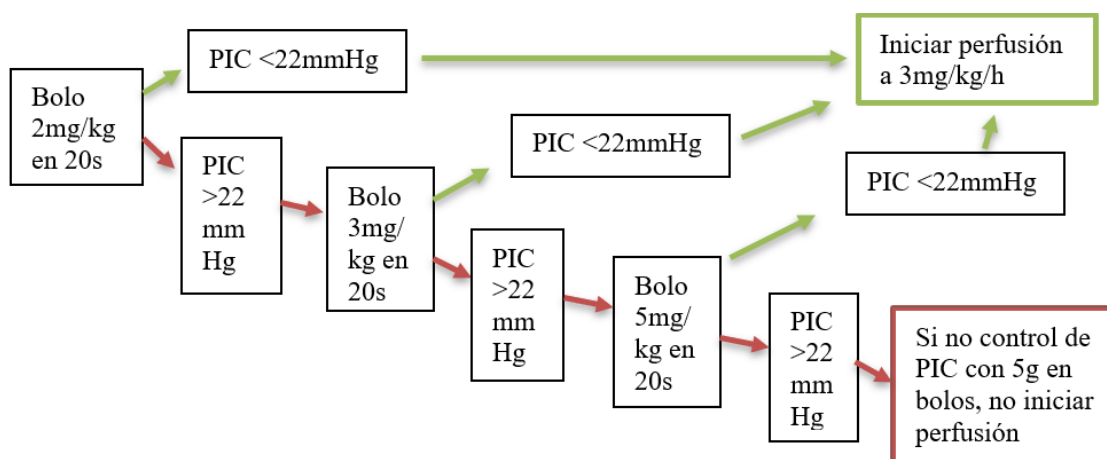
Adaptado de: Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle

Al final del documento se adjuntan los algoritmos de manejo de cada perfil de paciente, detallando la medida diferenciadora respecto a las otras situaciones de monitorización.

Como aspectos generales a tener en cuenta para la correcta aplicación de los algoritmos, cabe destacar:

- Cuando sea preciso la administración de terapia hiperosmolar, se aconseja mantener como límites de seguridad de **natremia** y de **osmolaridad**, 155 mEq/L y 320 mEq/L, respectivamente.
- En el supuesto de utilizar **relajación neuromuscular** en un paciente adecuadamente sedado, se recomienda administrar una dosis en bolo, e iniciar perfusión únicamente si se ha demostrado eficacia con la dosis aislada.
- En el caso de que se necesiten **barbitúricos** para el control de la PIC, deberá demostrarse su eficacia antes de administrarlos de forma continua, y siempre utilizando la menor dosis con la que alcance un estado electroencefalográfico de brote-supresión o un BIS entre 10-20 y una TS de 60-80%. En la figura 1 se muestra el algoritmo propuesto de las dosis a administrar para conseguir alcanzar un estado de coma barbitúrico. El coma barbitúrico ha demostrado ser efectivo para disminuir la PIC, pero no ha demostrado disminuir la mortalidad ni mejorar el pronóstico de los pacientes con TCE grave<sup>5</sup>.

**Figura 1.** Algoritmo de tratamiento propuesto para realización de coma barbitúrico con tiopental en TCEG



Adaptado de: Pérez-Bárcena J, Llompart-Pou JA, Homar J, et al. Pentobarbital versus thiopental in the treatment of refractory intracranial hypertension in patients with traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2008;12(4): R112. PMID: 18759980. TCEG: traumatismo craneoencefálico grave, PIC: presión intracraneal.

- Siempre que se aumente el riesgo de eventos adversos (esto es, cada vez que se escale en el algoritmo), se debe **reevaluar la situación y la opción de tratamiento quirúrgico** de lesiones no consideradas previamente como tal.
- Según los resultados de los últimos estudios realizados sobre **la craniectomía descompresiva** (DECRA y RESCUE icp) se han modificado las recomendaciones de la Brain Trauma Foundation en 2020. Así, las nuevas recomendaciones (nivel IIA) son<sup>6</sup>:
  1. DC secundarias tardía (>10d) se recomienda para mejorar la mortalidad y los resultados favorables.
  2. DC secundaria temprana (<3d) no se recomienda para mejorar la mortalidad y resultados favorables. *No debe extrapolarse a la DC primaria.*
  3. DC secundaria, realizada como tratamiento para la elevación refractaria de la PIC (temprana o tardía), se sugiere para reducir la PIC y duración de los cuidados intensivos, aunque la relación entre estos los efectos y el resultado favorable son inciertos.

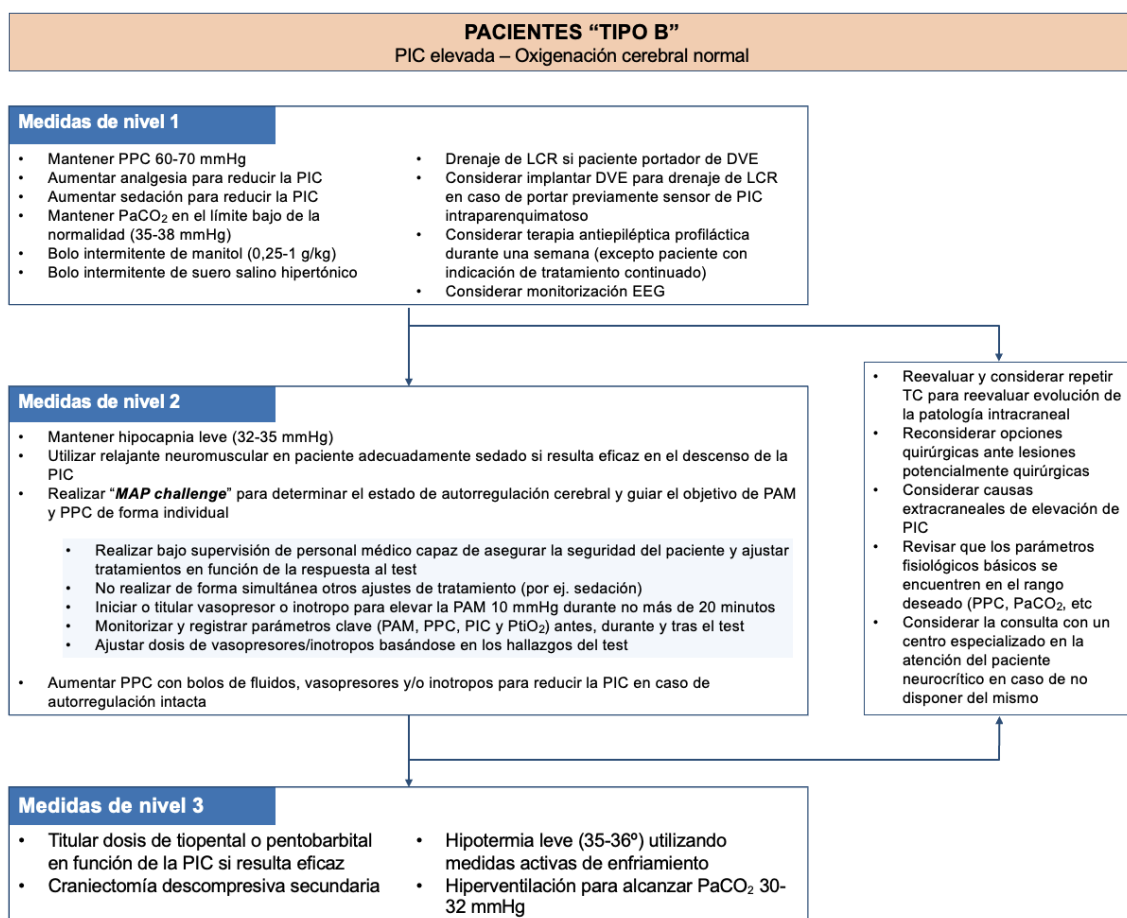
### 3. ALGORITMO DE MANEJO DE PACIENTES TIPO B (PIC elevada con PtiO<sub>2</sub> en valores normales). (figura 2)

En este caso, el elemento diferenciador es la **hiperventilación** con el objeto de alcanzar una **PaCO<sub>2</sub> 30-32 mmHg** como opción terapéutica dentro del **nivel 3** (nivel de medidas con mayores efectos adversos asociados y, por tanto, de utilidad ante situaciones refractarias a las recomendaciones de los escalones previos).





**Figura 2.** Algoritmo de consenso para el manejo del trauma craneal grave con hipertensión intracraneal y oxigenación cerebral normal.



Adaptado de: Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). *Intensive Care Med* 2020;46:919-929. DVE: Drenaje ventricular externo. EEG: Electroencefalograma. PaCO<sub>2</sub>: Presión parcial arterial de dióxido de carbono. PIC: Presión intracraneal. PPC: Presión de perfusión cerebral. TAM: Tensión arterial media.

#### 4. ALGORITMO DE MANEJO DE PACIENTES TIPO C (PIC normal en situación de hipoxia cerebral). (figura 3)

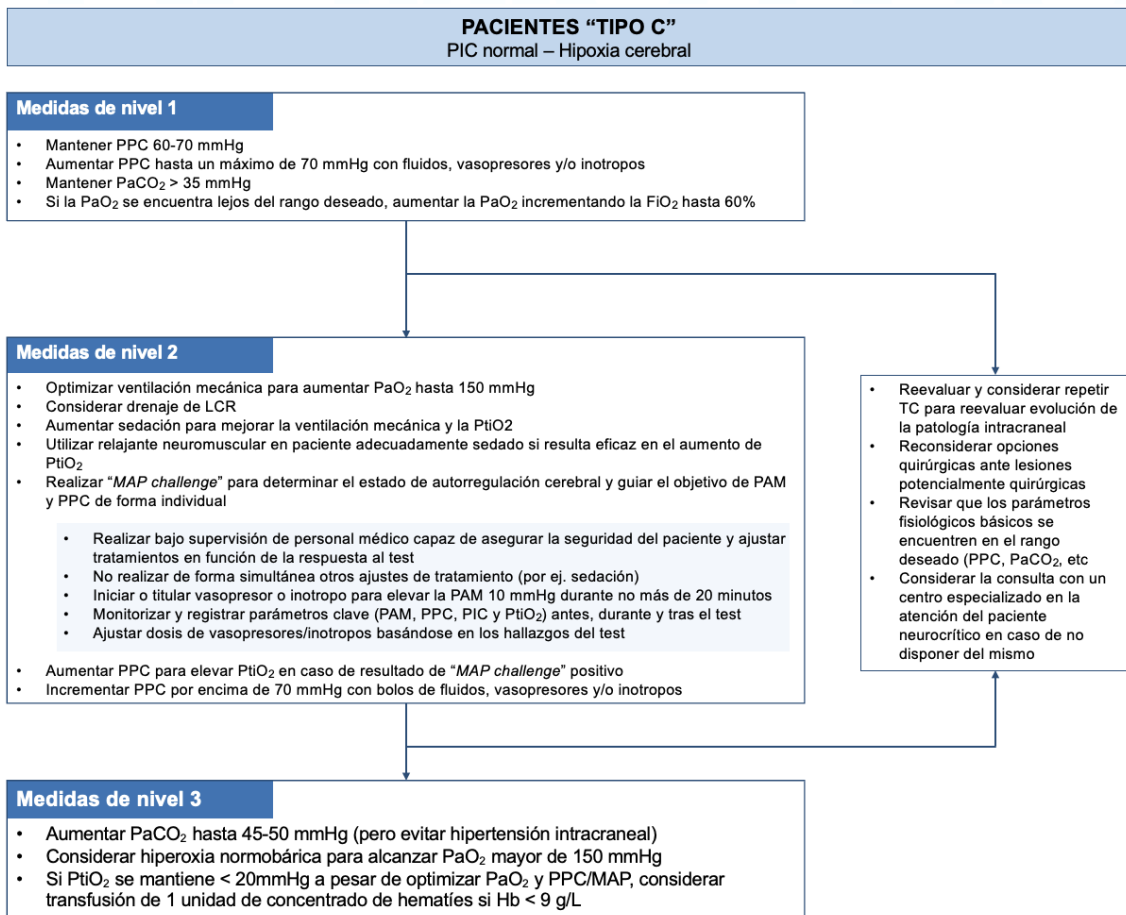
En esta situación se incorporan medidas para el aumento de la disponibilidad tisular cerebral de oxígeno, de menor a mayor riesgo de efectos adversos asociados, quedando a merced del juicio clínico su aplicación:

- En nivel 1:



- Incrementar la presión de perfusión cerebral (PPC) hasta 70 mmHg, vigilando la aparición de complicaciones respiratorias
- Incrementar la FiO<sub>2</sub> a 60% para elevar la PaO<sub>2</sub>
- Evitar hipocapnia
- **En nivel 2:**
  - Ajustar ventilación mecánica para alcanzar PaO<sub>2</sub> 150 mmHg
  - Incrementar PPC >70 mmHg si “MAP challenge” positivo
- **En nivel 3:**
  - Hipoventilación para alcanzar PaCO<sub>2</sub> 45-50 mmHg (teniendo en cuenta que la vasodilatación secundaria a este nivel de PaCO<sub>2</sub> pudiera elevar la PIC y, por tanto, trasladar el algoritmo de manejo al del paciente tipo D)
  - Considerar hiperoxia normobárica para PaO<sub>2</sub> >150 mmHg
  - Trasfundir 1 concentrado de hematíes para Hb >9 g/dL

**Figura 3.** Algoritmo de consenso para el manejo del trauma craneal grave con PIC normal y oxigenación cerebral reducida.



Adaptado de: Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). *Intensive Care Med* 2020;46:919-929. DVE: Drenaje ventricular externo. EEG: Electroencefalograma. PaCO<sub>2</sub>: Presión parcial arterial de dióxido de carbono. PaO<sub>2</sub>: Presión parcial arterial de oxígeno. PIC: Presión intracraneal. PPC: Presión de perfusión cerebral. TAM: Tensión arterial media.

## 5. ALGORITMO DE MANEJO DE PACIENTES TIPO D (hipertensión intracraneal e hipoxia cerebral). (figura 4)

En esta situación clínica se combinarán las medidas que permitan un descenso de la PIC y una elevación de la oxigenación tisular cerebral, minimizando los efectos deletéreos de unas terapias sobre la otra variable a tratar. Así, se recomienda **evitar la hiperventilación en cualquier nivel del algoritmo**, por el riesgo de empeorar la situación de hipoxia.

**Figura 4.** Algoritmo de consenso para el manejo del trauma craneal grave con PIC elevada y oxigenación cerebral reducida.



**PACIENTES "TIPO D"**  
PIC elevada – Hipoxia cerebral

**Medidas de nivel 1**

- Mantener PPC 60-70 mmHg
- Aumentar PPC hasta un máximo de 70 mmHg con fluidos, vasopresores y/o inotropos
- Aumentar analgesia para reducir la PIC/mejorar la ventilación y la PtiO<sub>2</sub>
- Aumentar sedación para reducir la PIC/mejorar la ventilación y la PtiO<sub>2</sub>
- Mantener PaCO<sub>2</sub> > 35 mmHg
- Bolo intermitente de manitol (0,25-1 g/kg)
- Bolo intermitente de suero salino hipertónico
- Drenaje de LCR si paciente portador de DVE
- Considerar implantar DVE para drenaje de LCR en caso de portar previamente sensor de PIC intraparenquimatoso
- Si la PaO<sub>2</sub> se encuentra lejos del rango deseado, incrementar PaO<sub>2</sub> aumentando la FIO<sub>2</sub> hasta 60%
- Considerar terapia antiépiléptica profiláctica durante una semana (excepto paciente con indicación de tratamiento continuado)
- Considerar monitorización EEG

**Medidas de nivel 2**

- Optimizar ventilación mecánica par aumentar PaO<sub>2</sub> hasta 150 mmHg
- Aumentar sedación para mejorar PIC y PtiO<sub>2</sub>
- Utilizar relajante neuromuscular en paciente adecuadamente sedado si resulta eficaz en el descenso de la PIC o el aumento de PtiO<sub>2</sub>
- Realizar "MAP challenge" para determinar el estado de autorregulación cerebral y guiar el objetivo de PAM y PPC de forma individual
  - Realizar bajo supervisión de personal médico capaz de asegurar la seguridad del paciente y ajustar tratamientos en función de la respuesta al test
  - No realizar de forma simultánea otros ajustes de tratamiento (por ej. sedación)
  - Iniciar o titular vasopresor o inotropo para elevar la PAM 10 mmHg durante no más de 20 minutos
  - Monitorizar y registrar parámetros clave (PAM, PPC, PIC y PtiO<sub>2</sub>) antes, durante y tras el test
  - Ajustar dosis de vasopresores/inotropos basándose en los hallazgos del test
- Aumentar PPC para reducir la PIC y/o incrementar la PtiO<sub>2</sub> en caso de resultado de "MAP challenge" positivo
- Aumentar PPC por encima de 70 mmHg con bolos de fluidos, vasopresores y/o inotropos

- Reevaluar y considerar repetir TC para reevaluar evolución de la patología intracraneal
- Reconsiderar opciones quirúrgicas ante lesiones potencialmente quirúrgicas
- Considerar causas extracraneales de elevación de PIC
- Revisar que los parámetros fisiológicos básicos se encuentren en el rango deseado (PPC, PaCO<sub>2</sub>, etc)
- Considerar la consulta con un centro especializado en la atención del paciente neurocrítico en caso de no disponer del mismo

**Medidas de nivel 3**

- Titular dosis de tiopental o pentobarbital en función del control de PIC si resulta eficaz
- Craniectomía descompresiva secundaria
- Considerar hiperoxia normobárica para elevar PaO<sub>2</sub> por encima de 150 mmHg
- Si PtiO<sub>2</sub> se mantiene < 20mmHg a pesar de optimizar PaO<sub>2</sub> y PPC/MAP, considerar transfusión de 1 unidad de concentrado de hemáties si Hb < 9 g/L

Adaptado de: Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). Intensive Care Med 2020;46:919-929. DVE: Drenaje ventricular externo. EEG: Electroencefalograma. PaCO<sub>2</sub>: Presión parcial arterial de dióxido de carbono. PaO<sub>2</sub>: Presión parcial arterial de oxígeno. PIC: Presión intracraneal. PPC: Presión de perfusión cerebral. TAM: Tensión arterial media.

## 6. CUÁNDO RETIRAR LA NEUROMONITORIZACIÓN INVASIVA:

Según el documento de consenso sobre la monitorización y manejo de la PIC de 2019, para responder a esta cuestión y para valorar el riesgo/beneficio de la aplicación de ventanas de sedación, deben tenerse en cuenta: la necesidad de tratamiento de alguno de los niveles del algoritmo de manejo, la puntuación motora en la escala de coma de Glasgow, la exploración pupilar, el tiempo de control de la PIC, la extensión radiológica de la lesión y la existencia o no de lesiones con efecto masa evacuables de acuerdo a la

escala de Marshall. De forma ampliamente aceptada, se recomienda la retirada de los sensores de monitorización cuando el paciente se encuentre con buen control de PIC (y  $PtO_2$ ) durante más de 72 horas. En los casos con lesiones de bajo grado en la escala de Marshall, que no hayan progresado en 24 horas y que presenten buen control y buena puntuación motora en la escala de coma de Glasgow, podría valorarse la retirada pasadas las primeras 24 horas de monitorización<sup>7</sup>.

#### **AGRADECIMIENTOS:**

Agradecemos a todo el personal del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla y del Hospital Universitari Dr Josep Trueta de Girona involucrado en el cuidado del paciente neurocrítico.

SEMIOTIC



## BIBLIOGRAFÍA:

1. Le Roux P, Menon DK, Citerio G, Vespa P, Bader MK, Brophy G et al. The International Multidisciplinary Consensus Conference on Multimodality Monitoring in Neurocritical Care: A list of recommendations and additional conclusions: A statement for healthcare professionals from the Neurocritical Care Society and the European Society of Intensive Care Medicine. *Neurocrit Care* 2014;(Suppl 2):S282-96. DOI: 10.1007/s12028-014-0077-6
2. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GWJ, Bell MJ et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. *Neurosurgery* 2017;80(1):6-15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432
3. Siggaard-Andersen O, Ulrich A, Gøthgen IH. Classes of tissue hypoxia. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl.* 1995; 107:137-142. DOI: 10.1111/j.1399-6576.1995.tb04348.x
4. A.J. Marín-Caballos, F. Murillo-Cabezas, J.M. Domínguez-Roldán, S.R. Leal-Noval, M.D. Rincón-Ferreri, M.Á. Muñoz-Sánchez. Monitorización de la presión tisular de oxígeno (PtiO<sub>2</sub>) en la hipoxia cerebral: aproximación diagnóstica y terapéutica. *Med Intensiva*, 32 (2008), pp. 81-90
5. Pérez-Bárcena J, Llompert-Pou JA, Homar J, et al. Pentobarbital versus thiopental in the treatment of refractory intracranial hypertension in patients with traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Crit Care.* 2008;12(4): R112. PMID: 18759980.
6. Hawryluk GWJ, Rubiano AM, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Bratton SL, Chesnut R, Harris OA, Kisson N, Shutter L, Tasker RC, Vavilala MS, Wilberger J, Wright DW, Lumba-Brown A, Ghajar J. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury: 2020 Update of the Decompressive Craniectomy Recommendations. *Neurosurgery.* 2020 Sep 1;87(3):427-434. doi: 10.1093/neuros/nyaa278. PMID: 32761068; PMCID: PMC7426189.
7. Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). *Intensive Care Med* 2020; 46:919-929. DOI: 10.1007/s00134-019-05900-x



# BIBLIOTECA SEMICYUC

