

Controversias de la craniectomía descompresiva en el tratamiento de la hipertensión endocraneana

Controversies of decompressive craniotomy in the treatment of intracranial hypertension

Dr. Enrique Marcos Sierra Benítez^{1*}
Dra. Mairianny Quianella León Pérez¹
Dr. Manuel Alejandro Morales Fuentes²

¹ Hospital Universitario "Comandante Faustino Pérez". Matanzas.

² Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas

* Autor de la correspondencia: enriquem.mtz@infomed.sld.cu

RESUMEN

La hipertensión intracraneal influye negativamente en el pronóstico del traumatismo craneoencefálico grave y del infarto maligno de la arteria cerebral media. La craniectomía descompresiva constituye una opción de tratamiento. Con esta revisión se persigue valorar las controversias de la craniectomía descompresiva en el tratamiento de la hipertensión endocraneana. Para lo cual se realizó una exhaustiva revisión de la literatura donde se tuvieron en cuenta diversos estudios multicéntricos y multinacionales que plasmaron aspectos polémicos acerca de la utilización de este proceder neuroquirúrgico como terapia en el manejo de la hipertensión endocraneana refractaria a tratamiento conservador. Se concluye que la craniectomía descompresiva se considera beneficiosa en el infarto maligno de la arteria cerebral media, mientras que en el trauma craneoencefálico grave su utilidad es controvertida.

Palabras Claves: craniectomía descompresiva, hipertensión endocraneana, trauma craneoencefálico severo, infarto maligno de arteria cerebral media.

SUMMARY

Intracranial hypertension negatively influences the prognosis of severe craniaencephalic trauma and malignant infarction of the middle cerebral artery. Decompressive craniotomy is a treatment option. The aim of this review is to assess the controversies of decompressive craniotomy in the treatment of intracranial hypertension. For this purpose, an exhaustive review of the literature was carried out, taking into account several multicentric and multinational studies revealing controversial aspects on the use of this neurosurgical procedure as therapy in the management of intracranial hypertension refractory to conservative treatment. It is concluded that decompressive craniotomy is considered beneficial in the malignant infarction of the middle cerebral artery, while in the case of severe craniaencephalic trauma its utility is controversial.

Keywords: decompressive craniotomy; intracranial hypertension; severe craniaencephalic trauma; malignant infarction of the middle cerebral artery.

Recibido: 1/03/2019.

Aceptado: 28/10/2019.

INTRODUCCIÓN

La extirpación de partes del cráneo (colgajo óseo) tiene una larga historia que se remonta al período neolítico, con evidencia arqueológica de la práctica de varias culturas de África, Asia y las Américas. Hipócrates publicó la primera descripción sistemática de la trepanación con una discusión de las lesiones para las cuales fue apropiada la intervención. Theodor Kocher publicó la primera descripción moderna de craneotomía descompresiva (CD) con el siguiente "preámbulo" histórico de la venerada doctrina Monro-Kellie: *"sí no hay presión del líquido cefalorraquídeo (LCR), pero existe presión cerebral, entonces debe liberarse la presión."*

Harvey Cushing, en 1908, empleando la técnica publicada anteriormente por Kocher, informó el uso de CD para aliviar la "hernia cerebral" asociada con tumores cerebrales. En la misma colección de artículos, informó sobre la primera serie de casos sobre el uso de CD en el contexto de la lesión cerebral traumática en la que realizó una craneotomía subtemporal en pacientes después de una lesión cerebral traumática. En su pequeña serie de solo 15 pacientes, solo 2 sucumbieron a su lesión, lo que representa, tanto entonces como ahora, una mejora notable en el pronóstico sobre el curso natural esperado.⁽¹⁻⁴⁾

La hipertensión intracraneal (HIC) influye negativamente en el pronóstico del traumatismo craneoencefálico grave (TCEG) y del infarto maligno de la arteria cerebral media. En un 10-15% de los casos la HIC no responde a la terapéutica convencional, considerándose refractaria y asociada a una elevada mortalidad. La HIC refractaria carece de terapia validada. Las opciones incluyen: barbitúricos, hipotermia, hiperventilación profunda o craneotomía descompresiva (CD), ninguna de las cuales ha probado ser eficaz de manera concluyente.⁽⁵⁻⁸⁾

Según el momento de realización se reconocen 2 tipos: primaria, durante la evacuación, habitualmente, de un hematoma subdural agudo asociado a hinchazón cerebral; y secundaria, cuando las medidas tradicionales para el control de la HIC han fallado, pudiendo ser bifrontales o frontotemporoparietooccipitales, uni o bilaterales.⁽⁹⁻¹²⁾

Con esta revisión se persigue valorar las controversias de la craniectomía descompresiva en el tratamiento de la hipertensión endocraneana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó la búsqueda de artículos de revistas en las bases de datos: PubMed, Scielo y EBSCO. Las palabras clave utilizadas fueron: hipertensión endocraneana, trauma craneoencefálico severo, infarto de arteria cerebral media, se combinaron con el término craniectomía descompresiva, también se buscaron en inglés.

La búsqueda se limitó a artículos con el texto completo, publicados fundamentalmente en los últimos cinco años (2014 a 2019), en idioma español o inglés, aunque en los estudios multicéntricos y multinacionales de alto impacto acerca del tema no se tuvo en cuenta el año de su publicación dado a la importancia de su inclusión en la presente revisión. Se seleccionaron con prioridad los artículos con resultados que arrojaran controversias al respecto de la craniectomía descompresiva como medida en la hipertensión endocraneana refractaria a tratamiento médico.

DESARROLLO

Ensayos controlados aleatorios de craniectomía descompresiva para el infarto maligno de la arteria cerebral media

Ensayo HeADDFIRST, (Hemicraniectomy and Durotomy Deterioration From Infelktion Related Swelling Trial, América del Norte)

Fue el primer ensayo controlado aleatorio destinado a abordar el papel de la CD para el infarto maligno, aunque los resultados no se publicaron hasta 2014 por Frank, et al.⁽¹³⁾ Se diseñó como un ensayo clínico piloto para proporcionar parámetros para el diseño apropiado de los ensayos clínicos de fase III destinados a evaluar el beneficio de la CD en el infarto cerebral supratentorial maligno.

El estudio reclutó pacientes de 20 centros de América del Norte entre marzo de 2000 y septiembre de 2002. De 4909 pacientes examinados, 66 cumplieron con todos los criterios de inclusión, pero después de los procedimientos de consentimiento y aleatorización, solo se incluyeron 25 pacientes, uno de los cuales posteriormente se retiró.

Criterios de inclusión:

- Pacientes de 18 a 75 años de edad que presentaban un accidente cerebrovascular de ACM unilateral con la escala de accidentes cerebrovasculares de los Institutos Nacionales de la Salud (NIHSS) mayor o igual a 18 que continuaron respondiendo a la estimulación menor.
- La inclusión radiográfica requirió hipodensidad que implicaba el 50% del territorio de MCA en la TC obtenida dentro de las 5 horas posteriores al inicio de los síntomas, o hipodensidad de toda la distribución vascular de la ACM en la TC realizada dentro de las 48 horas posteriores a la sintomatología.

Criterios de exclusión:

- Deterioro neurológico que precedió al ingreso en el hospital participante; o hematoma parenquimatoso, subdural, hemorragia subaracnoidea.
- Tiempo parcial de tromboplastina > 40 segundos; trombocitopenia.
- Cualquier enfermedad preexistente que limite la esperanza de vida a menos de 6 meses; cualquier discapacidad preexistente significativa (puntaje Rankin modificado (mRP) > 2).
- Cualquier lesión cerebral preexistente o concurrente que resulte en déficits neurológicos además de la causada por el infarto cerebral.
- Participación en otro ensayo clínico.

Resultados del estudio:

La mortalidad a los 21 días se redujo en los pacientes tratados quirúrgicamente en comparación con los pacientes que recibieron tratamiento médico máximo (40% en los grupos quirúrgicos, 90% CI 15-70% vs. 21% en el grupo con tratamiento médico, 90% IC 6-47%).

A los 6 meses, la mortalidad en el grupo quirúrgico había aumentado a 36% sin un cambio significativo en los controles con tratamiento médico.

La muerte se atribuyó a las complicaciones del aumento de la hipertensión intracraneal con la compresión del tronco encefálico, el empeoramiento del infarto cerebral, la compresión del tronco encefálico, la arritmia cardíaca y la retirada del soporte vital.

DECIMAL, (craniectomía descompresiva temprana en el infarto de arteria cerebral maligna, Francia)

Estudio multicéntrico, simple ciego, de diseño secuencial realizado en Francia con inscripción entre diciembre de 2001 y noviembre de 2005 publicado por Vahedi, et al.^(14,15)

Criterios de inclusión:

- El estudio asignó al azar a pacientes entre 18 y 55 años de edad que presentaban dentro de las 24 horas de un infarto de ACM maligno que afectaba a más del 50% del territorio de ACM y un volumen de infarto de imagen ponderado por difusión > 145 cm³.

Criterios de exclusión:

- Discapacidad preexistente, enfermedad grave, esperanza de vida <3 años y embarazadas.

Resultados del estudio:

Los autores concluyeron que se debe ofrecer hemicraniectomía descompresiva temprana a pacientes jóvenes (<55 años de edad) que presenten infartos grandes de ACM luego de una discusión exhaustiva con la familia sobre el resultado funcional anticipado, ya que ninguno de los pacientes tuvo una recuperación completa sin déficit.

DESTINO,⁽¹⁶⁾(cirugía descompresiva para el tratamiento del infarto maligno de la arteria cerebral media, Alemania)

Reclutó pacientes entre febrero de 2004 y octubre de 2005. Los pacientes tenían entre 18 y 60 años de edad y presentaban un infarto de ACM unilateral con una asignación aleatoria subsiguiente a CD (extirpación de un colgajo óseo de al menos 12 cm, incluido el frontal, parietal, temporal y partes de los huesos occipitales con exposición del suelo de la fosa media y apertura de la duramadre y posterior inserción de un parche dural) versus tratamiento médico.

Resultados del estudio:

La cirugía mejoró los resultados funcionales a los 6 meses, con mRP de 0–3 en 70% versus 33% de los pacientes asignados al azar a cirugía o manejo conservador, respectivamente (p=0.01). Los autores concluyeron que la DC temprana redujo la mortalidad y mejoró el resultado funcional.

No abordaron el impacto de la edad en el resultado, excepto para argumentar que un límite superior por encima del cual no debería ofrecerse cirugía descompresiva requeriría ensayos controlados aleatorios adicionales. Fieles a este objetivo, los autores lanzaron posteriormente el ensayo DESTINY II.

DESTINO II,⁽¹⁷⁾

Los resultados del ensayo DESTINY II que limita el análisis a pacientes > 60 se publicaron en 2014 por Juttler et al., donde se asignó al azar a 112 pacientes a hemicraniectomía versus tratamiento médico dentro de las 48 horas posteriores al inicio de los síntomas siguiendo el protocolo general utilizado en el ensayo original DESTINY.

El criterio de valoración principal fue la supervivencia sin discapacidad grave (mRP 0–4) 6 meses después de la asignación al azar.

Resultados del estudio:

- La intervención quirúrgica mejoró estadísticamente el resultado primario.
- Entre los pacientes que se sometieron a cirugía de descompresión, el 38% sobrevivió con mRP 0-4 frente al 18% de los controles tratados médicamente (OR 2,91; IC del 95%: 1,06 a 7,49; p=0,04).

- No se logró la recuperación completa o la recuperación con solo una discapacidad leve (mRP 0-2) en ningún paciente incluido en el estudio.
- Hubo una tendencia hacia la discapacidad moderada (mRS 3) entre los pacientes tratados con cirugía versus tratamiento médico (7% frente a 3%), pero esto no alcanzó significación estadística.
- Los autores concluyeron que la hemicraniectomía aumentaba la supervivencia sin discapacidad grave en pacientes mayores de 61 años que presentaban infarto de ACM maligno.

Existe poca controversia ahora sobre si esta intervención aumenta la supervivencia, ya que todos los ensayos aleatorizados principales, las series de casos y la opinión de expertos han demostrado beneficios.

La pregunta es si el tiempo adicional obtenido de este procedimiento representa la vida considerada por los pacientes y sus familias como una vida que vale la pena vivir, los datos sobre el resultado funcional siguen siendo menos impresionantes y la supervivencia con un deterioro funcional significativo y tal vez la dependencia de por vida sigue siendo el resultado probable.

HAMLET, hemicraniectomía posterior a la arteria cerebral infarto con edema trial que amenaza la vida, países bajos

Reclutó pacientes de 18 a 60 años de edad entre noviembre de 2002 y octubre de 2007 en un ensayo multicéntrico, abierto y aleatorizado publicado por Hofmeijer, et al. 2009,⁽¹⁸⁾ a diferencia de DECIMAL y DESTINY, el enfoque se centró en la eficacia general de la hemicraniectomía, con menos atención en el momento de la cirugía.

Resultados del estudio:

- La CD reduce la letalidad y los malos resultados en pacientes con infartos malignos tratados en las 48 horas posteriores al inicio de los síntomas.
- Con retrasos de hasta 96 horas, se informa que no hay evidencia de beneficio.
- Los pacientes tratados quirúrgicamente tenían más probabilidades de residir en el hogar (reducción del riesgo absoluto del 27%).
- Los pacientes tratados con cirugía informaron mejores métricas de calidad de vida entre 1 y 3 años.

Ensayos controlados aleatorios de craniectomía descompresiva para el trauma craneoencefálico severo

Estudio DECRA,⁽¹⁹⁾

Fue un ensayo clínico aleatorizado, multiinstitucional y multinacional destinado a determinar si la Craniectomía Descompresiva (CD) mejora el resultado funcional en pacientes con hipertensión intracraneal refractaria a la terapia médica máxima, realizado por Cooper, et al.⁽¹⁹⁾ Y publicado en el año 2011, se reclutaron pacientes entre 2002 y 2010 en 15 hospitales de atención terciaria en Australia, Nueva Zelanda y Arabia Saudita. Estos tenían edad entre 15 y 59 años, con TCE grave (ECG 3-8) no penetrante, sus criterios de exclusión incluían ser "demasiado enfermo para tratar", pupilas midriáticas no reactivas, lesiones en masa, lesiones concomitantes de la médula espinal o paro cardíaco en el lugar de la lesión. Se definió una elevación "refractaria" en la PIC como un aumento de 20 mmHg durante 15 minutos (de manera

continua o intermitente) dentro de cualquier período de 1 hora a pesar de las intervenciones máximas de primer nivel (optimización de la sedación, la normalización del dióxido de carbono arterial, la terapia hiperosmolar con manitol, la solución salina hipertónica, bloqueo neuromuscular y el drenaje ventricular externo) o de segundo nivel (hipotermia leve a 35 ° C y / o uso de barbitúrico.) Los pacientes fueron asignados al azar a cirugía (gran craniectomía bifrontotemporoparietal, apertura bilateral dural sin seccionar la falx cerebri, o alteración del seno sagital superior) combinada con tratamiento médico estándar o tratamiento estándar solo dentro de las 72 horas posteriores a la lesión.

Los resultados fueron evaluados por revisores ciegos.

Se examinaron a 3478 pacientes y, finalmente, se inscribieron en 155, de los cuales el 88% fueron tratados en Australia o Nueva Zelanda. Hubo 73 y 82 pacientes en los brazos de cirugía versus tratamiento médico, respectivamente.

Resultados más relevantes del estudio:

- Presentaron reducciones en el índice de hipertensión intracraneal y una reducción en el índice de hipoperfusión cerebral que fueron estadísticamente significativas.
- Pasaron menos tiempo en ventilación mecánica y menos días en la UCI, aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas en la duración general de la estancia hospitalaria.
- Las complicaciones relacionadas con el tratamiento fueron mayores en los pacientes sometidos a CD (37% frente a 17%), destacando la Hidrocefalia (10% frente a 1%).
- La evaluación del resultado funcional a los 6 meses reveló una mayor proporción de resultados desfavorables en pacientes tratados quirúrgicamente con EGOS 3 versus 4, (odds ratio (OR) 1.84; 95% intervalo de confianza (IC) 1.05–3.24; $p=0.03$).
- En general los resultados desfavorables ocurrieron en el 70% de los pacientes sometidos a craniectomía en comparación con el 51% de los pacientes tratados con atención médica estándar.
- No hubo diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad entre los pacientes tratados con hemicraniectomía descompresiva en comparación con los tratados con atención médica estándar.

Fisiopatológicamente, postularon que el estiramiento axonal en el contexto de la expansión del cerebro libre provocado por la descompresión resultó en una lesión neural.

Controversias:

Los resultados negativos inesperados del ensayo DECRA han estimulado una controversia preexistente entre los neurocirujanos y los neurointensivistas, publicando diversas críticas al estudio que son válidas de destacar.

Timmons, et al.⁽²⁰⁾

- Menos del 5% de los pacientes examinados fueron finalmente aleatorizados.

- Insuficiencia de la asignación al azar, ya que hubo una diferencia significativa en la reactividad
- pupilar entre los pacientes tratados quirúrgicamente frente a los médicos.

Sahuquillo, et al. ⁽²¹⁾

- La desviación del método quirúrgico descrito por Polin et al. (1997) es un defecto importante en el diseño del estudio, ya que el corte del falx se consideró un componente clave de la cirugía, ya que permitió la mejora del vector anterior de expansión.

Los autores: Honeybul, et al. ⁽²¹⁾ Timmons, et al. ⁽²²⁾ Sahuquillo, et al. ⁽²³⁾

- Elección de PIC mayor 20 mmHg durante 15 minutos en 1 hora como criterio para la intervención. Se sostiene que la mayoría de los profesionales no intervendrían en la práctica incluso si se cumplieran los parámetros de PIC del estudio, ya que 20 mmHg era demasiado bajo y 15 minutos demasiado cortos para justificar cualquier riesgo asociado con el tratamiento.

Ensayo RESCUEicp, ⁽²⁴⁾

El ensayo RESCUEicp incluyó 408 pacientes con edades entre 10 y 65 años y se reclutó durante un largo período de 10 años que abarca desde 2004 hasta 2014.

Resultados del estudio:

- La intervención quirúrgica se asoció con un aumento significativo de la supervivencia con la muerte en el 26,9% de los pacientes tratados quirúrgicamente frente al 48,9% en los pacientes tratados médicamente. (marcado contraste con los resultados del ensayo DECRA)
- La CD resultó en un aumento en la proporción de sobrevivientes que son vegetativos (8.5% versus 2.1%) o con discapacidades severas (21.9% versus 14.4%. (Concordante con el DECRA trial)
- Los resultados a los 12 meses siguieron una tendencia similar.

Se concluyó que la cirugía confirió una ventaja de supervivencia que resultó tanto en la vida dependiente como en la independiente e implicó que los médicos deberían discutir esto con las familias de pacientes a menudo jóvenes.

Como objeciones este estudio, presenta una tasa de inclusión del 20,36%, tras 10 años de selección. La terapéutica médica se instauró de forma heterogénea, sin un protocolo uniforme. En el protocolo se recomienda mantener cifras de presión de perfusión cerebral > 60 mmHg en contra de las guías vigentes. El 63% de los pacientes fueron sometidos a descompresión bifrontal, sin embargo, los resultados finales no están discriminados de acuerdo con la técnica empleada. No se aclara ni cuándo, ni el motivo, ni la técnica empleada.

Se utilizó el GOS-E dicotomizado para la evaluación de los resultados. A pesar de lo complejo del análisis estadístico, si observamos la del estudio RESCUEicp, al discriminarse el GOS-E a los 12 meses en el grupo de favorables de manera tradicional, en los pacientes incluidos en las categorías «moderada discapacidad

superior e inferior» y «buena recuperación superior e inferior» se aprecia una clara tendencia del grupo quirúrgico (32 vs. 28,5%) a obtener mejores resultados. Estos estudios muestran que la CD controla la HIC, sin beneficio sobre los resultados finales.⁽²⁾

CONCLUSIONES

La craniectomía descompresiva se considera beneficiosa en el infarto maligno de la arteria cerebral media, mientras que en el TCEG su utilidad es controvertida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brown DA, Wijdicks EFM. Decompressive craniectomy in acute brain injury. *Handb Clin Neurol*. 2017; 140: 299-318. Citado en Pub Med: PMID: 28187804.
2. Godoy DA, Moscote Zalazar LR, Rubiano A, et al. Craniectomía descompresiva secundaria para el manejo de la hipertensión endocraneal refractaria en el traumatismo craneoencefálico grave. *Luces y sombras de los estudios recientes. Med Intensiva*[Internet]. 2017[citado07/03/2018]; 41(8): 487-90. Disponible en: <http://www.medintensiva.org/es-craniectomia-descompresiva-secundaria-el-manejo-articulo-S0210569117300633>
3. González F, Moreno-García M, Sánchez-Barba M, et al. Factores pronósticos relacionados con la mortalidad del paciente con trauma grave: desde la atención prehospitalaria hasta la Unidad de Cuidados Intensivos. *Med Intensiva*[Internet]. 2015[citado07/02/2019]; 39: 412-21. Disponible en: <http://www.medintensiva.org/es-factores-pronosticos-relacionados-con-mortalidad-articulo-S021056911400151X>
4. Koliás AG, Adams H, Timofeev I, et al. Decompressive craniectomy following traumatic brain injury: Developing the evidence base. *Br J Neurosurg*. 2016; 30(2): 246-50-5. Citado en PubMed: PMID: 26972805.
5. Gómez PA, Castaño León AM, Lora D, et al. Evolución temporal en las características de la tomografía computarizada, presión intracraneal y tratamiento quirúrgico en el traumatismo craneal grave: análisis de la base de datos de los últimos 25 años en un servicio de neurocirugía. *Rev Sociedad Española de Neurocirugía*[Internet]. 2017[citado07/02/2019]; 28(1). Disponible en: <https://www.revistaneurocirugia.com/es-evolucion-temporal-las-caracteristicas-tomografia-articulo-S1130147316300756>
6. Grille P, Tommasino N. Craniectomía descompresiva en el trauma encefalocraneano grave: factores pronósticos y complicaciones. *Rev Bras Ter Intensiva*[Internet]. 2015[citado07/02/2019]; 27(2): 113-18. Disponible en:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-507X2015000200113&script=sci_abstract&lng=es

7. López Jiménez H. Impacto de la craniectomía descompresiva precoz en los resultados del tratamiento del trauma craneoencefálico grave. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta[Internet]. 2016[citado07/02/2019]; 41(2). Disponible en: <http://revzoilomarinellosld.cu/index.php/zmv/article/view/542>.

8. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. *Neurosurgery*. 2017; 80(1):6-15. Citado en PubMed: PMID: 27654000.

9. Esqueda-Liquidano MA. Edema cerebral II: tratamiento médico y quirúrgico. *Med Int Méx*[Internet]. 2014[citado07/02/2019]; 30:687-95. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2014/mim146h.pdf>

10. Kramer AH. Decompressive Craniectomy in Patients with Traumatic Brain Injury: Are the Usual Indications Congruent with Those Evaluated in Clinical Trials? *Neurocrit Care* 2016; 25(1):10–19. Citado en PubMed: PMID: 26732269.

11. Carney N. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. *Neurosurgery* 2016; 80(1):6–15. Citado en PubMed: PMID: 27654000.

12. Daley MJ, Brown CV. Late venous thromboembolism prophylaxis after craniotomy in acute traumatic brain injury. *Am Surg*. 2015; 81(2):207-211. Citado en PubMed: PMID: 25642886

13. Frank JI, Schumm LP, Wroblewski K, et al. Hemicraniectomy and durotomy upon deterioration from infarction-related swelling trial: randomized pilot clinical trial. *Stroke*. 2014; 45(3):781–87. Citado en PubMed: PMID: 24425122.

14. Vahedi K, Vicaut E, Mateo J et al. Sequential-design, multicenter, randomized, controlled trial of early decompressive craniectomy in malignant middle cerebral artery infarction (DECIMAL Trial). *Stroke*. 2007; 38 (9): 2506–2517. Citado en PubMed: PMID: 17690311.

15. Vahedi K, Hofmeijer J, Juettler E, et al. Early decompressive surgery in malignant infarction of the middle cerebral artery: a pooled analysis of three randomized controlled trials. *Lancet Neurol*. 2007; 6 (3): 215–22. Citado en PubMed: PMID: 17303527

16. Juttler E, Schwab S, Schmiedek P, et al. Decompressive Surgery for the Treatment of Malignant Infarction of the Middle Cerebral Artery (DESTINY): a randomized, controlled trial. *Stroke*. 2007; 38 (9): 2518–25. Citado en PubMed: PMID: 17690310.

17. Juttler E, Bosel J, Amiri H, et al. DESTINY II: Decompressive Surgery for the Treatment of malignant Infarction of the middle cerebral artery II. *Int J Stroke*. 2011; 6 (1): 79–86. Citado en PubMed: PMID: 21205246.

18. Hofmeijer J, Kappelle LJ, Algra A et al. Surgical decompression for space-occupying cerebral infarction (the Hemicraniectomy After Middle Cerebral Artery infarction with Life-threatening Edema Trial [HAMLET]): a multicentre, open, randomised trial. *Lancet Neurol.* 2009; 8 (4): 326–33. Citado en PubMed: PMID: 19269254.
19. Cooper DJ, Rosenfeld JV, Wolfe R. DECRA investigators' response to "The future of decompressive craniectomy for diffuse traumatic brain injury" by Honeybulet al. *J Neurotrauma.* 2012; 29(16): 2595–96. Citado en PubMed: PMID: 22853315.
20. Timmons SD, Ullman JS, Eisenberg HM. Craniectomy in diffuse traumatic brain injury. *N Engl J Med.* 2011; 365 (4): 373. Citado en PubMed: PMID: 21793755.
21. Sahuquillo J, Martínez-Ricarte F, Poca MA. Decompressive craniectomy in traumatic brain injury after the DECRA trial. Where do we stand? *Curr Opin Crit Care.* 2013; 19 (2): 101–106. Citado en PubMed: PMID: 23422159.
22. Honeybul S, Ho KM, Lind CR et al. The future of decompressive craniectomy for diffuse traumatic brain injury. *J Neurotrauma.* 2011; 28 (10): 2199–2200. Citado en PubMed: PMID: 22003825.
23. Honeybul S, Ho KM, Lind CR, et al. Decompressive craniectomy for diffuse cerebral swelling after trauma: long-term outcome and ethical considerations. *J Trauma.* 2011; 71(1): 128–32. Citado en PubMed: PMID: 21460742.
24. Hutchinson PJ, Koliás AG, Timofeev IS, et al. Trial of decompressive craniectomy for traumatic intracranial hypertension. *N Engl J Med.* 2016; 375 (12): 1119–30. Citado en PubMed: PMID: 27602507.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés