



## CIENCIAS BIOMÉDICAS

Artículo original de investigación

# Craniectomía descompresiva en el neurotrauma grave

Angel J. Lacerda Gallardo <sup>1,2\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9171-2000>

Daisy Abreu Pérez <sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8414-0542>

<sup>1</sup> Servicio de Neurocirugía, Hospital General Docente Roberto Rodríguez, Morón. Ciego de Ávila, Cuba

<sup>2</sup> Miembro de Honor de la Academia de Ciencias de Cuba

<sup>3</sup> Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital General Docente Roberto Rodríguez, Morón, Ciego de Ávila, Cuba

\*Autor para la correspondencia: [alacerda@infomed.sld.cu](mailto:alacerda@infomed.sld.cu), [lacerdagallardoangeljesus@gmail.com](mailto:lacerdagallardoangeljesus@gmail.com)

### Revisores

Dr. C. Francisco Calixto Machado Curbelo  
Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. La Habana, Cuba

Dr. C. Ricardo Hodelin Tablada  
Hospital Provincial Clínico Quirúrgico  
Docente Saturnino Lora.  
Santiago de Cuba, Cuba

### Editora

M. Sc. Lisset González Navarro  
Academia de Ciencias de Cuba.  
La Habana, Cuba

### Traductor

Dr. C. Yoan Karell Acosta González  
Academia de Ciencias de Cuba.  
La Habana, Cuba

### RESUMEN

**Introducción:** La hipertensión intracraneal es un factor de mal pronóstico en el traumatismo craneoencefálico grave, la craniectomía descompresiva es un procedimiento en controversia que puede reducir la presión intracraneal de forma rápida por lo que planteamos el siguiente problema de investigación: ¿Podrá la craniectomía descompresiva reducir el daño cerebral secundario y disminuir la mortalidad de estos enfermos? **Métodos:** Se realizó un estudio correlacional descriptivo con 230 casos admitidos entre el 2007 y 2020, en el servicio de neurocirugía del Hospital General Docente Roberto Rodríguez de Morón, Ciego de Ávila, Cuba, a los que se les realizó craniectomía descompresiva precoz, en las primeras 12 h de evolución del trauma, como medida para controlar la presión intracraneal. **Resultados:** El 50,87 % mostró cifras de presión intracraneal inferiores a 20 mm Hg en las primeras 24 h del post operatorio, incrementándose hasta un 73,48 % entre el segundo y el quinto día, de los cuales el 75,74 % obtuvo resultados satisfactorios. El 82,17 % mantuvo la presión de perfusión cerebral por encima de 60 mm Hg y solo el 17,83 % tuvo un patrón hemodinámico isquémico. La mortalidad fue del 28,69 %. Como conclusiones, se propone una "ventana quirúrgica" de 12 h para la craniectomía descompresiva en el trauma craneoencefálico grave, se incrementa el diámetro de la craniectomía a más de 15 cm<sup>3</sup> y se convierte en una medida terapéutica de primer nivel. El tipo de craniectomía descompresiva fue seleccionado de acuerdo con el tipo y localización de la lesión intracraneal.

**Palabras clave:** Traumatismo Craneoencefálico; Craniectomía descompresiva; Hipertensión intracraneal; Escala de coma de Glasgow

## Decompressive craniectomy in severe neurotrauma

### ABSTRACT

**Introduction.** Increased intracranial pressure is a poor prognosis factor in patients with severe head trauma. Decompressive craniectomy is a surgical procedure that can reduce the



intracranial hypertension sooner; we posed the following research problem: Could decompressive craniectomy reduce the secondary brain damage and reduce mortality? **Methods.** A descriptive correlational study was carried out with 230 cases admitted between 2007 and 2020, in the neurosurgery service of the General Teaching Hospital Roberto Rodríguez in Morón, Ciego de Ávila, Cuba, who underwent early decompressive craniectomy, in the first 12 hours of evolution of the trauma, as a measure to control intracranial pressure. **Results and Discussion.** 50,87 % of the cases showed intracranial pressure lower than 20 mm Hg over the first 24 hours after surgery, increasing to 73,48 % between the 2nd and 5th day, of which 75,74 % obtained satisfactory results. Decompression allowed 82,17 % to maintain cerebral perfusion pressure above 60 mm Hg and only 17,83 % to have an ischemic cerebral hemodynamic pattern. Mortality was 28,69 %. As some conclusions a 12 hour "surgical window" is proposed for decompressive craniectomy in severe head trauma, the diameter of the craniectomy is increased to more than 15 cm<sup>2</sup>, and it becomes a first-level therapeutic measure. The type of decompressive craniectomy was selected according to the type and location of the intracranial lesion.

**Keywords:** head trauma; decompressive craniectomy; intracranial hypertension; Glasgow Coma Scale

---

## INTRODUCCIÓN

La hipertensión intracraneal (HIC), con o sin lesión ocupante de espacio asociada, es uno de los principales factores de mal pronóstico y una importante causa de mortalidad en los pacientes con trauma craneoencefálico grave (TCEg).<sup>(1,2)</sup> El TCEg es una compleja y heterogénea entidad, que se produce por la acción de una fuerza mecánica externa sobre el cráneo, que produce una disrupción aguda del funcionamiento normal del cerebro. La escala de coma de Glasgow se utiliza para clasificar el trauma de acuerdo a su severidad en un escenario clínico, cuando el puntaje obtenido es de ocho o menos puntos se considera como un TCEg.<sup>(3)</sup>

Durante las últimas 3 décadas, el tratamiento de la HIC en estos casos a nivel internacional ha estado regido por las guías de manejo propuestas por la Brain Trauma Foundation (BTF), las que recomiendan tratar la presión intracraneal (PIC) cuando las cifras son iguales o superiores a 22 mm Hg, mientras en Europa existe un consenso general de tratarla cuando los valores exceden los 20 mm Hg.<sup>(4,5)</sup> En Cuba, como en Europa, el umbral para el inicio del tratamiento para la HIC ha sido 20 mm Hg<sup>(6)</sup> sin embargo este es un tema en controversia en la actualidad, pues no existe consenso con respecto al umbral para tratar la PIC, ni el tiempo ideal límite de exposición a la HIC sobre el cual el cerebro sería susceptible de sufrir daño.<sup>(7)</sup>

La craniectomía descompresiva (CD) es definida como la eliminación de un gran fragmento óseo de la bóveda craneal, para incrementar el espacio de acomodación cerebral dentro de la cavidad y es un procedimiento quirúrgico efectivo para reducir de forma rápida la PIC, bloquear el proceso fisiopatológico

de desarrollo del daño secundario y evitar la lesión del tallo cerebral<sup>(8)</sup> sin embargo, su utilización en el TCEg ha sido controversial y los resultados obtenidos en los últimos ensayos clínicos realizados no han sido suficientes para aclarar las interrogantes sobre el tema y en cierto modo agrega controversia pues si el estudio DECRA,<sup>(9)</sup> informó pobres resultados en el grupo de pacientes craniectomizados, el RESCUEicp<sup>(10)</sup> mostró una reducción de la mortalidad y mejores resultados funcionales en el grupo de pacientes craniectomizados respecto al grupo con tratamiento médico, lo cual evidencia la ausencia de consenso en lo que respecta al empleo de esta técnica quirúrgica en los pacientes con TCEg con HIC asociada.

Desde la segunda mitad de la década de los 90 del pasado siglo, el grupo de trabajo de atención al neurotrauma en el servicio de neurocirugía del Hospital General Docente Roberto Rodríguez, en Morón, Ciego de Ávila, Cuba, ha trabajado en el perfeccionamiento del protocolo de tratamiento de los pacientes con TCEg, con el objetivo de encontrar alternativas terapéuticas que modifiquen la evolución natural del proceso fisiopatológico de desarrollo del daño secundario en estos casos y de esta forma intentar reducir la mortalidad y mejorar los resultados funcionales.

El cambio de la "ventana quirúrgica" para la CD hasta 12 h de ocurrido el trauma convirtiéndola en una medida de utilización precoz, conocida también como CD primaria, la personalización del tipo de procedimiento a utilizar acorde a la localización de la lesión y la utilización de un umbral de tratamiento para las elevaciones de la PIC posterior a la realización de la CD en 15 mm Hg, han sido los elementos más significativos

introducidos hace ya casi dos décadas en la modificación del protocolo de tratamiento diseñado e implementado en nuestro servicio de neurocirugía, cuando las guías de actuación disponibles para el tratamiento de este tipo de pacientes, recomendaban la CD como una medida de segundo nivel luego de 48 h de tratamiento intensivo sin lograr el control de la PIC por debajo de 20 mm Hg, por lo que era considerada como refractaria al tratamiento. <sup>(11)</sup> El incremento en sus diámetros a 15 cm o más hasta sobrepasar los márgenes del complejo lesión cerebral-edema, fue otra medida incorporada al protocolo simultáneamente a experiencias internacionales. <sup>(12)</sup> Los resultados obtenidos son informados en figuras para su análisis y discusión.

## MÉTODOS

Inicialmente se realizó un estudio cuasi experimental entre los años 2003 y 2006, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la CD precoz para controlar la HIC en pacientes con TCEg, contrastado con un grupo control que incluyó pacientes tratados con el protocolo de tratamiento médico escalonado y craniectomía tardía utilizado hasta ese momento. Una vez conocidos los resultados del estudio se generalizó en nuestra provincia y se extendió a otras, por lo que continuamos con la aplicación del proyecto hasta reunir la casuística actual que recoge casos entre los años 2007 y diciembre del 2020.

Se trata de un estudio descriptivo que evalúa a todos los pacientes que fueron admitidos en la unidad de cuidados intensivos del Hospital General Docente Roberto Rodríguez, de Morón, Ciego de Ávila con el diagnóstico de TCEg, en el periodo comprendido entre enero del 2007 y diciembre del 2020. La muestra estuvo constituida por 230 casos.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes con 18 años o más, escala de Coma de Glasgow (ECG) <sup>(13)</sup> al ingreso entre 4 y 8 puntos, evidencia clínica, imagenológica y por monitorización continua de la PIC, de HIC.

Se excluyeron todos los pacientes que por su condición clínica crítica inestable, se contraindicaba un tratamiento quirúrgico de emergencia y no se les pudo realizar una CD en las primeras 12 h de evolución del trauma (ECG 3 puntos), lo cual no excluyó que fueran elegibles para una CD tardía si su estado clínico lo permitiera en algún momento de su evolución en la unidad de cuidados intensivos.

El protocolo de manejo utilizado en nuestro hospital tiene como diana terapéutica fundamental el control de la PIC y el mejoramiento de la presión de perfusión cerebral (PPC). A todos se les realizó una tomografía axial computarizada (TAC) en el momento del ingreso, cuyos resultados fueron evaluados por el equipo neuroquirúrgico y el radiólogo de guardia y después en las primeras 24 h de evolución, por un equipo

multidisciplinario constituido por neurocirujanos, radiólogos e intensivistas. Las neuroimágenes fueron clasificadas de acuerdo al sistema propuesto por Marshall. <sup>(14)</sup> El estudio fue repetido cada 72 h o cada vez que fuera necesario en caso de deterioro neurológico o ante la presencia de cifras de PIC consideradas como incontrolables.

Todos los pacientes fueron tratados con CD precoz; primeras 12 h como máximo de evolución del trauma, para controlar la HIC asociada, demostrada clínica, imagenológica o por monitorización continua, invasiva y no invasiva de la PIC. También se incluyeron pacientes que fueron manejados inicialmente con tratamiento médico y monitorización continua de la presión intracraneal pero que, antes de las 12 h de evolución, empeoraron su estado clínico e imagenológico y la HIC se hizo incontrolable. En este estudio todos los pacientes fueron susceptibles de ser tratados con tratamiento médico y quirúrgico, por lo que consideramos que los enfermos recibieron un tratamiento híbrido.

La monitorización continua de la PIC, se realizó a través de la colocación de un catéter en el cuerno frontal del ventrículo lateral del hemisferio cerebral más afectado, de acuerdo a las imágenes de TAC adquiridas en el momento del ingreso. Los pacientes se dividieron de acuerdo a los valores de la PIC promedio en a) menor de 15 mm Hg, b) de 16 mm Hg a 25 mm Hg y c) 26 mm Hg o superior. Los datos fueron divididos en los obtenidos durante las primeras 24 h de monitorización y entre el segundo y el quinto días, momento en el que se retiró o fue cambiado de posición el sistema de ventriculostomía al exterior.

La PPC, se calculó a través de la fórmula  $PPC = PAM - PIC$  y el patrón circulatorio cerebral se determinó de acuerdo con los valores de la  $SyO_2$  en la sangre venosa obtenida del bulbo de la vena yugular interna predominante, determinada por el método de Andrews o por Doppler. Los resultados se interpretan de la siguiente forma: De 55 % a 75 %: Patrón circulatorio cerebral normal, mayor del 75 %: Patrón hiperérmico, de 45 % a 55 %: Patrón de extracción cerebral de  $O_2$  aumentada y menor del 45 %: Patrón francamente isquémico o de hipoxia cerebral oligohémica.

El protocolo de tratamiento médico asociado está diseñado de la siguiente forma:

Los pacientes que mostraron valores de PIC inferiores o iguales a 15 mm Hg durante 24 h, se les retiró el catéter y continuaron con las medidas de soporte general hasta su recuperación.

Si las cifras eran superiores a 15 mm Hg durante 15 min, se ofreció analgesia con metamizol por vía intramuscular a dosis de 25 mg/Kg/dosis, cada 4 h a 6 h. La sedación se realizó predominantemente con benzodiazepinas de vida media

corta como el midazolán, a dosis de 0,3 mg/kg/h a 0,8 mg/kg/h. Se empleó en algunos casos la combinación de esta droga con fentanil a dosis de 3 µg/kg/h a 6 µg/kg/h en infusión continua, como analgesia y sedación. Si con esta medida no se obtenía el control, se procedió al drenaje de líquido cefalorraquídeo a través de la ventriculostomía. Se realizaron extracciones seriadas en no más de 4 ocasiones en 1 h, con un máximo de 5 mL cada vez.

Si no se controló con esta medida, se administraron bolos de manitol al 20 % a una dosis de 0,25 g/kg/dosis (en ocasiones a 1 g/kg/dosis), que se repitieron cada 4 h. Los que mantuvieron cifras de PIC elevadas se utilizó la hiperventilación moderada, para alcanzar valores de presión parcial arterial de dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>) de 30 mm Hg a 35 mm Hg.

Si persistían las cifras elevadas de PIC, se procedió a la relajación neuromuscular con metilbromuro de pancuronio, a dosis de ataque de 0,8 mg/kg/dosis a 1 mg/Kg/dosis, cada vez que fuera necesario o vecuronio 0,1 mg/kg/dosis a 0,2 mg/kg/dosis que provoca menos efectos cardiovasculares. En este punto del escalamiento terapéutico, los casos que no habían sido craniectomizados y que no se controló la PIC, se les realizó una CD.

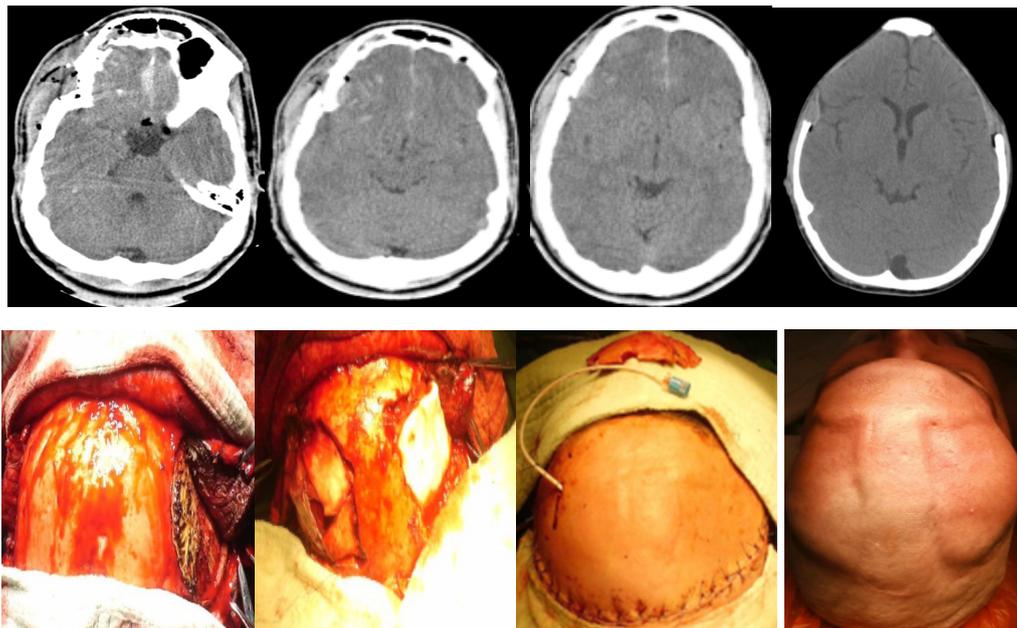
Los que una vez operados mantuvieron cifras elevadas de la PIC y persistencia de la desviación de la línea media superior a 5 mm en la TAC evolutiva, asociado con empeoramiento de lesiones focales previamente existentes o en los que se presentaron nuevas lesiones, que sobrepasaban los diámetros de 15 cm de la CD, fueron reintervenidos para evacuación de las lesiones y para incrementar el área de descompresión externa, considerada como insuficiente.

Antes de realizar la CD fueron considerados como HIC incontrolable, los valores de PIC igual o superior a 20 mm Hg durante 15 min, que no resolvieron con las medidas de primer nivel de tratamiento intensivo en un período de tiempo inferior a las 12 h de evolución del trauma.

Los procedimientos quirúrgicos utilizados fueron la CD bifrontal, que estuvo limitada hacia delante por ambos rebordes orbitarios (piso de la base frontal), hacia atrás por la sutura coronal y lateralmente por ambos arcos cigomáticos, en esta serie todos los casos se realizaron con la variante de dejar un puente óseo sobre el seno longitudinal superior para evitar su rotura y de esta forma que se produjeran sangrados profusos de difícil control (figura 1).

La CD fronto-temporo-parietal, uni o bilateral fue la otra variante de CD usada. El diámetro de esta variante se limitó por delante con el seno frontal, en el extremo superior se ubicó a un centímetro lateral a la línea media sagital, el extremo inferior llegó hasta el arco cigomático (incluye toda la escama temporal hasta la base craneal) y por detrás se extendió hasta una línea vertical situada a 2 cm aproximadamente por detrás del borde posterior del pabellón auricular. De forma general se intentó que los diámetros de la craniectomía sobrepasaran los límites de la lesión. En ambas técnicas se realizó durotomía y duroplastia holgada con aponeurosis del musculo temporal, fascie lata o fragmentos de musculo temporal, en ambos casos con cierre con sutura a puntos sueltos o continua a prueba de agua.

La selección del procedimiento estuvo relacionada con el tipo de lesión encontrada en las imágenes de TAC al ingreso,



**Fig. 1.** Craniectomía descompresiva bifrontal variante con puente óseo sobre el seno longitudinal superior.

así como con la topografía, aunque en este aspecto influyó la decisión del equipo quirúrgico. Las lesiones focales o difusas localizadas bilateralmente en las regiones frontales, con efecto de masa asociado (ausencia, compresión, rechazo hacia atrás o abajo o ambos de los ventrículos laterales y ventrículos en hendidura), fueron tratadas con CD bifrontal. A las lesiones focales o difusas unilaterales, extendidas a más de un lóbulo o a un hemisferio cerebral, con desviación de la línea media, se les realizaron CD fronto-temporo-parietales unilaterales, mientras que a los daños axonales difusos bilaterales con ausencia de las cisternas basales y ventrículos laterales en hendidura, o lesiones focales bilaterales con igual patrón imagenológico que el anterior, se les realizaron CD fronto-temporo-parietales bilaterales.

Se consideraron variables socio demográficas tales como edad y los pacientes fueron divididos en 4 subgrupos equitativos, con intervalos aproximados a los 15 años. De 18 años a 32 años, de 33 años a 47 años, 48 años a 62 años y de 63 años y más.

Otras variables relacionadas con el trauma como fueron el tiempo transcurrido entre el traumatismo craneoencefálico y la recepción en el centro de neurotrauma, para el que se diseñaron tres subgrupos, los que se recibieron de 0 h a 3 h, de 4 h a 6 h y de 7 h a 12 h.

Las medidas terapéuticas pre hospitalarias. Estas fueron divididas en 3 subgrupos de acuerdo con las necesidades terapéuticas de los enfermos en la fase pre hospitalaria. Primero: los que requirieron el uso de solución salina al 0,9 %, segundo: los que necesitaron solución salina al 0,9 % y aminos vaso activas y tercero: aquellos en los que se usaron solución salina al 0,9 %, aminos vaso activas y transfusión sanguínea.

Para clasificar el estado clínico al ingreso, los casos se evaluaron de forma integral a su llegada al servicio de urgencias y emergencias del centro de neurotrauma. De inmediato se les realizó un examen físico neurológico pormenorizado y se clasificaron en 3 subgrupos de acuerdo a La Escala de Coma de Glasgow, luego de las maniobras de resucitación. <sup>(13)</sup> Escala de Coma de Glasgow I: 8 puntos, Escala de Coma de Glasgow II: 7 y 6 y Escala de Coma de Glasgow III: 5 y 4 puntos.

El comportamiento de la PIC, fue dividido de acuerdo a los valores de la presión intracraneal promedio en a) menor de 15 mm Hg, b) de 16 mm Hg a 20 mm Hg c) de 21 mm Hg a 25 mm Hg y c) 26 mm Hg y más. Los datos se obtuvieron durante las primeras 24 h de monitorización y entre el segundo y el quinto días, momento en que se retiraron o fueron cambiados de posición los sistemas de ventriculostomía al exterior.

Para la PPC se consideraron valores óptimos aquellos de 60 mm Hg a 70 mm Hg. Los pacientes se clasificaron en de-

pendencia de los cálculos en 3 subgrupos. PPC I: por debajo de 60 mm Hg, PPC II: de 60 mm Hg a 70 mm Hg a PPC III: por encima de 70 mm Hg.

También se investigaron las necesidades de tratamiento médico después de realizada la CD y el tratamiento utilizado para el control de la PIC.

Las complicaciones fueron divididas en neurológicas y extra neurológicas.

Los resultados se evaluaron al egreso y mensual hasta el año de evolución, de acuerdo con la Escala de Resultados de Glasgow (ERG) <sup>(15)</sup> que los clasifica de la siguiente forma: grado I: fallecidos, grado II: estado vegetativo persistente, grado III: secuelas severas, grado IV: secuelas moderadas, grado V: secuelas ligeras o sin secuelas. Los grados I, II y III se consideraron resultados no satisfactorios, mientras que los grados IV y V se consideraron satisfactorios.

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos en el sistema SPSS versión 17 para Windows. Se utiliza la prueba no paramétrica de bondad de ajuste de Chi cuadrado para evaluar hipótesis acerca de las relaciones entre 2 variables. Se consideran significativos los valores de  $p \leq 0,05$ .

Para determinar la relación lineal entre variables cuantitativas se utilizó el coeficiente de correlación bivariada de Pearson, que considera que los valores cercanos a menos 1, indican correlación lineal bilateral negativa, mientras que aquellos cercanos a 1, indican correlación positiva bilateral. Los valores de 0 indican correlación lineal nula.

## RESULTADOS

Se estudiaron 230 pacientes. La edad promedio fue de 53,26 años. La mayoría de los enfermos fueron menores de 63 años, 199 (86,52 %), de ellos 77 (33,48 %) se encontraban en el grupo de 33 años a 47 años, que fue el más frecuente. Predominaron los enfermos entre 33 años a 62 años 148 (64,34 %), menores de 32 años se estudiaron 51 (22,17 %) y con 63 o más años, 31 casos (13,48 %).

Al relacionar la edad con los resultados encontramos un significativo predominio de los resultados satisfactorios en los pacientes entre 18 y 47 años; 102 (79,69 %) ( $p \leq 0,000$ ) de 128; lo que evidenció correlación entre estas 2 variables, mientras que aquellos con 48 años y más tuvieron mayor relación con los resultados no satisfactorios, 67 (65,69 %) de 102 casos ( $p \leq 0,005$ ), demostrando correlación entre ellas.

Entre las medidas terapéuticas utilizadas en la fase previa a la llegada del enfermo al centro de neurotrauma encontramos que todos 230 (100 %) recibieron alguna dosis de deshidratantes cerebrales, manitol al 20 % en bolo. 199 (86,52 %) ( $p \leq 0,000$ ) fueron reanimados con cristaloides, 99 casos (43,04 %), requirieron de intubación oro traqueal

de emergencia, 20 (8,70 %) necesitaron de hemoterapia y 10 (4,35 %) recibieron apoyo hemodinámico con aminas vaso activas.

El análisis del comportamiento del tiempo de evolución entre el momento del trauma hasta la llegada al centro de neurotrauma evidenció que, la gran mayoría arribaron al departamento de emergencias en las primeras 6 h de evolución, 208 casos (90,43 %) ( $p \leq 0,000$ ), de ellos 97 (46,63 %) en las primeras 3 h, de los cuales 60 (61,86 %) tuvieron resultados satisfactorios, los otros 111 (53,37 %) llegaron entre 4 h y 6 h, de los que 65 (58,56 %) tuvieron resultados satisfactorios; 22 enfermos (9,57 %), llegaron entre 7 h y 12 h después del trauma, de estos 12 (54,54 %), mostraron resultados satisfactorios.

Al evaluar el comportamiento de la ECG al ingreso encontramos un predominio de los casos con ECG en 7-6 puntos 102 (44,34 %), de los cuales 66 (61,68 %) ( $p \leq 0,005$ ) tuvieron resultados satisfactorios. De los 61 enfermos (26,52 %) con ECG en 8 puntos, 55 (90,16 %) ( $p \leq 0,000$ ) mostraron resultados satisfactorios. Al relacionar la ECG al ingreso y los resultados se evidenció que de los 168 (73,04 %) pacientes que fueron intervenidos con ECG entre 8-6 puntos, 121 (72,02 %) ( $p \leq 0,000$ ), se relacionaron predominantemente con los resultados satisfactorios. Aquellos con ECG en 5-4 puntos, 62 (26,96 %) se relacionaron con los resultados no satisfactorios, 46 (74,19 %) ( $p \leq 0,000$ ).

El estudio de las imágenes de TAC al ingreso con la clasificación de Marshall mostró un predominio de las lesiones con efecto de masa no evacuadas 148 (64,35 %) ( $p \leq 0,005$ ), segui-

das por las lesiones axonales difusas tipo IV con 56 (24,35 %) y la lesión axonal difusa tipo III con 26 casos (11,30 %).

Las imágenes de TAC secuenciadas, después de realizada la CD evidenciaron un predominio de las mejoradas 144 (62,61 %) ( $p \leq 0,005$ ) de las cuales 107 (74,30 %) ( $p \leq 0,000$ ), se relacionaron con resultados satisfactorios. Le siguieron las empeoradas 46 (20 %) de las cuales 29 (63,04 %) ( $p \leq 0,005$ ) tuvieron resultados no satisfactorios. De las imágenes de TAC sin modificaciones 40 (17,39 %), 27 (67,5 %) ( $p \leq 0,001$ ) se relacionaron con resultados no satisfactorios.

En las primeras 24 h del post operatorio 117 pacientes (50,87 %), evidenciaron cifras de PIC inferiores a 20 mm Hg, de estos 85 (72,65%) ( $p \leq 0,000$ ) inferiores a 15 mm Hg y 32 (27,35 %) de 16 mm Hg a 20 mm Hg. 77 (33,48 %) presentaron valores de 21 mm Hg a 25 mm Hg y 36 (15,65 %) mostraron 26 mm Hg o más.

Entre las 48 h y las 120 h de realizada la CD; 169 (73,48 %) ( $p \leq 0,000$ ), tenían valores por debajo de 20 mm Hg, de ellos 124 (73,37 %) ( $p \leq 0,000$ ) por debajo de 15 mm Hg y 45 (26,63 %) de 16 mm Hg a 20 mm Hg. 30 (13,04 %) evidenciaron cifras de 21 mm Hg a 25 mm Hg y 31 (13,48 %) de 26 mm Hg o superiores.

En la figura 2 se expone la relación entre el comportamiento de la PIC y los resultados durante el periodo de monitorización continua que duró de 24 h a 120 h. De los 124 con cifras inferiores a 15 mm Hg, 93 (75 %) ( $p \leq 0,000$ ), tuvieron resultados satisfactorios y de los 45 con valores de 21 mm Hg a 25 mm Hg, 34 (75,56 %) ( $p \leq 0,000$ ) resultaron satisfactorios. De los 61 casos con cifras de 21 mm Hg o más, 51 (83,60 %) ( $p \leq 0,000$ ), se relacionaron con resultados no satisfactorios.

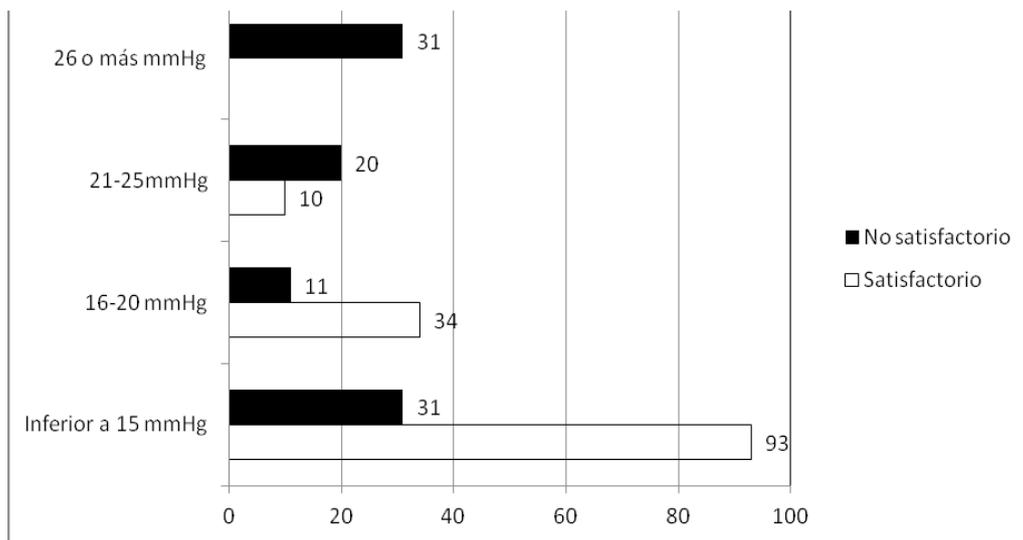


Fig. 2. Relación de la PIC con los resultados.

El comportamiento de la PPC mostró un predominio de los valores de 61 mm Hg a 70 mm Hg en 174 casos (75,74 %) ( $p \leq 0,000$ ), de estos 122 (70,11 %) ( $p \leq 0,000$ ), tuvieron resultados satisfactorios. 41 casos (17,83 %) tenían cifras inferiores a 60 mm Hg de los cuales 36 (86,87 %) ( $p \leq 0,000$ ) evidenciaron resultados no satisfactorios. Solo 15 enfermos (6,52 %) mostraron valores de PPC de 71 mm Hg o más, de los cuales 10 (66,67 %) tuvieron resultados satisfactorios. La relación entre el comportamiento de la PPC y los resultados se aprecia en la figura 3.

El análisis del comportamiento de la hemodinamia cerebral demostró un predominio de los patrones circulatorios normohemicos 174 (75,65 %) ( $p \leq 0,000$ ), 107 de ellos (61,49 %) relacionados con resultados satisfactorios. 41 pacientes (17,83 %) tuvieron patrones isquémicos, 21 (51,22 %) con resultados no satisfactorios y 15 (6,52 %) evidenciaron un patrón circulatorio cerebral hiperhemico de los cuales 10 (66,67 %) se relacionaron con resultados satisfactorios.

Después de realizada la CD todos los pacientes fueron sedados, más de la mitad 117 (50,87 %), no necesitó de ningún tratamiento médico adyuvante para controlar la PIC, 100 (43,48 %) requirió de drenaje de líquido cefalorraquídeo (LCR) por la ventriculostomía al exterior, 66 (28,70 %) drenaje de líquido y deshidratantes cerebrales, 30 (13,04 %) drenaje de líquido e hiperventilación moderada y 22 (9,57 %), todas las medidas anteriores y bloqueo neuromuscular.

Las complicaciones neurológicas encontradas fueron la hipertensión intracraneal persistente en 61 casos (26,52 %), craniectomía de insuficiente tamaño en 25 (10,87 %), infección del colgajo cutáneo en 18 (7,82 %), fístula de LCR en

11 (4,78 %). Tardíamente hidrocefalia tetra ventricular en 25 (10,87 %) y síndrome del trefinado en 15 (6,52 %).

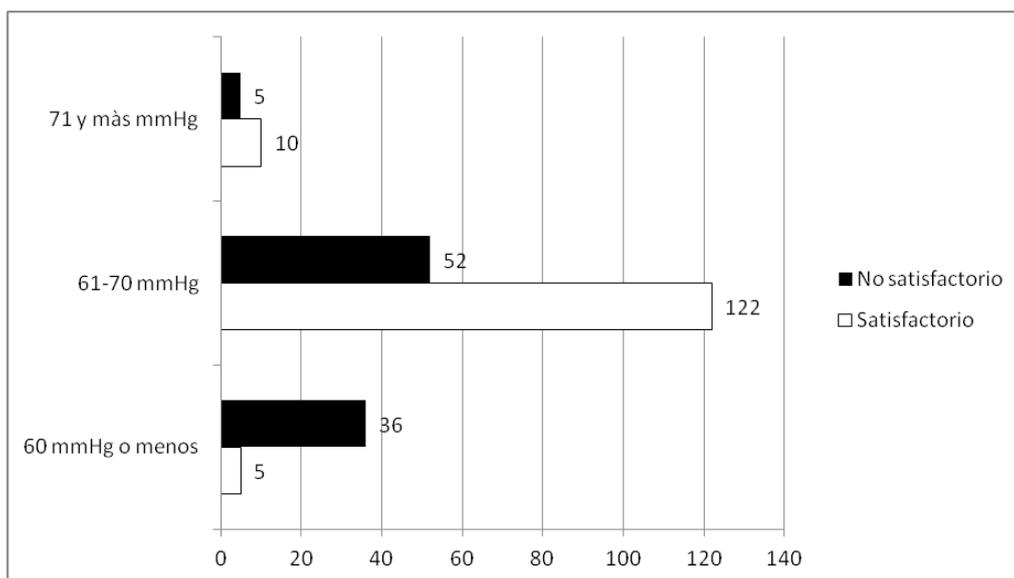
Entre las complicaciones extra neurológicas predominó la infección respiratoria con 194 casos (84,35 %), seguida de las alteraciones del balance hidromineral en 153 (66,52 %), la hipertensión arterial sistémica en 130 (56,52 %), hipotensión arterial sistémica 72 (31,30 %) y las alteraciones del equilibrio ácido- básico 67 (29,13 %).

En la figura 4 se muestran los resultados de acuerdo con la ERG, en la que predominaron las secuelas moderadas en 106 pacientes (46,09 %). Fallecieron 66 casos (28,69 %) y al analizar los resultados estratificados en satisfactorios y no satisfactorios encontramos que 137 enfermos (59,57 %) tuvieron resultados satisfactorios y 93 (40,43 %) no satisfactorios.

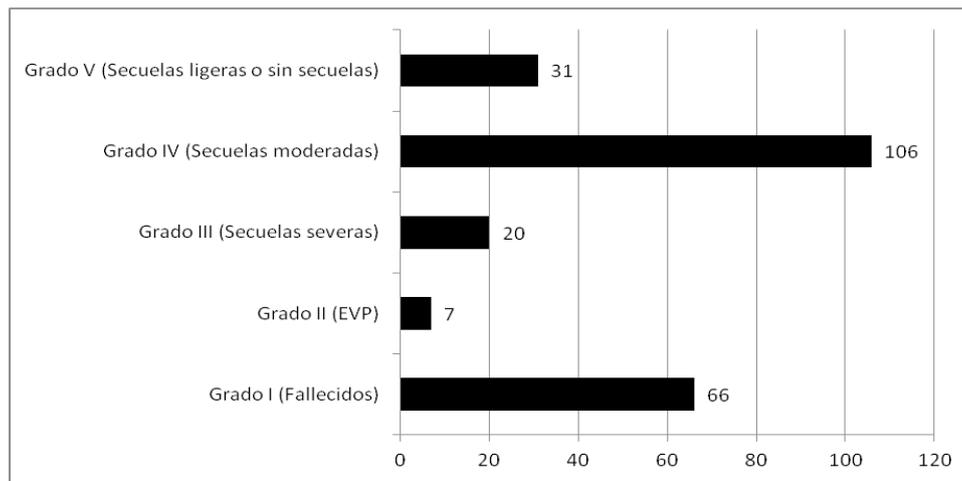
## DISCUSIÓN

La CD como medida para el control de la PIC y para lo que es más importante aún, lograr mejorar la calidad de vida de los pacientes con un TCEg y reducir la mortalidad, sobre otras medidas de carácter conservador o médico, ha sido y es un tema polémico con una insuficiente evidencia de sus beneficios. <sup>(16)</sup>

La relación entre la edad y los resultados en el TCEg se encuentra bien fundamentada, en el presente estudio los pacientes jóvenes respondieron mejor y más rápido ante este procedimiento quirúrgico, lo que coincide con lo informado por León-Palacios JL *et al*, <sup>(17)</sup> sin embargo no existe una evidencia suficiente para confirmar esta relación y los resultados de algunos estudios han sido contradictorios. <sup>(9,18)</sup>



**Fig. 3.** Relación entre la PPC y los resultados.



**Fig. 4.** Escala de resultados de Glasgow (ERG).

El inicio del tratamiento médico en el sitio del accidente o en instituciones de salud no especializadas, antes de que el enfermo acceda al centro de atención al neurotrauma, puede tener implicaciones positivas si las medidas adoptadas cumplen con las recomendaciones aceptadas internacionalmente <sup>(16)</sup> sin embargo; si las maniobras o medidas son realizadas por personal no calificado, los efectos pueden ser contradictorios. <sup>(19)</sup>

El hecho de garantizar una adecuada oxigenación cerebral y reducir empíricamente la HIC con el uso de deshidratantes cerebrales, puede tener un efecto positivo sobre el estado del enfermo a su llegada al centro de neurotrauma, estas medidas requieren de una adecuada monitorización clínica de parámetros tan importantes como la presión arterial sistémica y presión arterial media, para garantizar una adecuada PPC, también corregir el desbalance hídrico que pudiera generar el uso de los deshidratantes cerebrales y de esta forma evitar la hipotensión y la hipoxia, 2 fenómenos muy dañinos para el cerebro y precursores del daño secundario. En la presente serie, a consideración de los autores, las medidas adoptadas en esta fase del tratamiento tuvieron un efecto positivo sobre los resultados.

Recientemente se ha estudiado la relación entre el valor límite de HIC tolerada por el cerebro y el tiempo de exposición a esta, con los resultados en pacientes con TCEg. <sup>(1)</sup> Se ha considerado el límite de 18 mm Hg de PIC, con un rango de variabilidad de  $\pm 4$  mm Hg ( $\pm 2$  SD), por sobre el cual se pueden producir daños al tejido cerebral. Los eventos cortos de HIC tuvieron un peor efecto negativo sobre medianos y largos períodos de exposición. A pesar de estos hallazgos, como en la mayoría de las variables relacionadas con el tratamiento de estos pacientes, se necesita mayor información para poder comprobar estos resultados. <sup>(20,21)</sup>

Este hallazgo justifica la necesidad del inicio cuanto antes del tratamiento para evitar todos los fenómenos fisiopatológicos que pueden desencadenar el daño secundario como lo son la hipoxia, la isquemia, el edema cerebral, los eventos de HIC, si fuera posible en el propio sitio del trauma cuando el paciente es rescatado por personal paramédico. Un rápido traslado de estos pacientes al centro de neurotrauma pudiera tener una influencia positiva sobre los resultados, sin embargo, este fenómeno necesita ser probado en otros estudios.

La ECG ha sido considerada como uno de los factores pronósticos más importantes en el TCEg junto a la HIC y es fiel expresión del estado de la conciencia del enfermo. <sup>(3,4,17,22)</sup> Una elevada mortalidad se ha relacionado con los bajos puntajes de la ECG al ingreso. <sup>(23,24)</sup>

En la presente serie se evidencia la relación directamente proporcional entre la ECG y la ERG, los mejores estados clínicos al momento del inicio del tratamiento se relacionan con los mejores resultados, ocurre todo lo contrario con los bajos puntajes. El hecho que los pacientes con ECG entre 8 y 6 puntos tuvieran mejores resultados que el resto, puede sugerir que estos casos son los más beneficiados con la CD, sobre todo aquellos con 8 puntos. Los enfermos con 5 puntos y 4 puntos son los menos beneficiados con este procedimiento, sin embargo, por una cuestión ética no deben privarse de la opción del posible beneficio del uso de este procedimiento, ya que cercano a un 26 % de estos casos se relacionaron con resultados favorables.

Los estudios imagenológicos sobre todo la TAC, son de mucha importancia para el diagnóstico inicial y clasificación de las lesiones intracraneales en el paciente con TCEg en el momento del ingreso, las que son definitorias para tomar una decisión del tratamiento a elegir en estos casos, sobre todo para la decisión de una intervención neuroquirúrgica, también

puede proveer una valiosa información para el pronóstico de este tipo de pacientes.<sup>(25)</sup> En este sentido el esquema de clasificación de Marshall es considerado el "gold standard", aunque existe disponibilidad de otros sistemas.<sup>(25,26)</sup>

Al analizar los resultados de este estudio, es evidente el beneficio aportado por la CD en el sentido de constituir un corredor quirúrgico para la evacuación de lesiones ocupantes del espacio (LOE) intracraneal y al mismo tiempo facilitar la reacomodación de las estructuras intracraneales. Los estudios secuenciales de TAC en esta serie han permitido mostrar en un elevado número de casos el regreso de las estructuras de la línea media a su posición normal, como muestra de la disipación de los conos de presión y la reducción de la PIC.

La monitorización multimodal continua de parámetros intracraneales en este grupo de pacientes, permitió evidenciar que más de la mitad de los enfermos tratados lograron mantener en las primeras 24 h de evolución cifras de PIC por debajo de 20 mm Hg y un considerable número de ellos por debajo de 15 mm Hg. De las 48 h a 120 h este número se incrementó considerablemente, lo que permitió que el 75,74 % de los casos tuvieran valores de PPC por encima de los 60 mm Hg. El comportamiento de estas dos variables mostró una asociación significativa con los resultados favorables. Estos resultados coinciden con los informados por Allen CJ *et al.*<sup>(27)</sup>

La sensibilidad del cerebro para sufrir daños ante la exposición prolongada a la HIC y a la baja disponibilidad de oxígeno es conocida, así como, su relación con los resultados desfavorables.<sup>(28)</sup> Estudios de más de 1 década atrás citados por León-Palacios JL *et al.*<sup>(17)</sup> y otros más recientes<sup>(28)</sup> han señalado resultados desfavorables con la CD temprana o primaria, respecto a la tardía, con una alta asociación de la CD temprana con períodos de HIC persistente y cifras bajas de PPC, lo que no coincide con lo encontrado en este estudio. Sin embargo, en un estudio publicado por Eun J *et al.* en el año 2018,<sup>(29)</sup> los pacientes con TCEg sometidos a CD, que presentaron valores de PIC menores de 25 mm Hg, que toleraron cifras de PPC alrededor de 35 mm Hg tuvieron una mortalidad similar a aquellos que presentaban valores de PPC entre 60- mmHg y 70 mmHg que no habían sido sometidos a CD, lo que hace muy controversial este tema.

El umbral ideal de PIC sobre el cual iniciar el tratamiento no es bien conocido aún y es un tema sujeto a debate internacional en estos momentos, con claras fundamentaciones en contra de los valores recomendados por las guías internacionales, por lo que estamos de acuerdo con los que plantean que más que considerar un número, se debe recordar que la HIC es una complicación de causa multifactorial en el TCEg, por lo que resulta más significativo no evaluarla de forma aislada, sino relacionada con los diferentes tipos de lesiones pos-

traumáticas que pueden existir, con su localización así como, su relación con las evidencias clínicas e imagenológicas.<sup>(30)</sup>

Solo debemos recordar que la PIC normal para un individuo de alrededor de 70 kg de peso en posición de decúbito es de 10 mm Hg a 15 mm Hg, mientras que en posición de pie este valor se hace negativo alrededor de -10 mm Hg, por lo que fijar un umbral de tratamiento sobre los 20 mm Hg hasta 22 mm Hg, somete al cerebro a períodos variables de HIC. En pacientes con CD, contusiones hemorrágicas en el lóbulo temporal o porción basal frontal que generan conos de presión hacia el tallo cerebral, se recomiendan umbrales inferiores para el tratamiento, hoy por lo regular se aceptan valores alrededor de los 15 mm Hg o por debajo, (30,31) con lo que estamos de acuerdo y ha sido una práctica rutinaria en nuestro equipo de trabajo desde hace varios años.

Por la relación existente entre los componentes de la ecuación PPC = PAM-PIC, se deduce que ante una PAM estable con valores mantenidos alrededor de los 90 mm Hg, al predominar los valores normales de PIC después de realizada la CD, se presenten valores de PPC adecuados y a su vez predominen los patrones circulatorios cerebrales normales, todo ello influye de manera positiva sobre los resultados, esta cascada fisiopatológica fue observada en este estudio.

Las complicaciones extra neurológicas predominaron en esta serie, probablemente relacionadas con el tiempo de evolución en las unidades de cuidados intensivos, el tiempo de ventilación mecánica artificial que demandaron estos casos y los diferentes métodos invasivos para diagnóstico y tratamiento a los que son sometidos los enfermos.

La complicación neurológica más frecuente fue la HIC persistente, que en la mayoría de los casos fue transitoria y desapareció después de las primeras 24 h de realizado el procedimiento evidenciada al examen físico por la presencia de tensión transcutánea en el colgajo de piel y la presencia de edema cerebral en las TAC secuenciales, complicación informada por otros autores.<sup>(32)</sup> Este carácter transitorio de la HIC persistente a criterio de los autores dependió de un retraso en la homeostasis cerebral en estos pacientes que determinó un retardo en la reacomodación del tejido cerebral después de la CD.

También se conoce de los cambios hemodinámicos que pueden ocurrir en el interior de la cavidad craneal, multicompartimentada por la presencia de la hoz del cerebro y la tienda del cerebelo, después de realizada la CD, convirtiendo la cavidad craneal de una "caja cerrada" a una "caja abierta", por lo que el contenido se ve sometido a diferentes presiones internas, que se transmiten de un compartimento a otro como la presión del LCR, la presión del cerebro edematoso o la presencia de residuos de LOE, con un cono de presión hacia el exterior. También existen presiones externas como la presión

atmosférica (1 atmosfera = 14,7 PSI = 1,033 cm<sup>3</sup>H<sub>2</sub>O), con un cono de presión hacia el interior.<sup>(33)</sup>

Para concluir señalamos que desde la segunda mitad de la década de los 90 del pasado siglo, nuestro equipo de trabajo ha estado estudiando el efecto de la CD en pacientes con TCEg con HIC asociada y hemos introducido algunas modificaciones en el manejo general de estos enfermos y también en la técnica, que pueden influir en los resultados.

Primero se estableció en el protocolo que el procedimiento debía ser ejecutado por un especialista en neurocirugía, junto a los residentes, no se permite que la cirugía se realice solo por residentes, aunque estos cursen su año terminal. El objetivo de esta medida fue evitar sangrados profusos durante la fase de realización del colgajo cutáneo y también evitar posibles lesiones del seno longitudinal superior durante la realización de CD bifrontales, ambos pueden producir eventos de hipovolemia, isquemia y desaturación de O<sub>2</sub> del tejido cerebral dañado, provocando un efecto negativo sobre los resultados.

Segundo, se redujo la ventana quirúrgica a menos de 12 h de evolución del trauma, en el presente informe más del 50 % de los casos fueron operados en las primeras 3 h, lo cual difiere de lo planificado e informado en los 2 principales ensayos clínicos en los que se fundamentan las recomendaciones de las guías de tratamiento, el estudio DECRA hace referencia a la utilización de una CD bifrontal temprana o primaria sin embargo, el momento de indicación del procedimiento fue de 48 h a 72 h y el estudio RESCUEicp utilizó una CD tardía en pacientes desde 12 h hasta 10 d de evolución de un TCEg,<sup>(9,10)</sup> pero coincide con lo informado por otros estudios donde la utilización precoz de la CD ha mostrado beneficios sobre todo en el control de la PIC y el mejoramiento de la PPC.<sup>(18,27,34)</sup>

Tercero, se incrementaron los diámetros de la CD a 15 cm en dirección antero-posterior y supero-inferior con extensión hasta la base anterior y media, con el requerimiento de sobrepasar los límites de la lesión evidenciada en la TAC preoperatoria, incluyendo el edema cerebral asociado, lo que coincide con lo informado en otros estudios.<sup>(9,10,16)</sup>

Cuarto se personalizaron las variantes de CD bifrontal y fronto-temporo-parieto-occipital a los tipos de lesión encontradas en la TAC (descrito en el método) y en el caso de la CD bifrontal se protocolizó el empleo de la variante con puente óseo sobre el seno longitudinal superior, para evitar lesiones del mismo y de esta manera evitar sangramientos profusos de difícil control, que pudieran ocasionar una anemia aguda o shock hipovolémico, complicación señalada por algunos autores.<sup>(17)</sup> La indicación personalizada de las variantes de CD de acuerdo con la localización de las lesiones es un elemento novedoso incorporado por nuestro grupo de trabajo, que puede influir sobre futuras recomendaciones para el empleo de

este procedimiento, sin embargo, se necesita de mayor información y estudios sobre el tema.<sup>(35)</sup>

Quinto, a todos los casos se les realizó apertura dural cruciforme con exposición de toda el área dañada con expansión, para lo que se utilizó aponeurosis del músculo temporal o fascie lata y duroplastia holgada con cierre a prueba de agua, para garantizar el deseado efecto compensador de la compliance, contener el cerebro edematoso y mantenerlo aislado del colgajo cutáneo y de esta forma evitar la aparición de fístulas de LCR y la propagación de infecciones hacia el tejido cerebral dañado subyacente, otra de las complicaciones que se han señalado<sup>(1)</sup>. Este acápite es muy controversial en la actualidad por la cantidad de variantes de aperturas y cierres de la duramadre que se informan, para lo cual no existe consenso.<sup>(36-38)</sup>

En todos los casos se colocó drenaje subdural sin sifonaje y epidural con sifonaje para evitar colecciones hemáticas, de LCR o mixtas y tunelizados por el tejido celular subcutáneo entre 3 cm y 6 cm distantes de la herida quirúrgica, para evitar una transmisión centrípeta de gérmenes a través del catéter de drenaje.<sup>(17)</sup>

Debemos expresar que para las características y la disponibilidad tecnológica con que cuenta el Hospital donde se ejecutó este estudio, la CD primaria ha representado un método quirúrgico útil para el control de la PIC y el mantenimiento de la PPC dentro de parámetros considerados apropiados para el manejo de los pacientes con TCEg y la mortalidad se ha comportado acorde a lo informado a nivel internacional.

La CD se mantiene como un tema controvertido en el tratamiento del TCEg, los resultados de los estudios de bajo nivel de evidencia son heterogéneos, pero con un predominio de los favorables sobre todo para el control de la PIC y el mantenimiento de la PPC, no así para su influencia sobre los resultados. Los 2 principales ensayos clínicos realizados en los últimos años, el DECRA y el RESCUEicp,<sup>(9,10)</sup> han mostrado resultados contradictorios, por lo que el tema demanda de más estudios que muestren las evidencias necesarias de su verdadero papel para el tratamiento de este tipo de pacientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Åkerlund CAI, Donnelly J, Zeiler FA, Helbok R, Holst A, Cabeleira M, et al. Impact of duration and magnitude of raised intracranial pressure on outcome after severe traumatic brain injury: A CENTER-TBI high resolution group study. PLoS ONE [Internet]. Dec 14 2020 [citado 27 de octubre de 2021];15(12):e0243427.
2. Koo J, Lee J, Lee SH, Moon JH, Yang S-Y, Cho KT. Does the Size of unilateral Decompressive Craniectomy Impact Clinical Outcomes in Patients with Intracranial Mass Effect after Severe Traumatic Brain Injury?. Korean J Neurotrauma. 2021 Apr;17(1):3-14.

3. Jarrahi A, Braun M, Ahluwalia M, Gupta RV, Wilson M, Munie S et al. Revisiting Traumatic Brain Injury: From Molecular Mechanisms to Therapeutic Interventions. *Biomedicines* 2020;8(389):2-42. www.mdpi.com/journal/biomedicines DOI: <https://doi.org/10.3390/biomedicines8100389>
4. 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*. 2016. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001432> PMID: 27654000.
5. Cnossen MC, Huijben JA, Van Der Jagt M, Volovici V, Van Essen T, Polinder S, et al. Variation in monitoring and treatment policies for intracranial hypertension in traumatic brain injury: a survey in 66 neurotrauma centers participating in the CENTER-TBI study. *Crit Care*. 2017;21(1):1-12. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1816-9>
6. Lacerda Gallardo AJ, Martin Chaviano D, Mazorra Pazos M, Abreu Pérez D. Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion Pressure against Clinical and Imagenological Monitoring in Patients with Severe Traumatic Brain Injury: Experience of a Single Cuban Hospital. *J Emerg Med Forecast*. 2018;1(1):1004. <https://scienceforecastoa.com/>
7. Lazaridis C, Desantis SM, Smielewski P, Menon DK, Hutchinson P, Pickard JD, et al. Patient-specific thresholds of intracranial pressure in severe traumatic brain injury: Clinical article. *J Neurosurg*. 2014; 120:890-900. <https://doi.org/10.3171/2014.1.JNS131292> PMID: 24506248
8. Kung WM, Wang YC, Tzeng IS, Chen YT, Lin MS. Simulating Expansion of the Intracranial Space to Accommodate Brain Swelling after Decompressive Craniectomy: Volumetric Quantification in a 3D CAD Skull Model with Contour Elevation. *Brain Sci*. 2021;11:428. <https://doi.org/10.3390/brainsci11040428>
9. Cooper DJ, Rosenfeld JV, Murray L, Arabi YM, Davies AR, D'Urso P, et al. Decompressive craniectomy in diffuse traumatic brain injury. *N Engl J Med* 2011;364:1493-1502.
10. Hutchinson PJ, Koliass AG, Timofeev IS, Corteen EA, Czosnyka M, Timothy J, et al. Trial of decompressive craniectomy for traumatic intracranial hypertension. *N Engl J Med* 2016;375:1119-30.
11. Bullock RM, Chesnut RM, Clifton G. Management and prognosis in severe traumatic brain injury. Part 1: Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. Part 2: Early indicators of prognosis in severe traumatic brain injury. *J Neurotrauma* 2000;17:451-627.
12. Kleis-Welch Guerra W, Gaab MR, Dietz H, Muller JU, Piek J, Fritsch MJ. Surgical decompression for traumatic brain swelling: indications and results. *J Neurosurg* 1999;90:187-96.
13. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*. 1974;2(7872):81-4.
14. Marshall LF, Gautille T, Klauber MR, Eisenberg HM, Jane JA, Lueresen TG et al. The outcome of severe closed head injury. *J Neurosurg*. 1991;75:528-36.
15. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet* 1975;1(7905):480-4.
16. Hawryluk GWJ, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ et al. A management algorithm for patients with intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). *Intensive Care Med* 2019;45:1783-94.
17. León-Palacios JL, Carranza Vásquez AP, Alaba García W, Lovatón R. Craniectomía Descompresiva como tratamiento primario de la hipertensión intracraneal por Traumatismo Encefalocraneano: Experiencia observacional en 24 pacientes. *Acta Med Perú*. 2021;38(3):199-204. DOI: <https://doi.org/10.35663/amp.2021.383.2085>
18. Veiga Silva AC, de Oliveira Farias MA, Severo Bem L Jr., Moraes Valença M, and Rocha Cirne de Azevedo Filho H. Decompressive Craniectomy in Traumatic Brain Injury: An Institutional Experience of 131 Cases in Two Years. *Neurotrauma Reports* [Internet] 2020 [citado 29 de Octubre del 2021]; 1.1: 93-99. <http://online.liebertpub.com/doi/10.1089/neur.2020.0007> <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05805-9>
19. Hong ZJ, Chen CJ, Chan DC, Chen TW, Yu JC, Hsu SD. Experienced trauma team leaders save the lives of multiple-trauma patients with severe head injuries. *Surg Today*. 2019 Mar;49(3):261-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30302552/>
20. Kawoos UJ, McCarron RM, Auker CR, Chavko M. Advances in Intracranial Pressure Monitoring and Its Significance in Managing Traumatic Brain Injury. *Int. J. Mol. Sci.* 2015;16,28979-97. [www.mdpi.com/journal/ijms](http://www.mdpi.com/journal/ijms) DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms161226146>
21. Lan Z, Richard SA, Li Q, Wu C, Zhang Q, Chen R, Yang C. Outcomes of patients undergoing craniotomy and decompressive craniectomy for severe traumatic brain injury with brain herniation: A retrospective study. *Medicine* 2020;99:43(e22742).
22. Reith FCM, Lingsma HF, Gabbe BJ, Lecky FE, Roberts I, Maas AIR. Differential effects of the Glasgow Coma Scale Score and its Components: An analysis of 54,069 patients with traumatic brain injury. *Injury*. 2017 Sep;48(9):1932-43.
23. Khellaf A, Khan DZ, Helmy A. Recent advances in traumatic brain injury. *J Neurol*. 2019 Nov; 266(11):2878-2889.
24. Yin W, Weng S, Lai S, Nie H. GCS score combined with CT score and serum S100B protein level can evaluate severity and early prognosis of acute traumatic brain injury. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2021 Apr 20;41(4):543-8.
25. Thelin EP, Nelson DW, Vehviläinen J, Nyström H, Kivisaari R, Siironen J et al. Evaluation of novel computerized tomography scoring systems in human traumatic brain injury: An observational, multicenter study. *PLoS Med* 2017;4(8):e1002368. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002368>
26. Khaki D, Hietanen V, Corell A, Odenstedt Hergès H, Ljungqvist J. Selection of CT variables and prognostic models for outcome prediction in patients with traumatic brain injury. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2021;29:94. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00901-6>.
27. Allen CJ, Baldor DJ, Hanna MM, Namias N, Bullock MR et al. Early Craniectomy Improves Intracranial and Cerebral Perfusion Pressure after Severe Traumatic Brain Injury. *Am Surg*. 2018 Mar 1;84(3):443-50.
28. Picetti E, Caspani ML, Iaccarino C, Pastorello G, Salsi P, Viaroli E et al. Intracranial pressure monitoring after primary decompressive craniectomy in traumatic brain injury: a clinical study. *Acta Neurochir (Wien)* 2017;159(4):615-22. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00701-017-3118-z>. Epub 2017 Feb 24.
29. Eun J, Huh J, Yang S-Y, Huh H-Y, Ahn J-K, Cho K-W et al. Determining the Lower Limit of Cerebral Perfusion Pressure in Patients Undergoing Decompressive Craniectomy Following Traumatic Brain

- Injury. World Neurosurg. 2018 Mar;111:e32-e39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.11.146> . Epub 2017 Dec 2.
30. Godoy DA, Badenes R, Murillo-Cabezas F. Diez mandamientos fisiológicos a lograr durante el traumatismo craneoencefálico grave Rev Esp Anestesiología Reanim. 2021 May;68(5):280-292.
31. Sauvigny T, Götttsche J, Czorlich P, Vettorazzi E, Westphal M, Regelsberger J. Intracranial pressure in patients undergoing decompressive craniectomy: new perspective on thresholds. J Neurosurg. 2018 Mar; 128(3):819-827.
32. Sahuquillo J, Dennis JA. Decompressive craniectomy for the treatment of high intracranial pressure in closed traumatic brain injury. Cochrane Database of Systematic Reviews 2019, Issue 12. Art. No.: CD003983. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003983.pub3> .
33. Vásquez S, Mendoza Mantilla J, Suárez MN, Bustamante LA, Guzman J, Rubiano AM. Decompressive Craniectomy in the ICU: Usefulness of Transcranial Doppler (TCD/TCCS) in the Monitoring of Hemodynamic Changes. In: Rodríguez CN, Baracchini C, Mejía Mantilla JH, Czosnyka M, Suárez JI, Csiba L, Pupo C, Bartels E, editors. Neurosonology in Critical Care. Cham: Springer; 2022: 905-19.
34. Tian R, Dong J, Liu W, Zhang J, Han F, Zhang B *et al.* Prognostic Analysis of Emergency Decompressive Craniectomy for Patients with Severe Traumatic Brain Injury with Bilateral Fixed Dilated Pupils. World Neurosurg . 2021 Feb;146:e1307-e1317. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.11.162> Epub 2020 Dec 8.
35. Hawryluk GWJ, AM Rubiano, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Bratton SL *et al.* Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury: 2020 Update of the Decompressive Craniectomy Recommendations. Neurosurgery 2020;87(3):427-34.
36. Hazneci J, Borekci A. Clinical Experience with Decompressive Craniectomy without Watertight Duraplasty. South. Clin. Ist. Eur. 2021;32(2):131-3.
37. Vieira E, Guimarães TC, Faquini IV, Silva JL, Saboia T, Andrade RVCL, *et al.* Randomized controlled study comparing 2 surgical techniques for decompressive craniectomy: with watertight duraplasty and without watertight duraplasty. J Neurosurg 2018;129:1017-23.
38. Nishiyama J, Osada T, Matsumae M. Simple, Quick, and Safe Dural Incision Technique for Patients with Expected Brain Bulging during Decompressive Craniectomy: Crank-shaped Dural Incisions. Neurol Med Chir (Tokyo). 2021 Aug 15;61(8):499-503.

---

Recibido: 26/12/2021

Aprobado: 05/07/2022

---

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

#### Contribuciones de los autores

Conceptualización: Angel Jesús Lacerda Gallardo  
Curación de datos: Angel Jesús Lacerda Gallardo, Daisy Abreu Pérez  
Análisis formal: Angel Jesús Lacerda Gallardo, Daisy Abreu Pérez  
Investigación: Angel Jesús Lacerda Gallardo, Daisy Abreu Pérez  
Metodología: Angel Jesús Lacerda Gallardo, Daisy Abreu Pérez  
Administración del proyecto: Angel Jesús Lacerda Gallardo  
Validación: Angel Jesús Lacerda Gallardo, Daisy Abreu Pérez  
Redacción-borrador original: Angel Jesús Lacerda Gallardo  
Redacción-revisión y edición: Angel Jesús Lacerda Gallardo, Daisy Abreu Pérez

#### Financiación

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para realizar la investigación.

#### Cómo citar este artículo

Lacerda Gallardo AJ, Abreu Pérez D, *et al.* Craniectomía descompresiva en el neurotrauma grave. An Acad Cienc Cuba [internet] 2022 [citado en día, mes y año];12(3):e1185. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1185>

