



Craniectomía Descompresiva como tratamiento primario de la hipertensión intracraneal por Traumatismo Encefalocraneano: Experiencia observacional en 24 pacientes.

Decompressive Craniectomy as primary therapy for cranial hypertension due to head trauma: Observational experience in 24 patients

José Luis León-Palacios ^{1,a}, Abel Paul Carranza-Vásquez ^{1,b}, Wesley Alaba-García ^{1,b}, Rolando Lovatón ^{1,b}

1 Servicio de Neurocirugía, Departamento de Cirugía, Hospital Cayetano Heredia. Lima-Perú

a Médico cirujano. Residente de Neurocirugía.

b Médico cirujano. Neurocirujano

Correspondencia

José Luis León Palacios
jose.leon.p@upch.pe

Recibido: 09/04/2021

Arbitrado por pares

Aprobado: 30/09/2021

Citar como: 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 Peru. 2021;38(3) xx-xx. doi: <https://doi.org/10.35663/amp.2021.383.2085>

RESUMEN

Introducción: el traumatismo encéfalo craneano es una de las principales causas de muerte en nuestro medio, El tratamiento médico y quirúrgico en la etapa inicial de un TEC severo se enfoca en evitar la elevación de la Presión Intracraneana. **Objetivo:** describir características asociados y sus principales complicaciones en aquellos pacientes sometidos a Craniectomía Descompresiva. **Métodos:** Estudio retrospectivo observacional descriptivo, realizado entre febrero de 2018 a julio de 2020 de pacientes operados de Craniectomía Descompresiva unilateral, admitidos por traumatismo encefalocraneano. **Resultados:** 66.7% fueron personas menores de 40 años; 87,5% fueron de sexo masculino; 16,7% de la población ingresaron con una ECG de 13-15, 37,5% de la población con una ECG de 9-12; 42.9% presentaron asimetría pupilar; 33,3% ingresaron por accidente de tránsito; 21,7% fueron Marshall II, 65,2% Marshall III y en 13,0% se halló un Marshall IV. **Conclusiones:** Los resultados sugieren que las características asociadas a la Craniectomía Descompresiva por TEC contribuyen en el manejo de esta patología.

Palabras clave:

Traumatismo Craneoencefálico; Hipertensión Intracraneal; Craniectomía Descompresiva; Edema Encefálico (Fuente: Decs BIREME)

ABSTRACT

Introduction: Head trauma is one of the main causes of death in Peru. Medical and surgical therapy during the initial stages of severe head trauma focus in preventing the elevation of intracranial pressure. **Objective:** To describe the associated characteristics and main complications in patients undergoing decompressive craniectomy. **Methods:** This is a retrospective observational study performed between February 2018 and July 2020 in patients who had been admitted because of head trauma and who had undergone unilateral decompressive craniectomy. **Results:** Two-thirds (66.7%) of patients were persons less than 40 years of age; 87.5% were males; 16.7% were admitted with Glasgow Coma Score (GCS) scores between 13 and 15; 37.5% were admitted with GCS between 9 and 12; 42.9% had asymmetric pupils; 33.3% were admitted because of traffic accidents; 21.7% were Marshall II, 65.2% were Marshall III, and 13.0% were Marshall IV. **Conclusions:** Our results suggest that characteristics associated to decompressive craniectomy because of head trauma contribute for its proper management.

Key words: Head trauma, Cranial hypertension, Decompressive craniectomy, Brain edema (Source: Decs BIREME).

INTRODUCCIÓN

Actualmente el traumatismo encefalo craneano (TEC) es una de las principales causas de muerte en nuestro medio. Según la data de EE.UU. más de 50 000 muertes están asociadas a ella ^[1]. Se indica que en países en vías de desarrollo, la incidencia de TEC está en aumento, estimándose que en países como Brasil, Argentina e India un miembro de cada 200 familias ha sufrido un TEC severo ^[2]. En nuestro país según datos del Ministerio de Salud los accidentes de tránsito son la principal causa de TEC siendo el 46,1 % del total de ellos asociados a injuria encefalocraneana con un aumento porcentual de las lesiones graves desde el 2007 al 2012 ^[3].

El tratamiento médico y quirúrgico en la etapa inicial de un TEC severo se enfoca en evitar la elevación de la presión intracraneana (PIC) y obtener adecuados parámetros de presión de perfusión cerebral (PPC); asimismo la prevención de la injuria cerebral secundaria como consecuencia de una elevación de la PIC es el pilar del manejo médico, según lo establecido por la "Brain Trauma Foundation" ^[1,2,4].

La craniectomía descompresiva (CD) es un procedimiento quirúrgico en la cual se retira una extensa parte del cráneo con la consiguiente apertura de la duramadre. Son de dos tipos: Primaria, la cual se indica tras la evacuación de un hematoma intracraneal y a pesar de ello se evidencia el desplazamiento del parénquima cerebral durante la fase aguda del TEC. Secundaria, indicada como parte del esquema terapéutico en el manejo intensivo del TEC, ante la refractariedad de la presión intracraneana con el tratamiento médico ^[5].

En nuestro medio la disponibilidad tecnológica es restringida en muchos aspectos, es por ello que el empleo clínico imagenológico constituye una importante medida de seguimiento e indicativo de cirugía descompresiva. A continuación, presentamos un estudio observacional descriptivo retrospectivo cuyo objetivo se centró en describir características asociadas y sus principales complicaciones en aquellos pacientes sometidos a

craniectomía descompresiva de tipo primaria por traumatismo encefalocraneano severo.

MÉTODOS

Diseño de estudio

Estudio observacional descriptivo, usando datos recolectados en forma retrospectiva entre febrero de 2018 a julio de 2020 (29 meses). La población de estudio fueron todos los pacientes del Servicio de Neurocirugía del Hospital Cayetano Heredia operados de craniectomía descompresiva unilateral (con un valor referencial de 15 centímetros de longitud anteroposterior por 12 centímetros craneocaudal), admitidos por traumatismo encefalocraneano. Como criterios de elegibilidad de la población se admitieron a todo paciente mayor de 18 años con diagnóstico de traumatismo encefalocraneano sometido a CD unilateral, con una Escala de Coma de Glasgow (ECG) ≥ 4 puntos. La fuente de información del estudio fueron las historias clínicas obtenidas a partir del Departamento de Estadística e Informática del referido nosocomio. El seguimiento posterior de cada paciente se hizo mediante llamada telefónica y a través de la consulta externa. Se utilizó los criterios de la declaración STROBE para sistematizar la información.

Variables

La data epidemiológica, se trabajó con edad, sexo, mecanismo de trauma, alteración pupilar al ingreso definida como anormal (midriática >4 mm bilateral o anisocoria si fueron de diferente tamaño) y normal (isocórica, mismo tamaño) y Escala de Coma de Glasgow definida como leve (15-14 puntos), moderada (13-9 puntos) y severa (8-3 puntos). La ECG de ingreso fue definida como la primera puntuación obtenida durante su estancia en la emergencia hospitalaria. La data imagenológica estuvo dada por la Escala de Marshall definida como lesión difusa tipo I: no evidencia de lesión intracraneal en TEM, lesión difusa tipo II: cisternas de la base presentes con desviación de línea media <

5mm y/o lesión de densidades altas o mixtas < 25cc, lesión difusa tipo III: cisternas de la base ausentes con desviación de línea media < 5mm y/o sin lesión de densidades altas o mixtas > 25cc y lesión difusa tipo IV: desviación de línea media > 5mm sin lesión de densidades altas o mixtas > 25cc, indicándose como patrón imagenológico leve Marshall II y patrón de severidad Marshall III- IV; y las lesiones asociadas en la imagenología: hematoma epidural, hematoma subdural y fractura de cráneo. En cuanto a la data pre e intraoperatoria se utilizó el tiempo entre el ingreso y la cirugía, definida según los antecedentes bibliográficos como temprana (antes de 24 horas) y tardía (después de 24 horas); el tiempo de cirugía, establecido de manera arbitraria en < 4 horas y \geq 4 horas; la presencia o no de duroplastía. La data postoperatoria definida por el tiempo de estancia hospitalaria en UCI, el número total de días hospitalizado y las complicaciones postquirúrgicas. La escala de resultados de Glasgow (GOS) fue utilizada para la evaluación de los pacientes al mes del evento y a los 6 meses el cual fue dividido en Resultado bueno (GOS 4-5) y Resultado Malo (GOS 1-3).

Análisis de datos y Consideraciones éticas

Para las variables cualitativas se utilizó frecuencias absolutas y relativas, en tanto las variables cuantitativas se utilizó la media y desviación estándar. Finalmente los resultados se presentaron descriptivamente, se realizó una comparación de las proporciones de los resultados obtenidos utilizando frecuencias relativas y absolutas utilizando Microsoft Excel 2010. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Cayetano Heredia. La data fue procesada anónimamente.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio, un total de 118 pacientes que acudieron a la emergencia con el diagnóstico de TEC como una lesión aislada o como componente de un politrauma, de ellos 24 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión (pacientes con datos incompletos en la historia clínica no ingresaron al estudio). En cuanto a la edad, 16 (66.7 %) fueron personas menores de 40 años; 21 (87,5 %) fueron de sexo masculino; 4 personas (16,7 % de la población) ingresaron con una ECG de 13-15 (leve), 9 (37,5 % de la población) con una ECG de 9-12 (moderado) y 11 (45,8 %) con una ECG de 4 a 8 (severo); en 21 pacientes se pudo obtener la data de alteración pupilar, de ellos 9 (42.9 %) presentaron signos de muerte inminente (anisocoria, midriasis) al ingreso es decir hallazgos de asimetría pupilar; en cuanto al mecanismo de lesión 8 pacientes (33,3 %) ingresaron por accidente de tránsito, 9 (37,5 %) por caída de altura, 5 (20,5 %) por otras causas y 2 (8,3 %) por causas desconocidas. Se obtuvo la data imagenológica en 23 pacientes, 5 de ellos (21,7 %) fueron Marshall II, 15 (65,2 %) Marshall III y en 3 pacientes (13,0 %) se halló un Marshall IV. Cabe indicar que en el 100 % de pacientes que se indicó craniectomía descompresiva fue por hallazgos tomográficos así como valoración del estado neurológico. En el 54,2 % de pacientes se halló como lesión asociada a la hemorragia subdural aguda (HSDA); 45,8 % resultaron con fracturas craneales; 33,3 % hematoma epidural

Tabla 1. Características de la población

Factores	n (%)
Sexo	
Femenino	3 (12,5%)
Masculino	21 (87,5%)
Edad (años)	
< 40	8 (33,3%)
> 40	16 (66,7%)
Glasgow de ingreso	
Leve	4 (16,7%)
Moderado	9 (37,5%)
Severo	11 (45,8%)
Alteración pupilar	
Si	9 (42,9%)
Escala de Marshall	
II	5 (21,7%)
III	15 (65,2%)
IV	3 (20,8%)
Tiempo de espera hasta SOP (hrs)	
< 24	14 (58,3%)
\geq 24	10 (41,7%)
Duración de SOP (horas)	
< 4	14 (60,9%)
\geq 4	9 (39,1%)
Duroplastía	
Si	4 (16,7%)
No	20 (83,3%)
Días de hospitalización	
<30	12 (52,2%)
>30	11 (47,8%)
Días UCI	
< 7	9 (40,9%)
>7	12 (59,1%)
Fallecido	
Si	7 (31,8%)

Resultados son expresados en frecuencias absolutas y relativas.

(HED) y en un porcentaje igual las hemorragias subaracnoideas postraumáticas (HSA), mencionar que en un 62,5 % fue más de una lesión asociada en un mismo paciente.

Respecto al tiempo entre el ingreso y la cirugía, el 58,3 % ingresó antes de las 24 horas y el 41,7 % ingresó pasadas las 24 horas de estancia en la emergencia. El tiempo de cirugía se obtuvo de 23 pacientes, el 60,9 % tuvo una duración <4 horas y 39,1 % \geq 4

Tabla 2. Características en relación al resultado funcional a 6 meses

	GOS 1-3 (n= 14)	GOS 4-5 (n= 10)
Sexo		
Femenino	3	0
Masculino	11	10
Edad (años)		
< 40	4	4
> 40	10	6
Glasgow de ingreso		
Leve	13	6
Moderado	1	4
Severo	0	0
Alteración pupilar		
Si	9	3
No	5	7
Escala de Marshall		
II	13	6
III- IV	1	4
BSOP (hrs)		
< 24	9	6
≥24	5	4
Duración de SOP (horas)		
< 4	14	7
≥ 4	0	3
Duroplastía		
Si	2	2
No	12	8
Días de hospitalización		
<30	6	6
>30	8	4
Días UCI		
< 7	5	5
>7	9	5
Fallecido		
No	6	0
Si	8	10

Descripción en relación al resultado dado por la Glasgow Outcome Score (GOS) a los 6 meses.

Siendo un GOS de 1-3 un Resultado Malo, y un GOS 4-5 Resultado favorable

horas. En 4 pacientes (16.7 %) se realizó duroplastía. La estancia hospitalaria se obtuvo la data de 23 pacientes de los cuales 12 de ellos (52,2 %) permanecieron <30 días en total. La permanencia en UCI del total de la población, 22 pacientes estuvieron en una Unidad de Cuidados Intensivos (los 2 restantes fueron a una Unidad de Cuidados de Emergencia, debido al inicio de la

pandemia por COVID-19), 9 de ellos (40,9 %) estuvieron <7 días. La anemia fue la complicación postquirúrgica más frecuente en este estudio (25 %), seguida de Neumonía intrahospitalaria (20.8 %) y meningitis post quirúrgica (16,7 %). El 100 % de los pacientes con meningitis postquirúrgica tuvo relación con fístula de LCR y a ninguno de ellos se le realizó duroplastía. La mortalidad obtenida fue de 31,8 % (7 de 22 pacientes evaluados a 6 meses).

DISCUSIÓN

Kocher, en el año 1901, realizó por primera vez una craniectomía descompresiva en el tratamiento de la elevación de la PIC en ausencia o presencia de colecciones asociadas tales como los hematomas subdurales o hematomas epidurales; el concepto clásico coloca a la CD como último escalón en el tratamiento del edema cerebral [6]. ¿Pero qué ha cambiado? en la actualidad sigue siendo un tema de discusión el momento en el cual debería desarrollarse este procedimiento en el contexto de un TEC. El ensayo clínico DECRA comparó la CD temprana versus el tratamiento médico intensivo escalonado en 3 niveles, y demostró que el primero obtenía pobres resultados en el GOS-E ($p=0.03$), sin embargo no mostró diferencias en cuanto a mortalidad a 6 meses; cabe resaltar que el ensayo DECRA no incluyó a pacientes con TEC con hematomas intracraneales asociados y la intervención realizada fue la hemicraniectomía bifrontal, excluyendo a aquellos sometidos a una CD unilateral [7]. En contraste, el estudio RESCUE ip, que también valoró mortalidad y GOS-E, tomó dentro de su población a aquellos sometidos a hemicraniectomía unilateral y TEC con hematoma asociado; sin embargo, la cirugía fue dejada como última opción (3er nivel) dentro de los escalones del manejo refractario de la HIC por TEC, demostrando que la mortalidad en el grupo quirúrgico en comparación al grupo de manejo médico obtuvo una reducción en 22 %. Sin embargo, también concluyó que la CD presentaba mayor rango en estado vegetativo, y mayor discapacidad severa alta y baja en comparación con manejo médico [5].

El tiempo de ingreso a sala de operaciones sigue siendo un tema de discusión en la actualidad [1]. En nuestro estudio mientras que el 26,7 % de aquellos que ingresaron dentro de las primeras 24 horas obtuvieron un resultado favorable, solo el 22,2 % de los que ingresaron pasadas las 24 horas tuvieron un resultado favorable. Varios estudios han reportado buenos resultados cuando la CD es realizada de forma temprana [1,2,8-10]. Sin embargo, como señala Gouello et al., en su estudio basado en una serie de 60 casos de pacientes sometidos a CD, el tiempo de ingreso a sala de operaciones no fue estadísticamente significativo entre aquellos que sobrevivieron y los que fallecieron ($p=0.183$) [2]. Apoyando esta teoría Faleiro et al., reportó altas tasas de mortalidad en el grupo de la cirugía temprana a comparación del grupo de la cirugía tardía (59 % versus 39 %) [11].

....en nuestro estudio el 81,8%obtuvieron un resultado desfavorable, por el contrario el 87,5% que ingresaron con un Glasgow..... que ingresaron con un Glasgow moderado mostraron un desenlace desfavorable (GOS≤3).

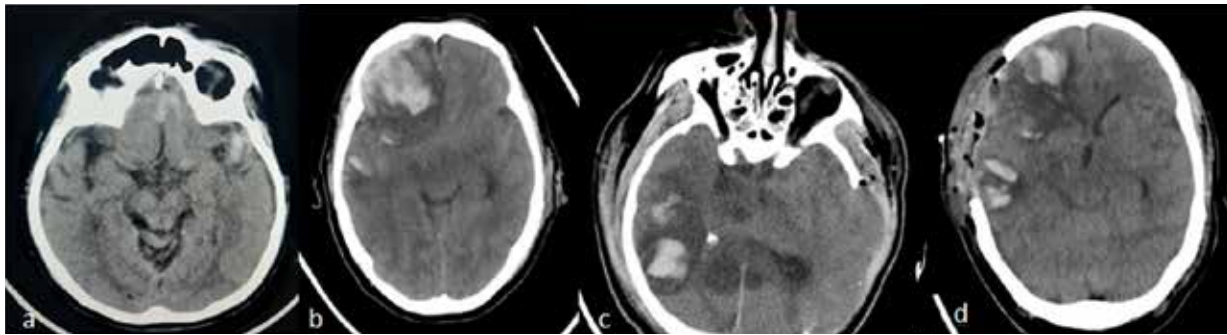


Figura 1. Clasificación de Marshall para nuestro estudio. a) Marshall II, hiperdensidad temporal izquierda, sin desviación de línea media > 5mm. b) Marshall III, hiperdensidad fronto temporal derecha con desplazamiento de línea media > 5mm, cisternas basales libres. c) Marshall IV, hiperdensidad temporal derecha con borramiento de cisternas basales. d) Craniectomía descompresiva derecha, muestra estructuras internas cerebrales adecuándose a la normalidad.

Sin embargo, diversos estudios han demostrado una fuerte relación entre la ECG y el pronóstico [12,13]. Debido a la pequeña muestra de este estudio preliminar y a la falta de información sobre algunos factores que influyen en el pronóstico, como por ejemplo el diámetro de la craniectomía descompresiva, no es posible afirmar categóricamente este resultado. Al respecto Hawryluk et al. mencionan que una CD extensa (no menor de 15x 12 cm ni de 15 cm de diámetro), es recomendada para una reducción de mortalidad, así como para obtener un mejor resultado neurológico en pacientes sometidos CD por TEC [17].

En nuestro estudio mientras el 33,3 % de pacientes sin anomalía pupilar al ingreso tuvieron un resultado bueno, solo el 16,7 % de aquellos que presentaron anomalía pupilar lo presentaron. Se ha evidenciado que a edad más temprana los porcentajes de mortalidad y de discapacidad posterior a una CD por TEC disminuyen; de hecho la edad es utilizada en muchos centros como criterio de exclusión para CD con tasas de mortalidad bajas cuando incluyen a pacientes menores de 30, 40 o 50 años [2,14]. En el presente estudio, mientras que el 81,3 % de pacientes >40 años tuvieron un resultado malo, solo el 62,5 % de los <40 años obtuvieron un resultado desfavorable.

Las complicaciones postoperatorias en una CD son frecuentes; Kurland et al. en su estudio halló complicaciones hemorrágicas (12 %), complicaciones infecciosas (9 %) así como anomalías en el LCR (18 %). Dentro de las complicaciones hemorrágicas la frecuencia de un nuevo hematoma ipsilateral fue alta en pacientes sometidos a CD por TEC [6,7,9,15]. Un estudio reportó dentro de las complicaciones neurológicas más frecuentes a la herniación cerebral externa (33 %), las infecciones del SNC (25 %), infarto arterial (16 %), expansión de la contusión (14 %) y colecciones subdurales (11 %) y fue la neumonía asociada a ventilador la complicación no neurológica más frecuente (67 %) [16]. En nuestro estudio la anemia fue la complicación postquirúrgica más frecuente con un 20,8 %, considerando que la CD es un procedimiento que implica pérdida sanguínea, y además la anemia postoperatoria no solo dependerá del

manejo quirúrgico sino también anestesiológico con la reposición sanguínea. La complicación neurológica más frecuente fue la meningitis postquirúrgica (16,7 %); cabe mencionar que a ninguno de estos pacientes se les realizó duroplastia.

Las limitaciones que presenta este artículo son principalmente el tamaño de la población; con una cohorte pequeña no se puede desarrollar un análisis pronóstico. En nuestro nosocomio, que refleja la realidad de la mayoría de hospitales, no contamos con la tecnología para poder manejar de manera objetiva la elevación de la PIC, es por ello que el análisis clínico- radiológico del TEC constituyó el pilar fundamental para la toma de decisiones de tratamiento en nuestro estudio. Otra limitante fue el sesgo de pérdida de información que podría haber ocurrido debido a pérdida de información en las historias clínicas brindadas por el equipo de estadística del nosocomio. Sin embargo, esta aproximación nos brinda datos relevantes sobre el manejo neurointensivo del TEC.

En conclusión, los resultados sugieren que las características asociadas a la CD por TEC influirían en los resultados del manejo de esta patología. Sin embargo, son resultados exploratorios y preliminares, por lo que estudios posteriores con mayor tamaño de muestra deberán realizarse para generar información que sirva para optimizar el tratamiento y mejorar el grado de discapacidad funcional en esta población.

Contribución de autoría: JLLP; APCV; WAG; RL: Generación de la idea de investigación, recolección de datos, análisis de los datos, argumentación y la redacción del artículo. RL: Transferencia tecnológica de técnica quirúrgica a médico asistente y residentes de servicio, revisión crítica del artículo.

Fuente de financiamiento: Los autores declaran no haber recibido ninguna financiación para la realización de este trabajo.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses con la publicación de este artículo.

ORCID:

José Luis León-Palacios ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4990-672X>

Abel Paul Carranza-Vásquez ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8985-5827>

Wesley Alaba-García ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2463-2128>

Rolando Lovatón ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7631-2209>

REFERENCIAS

- Grindlinger GA, Skavdahl DH, Ecker RD, Sanborn MR. Decompressive craniectomy for severe traumatic brain injury: clinical study, literature review and meta-analysis. *SpringerPlus*. diciembre de 2016;5(1):1605.
- Gouello G, Hamel O, Asehnoune K, Bord E, Robert R, Buffenoir K. Study of the Long-Term Results of Decompressive Craniectomy after Severe Traumatic Brain Injury Based on a Series of 60 Consecutive Cases. *The Scientific World Journal*. 2014;2014:1-10.
- Rojas Medina Y. Análisis epidemiológico de las lesiones causadas por accidentes de tránsito en el Perú 2013. Lima: Ministerio de Salud, Dirección General de Epidemiología, 2013.
- Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GWJ, Bell MJ, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury. *Neurosurgery*. 2017 Jan 1;80(1):6-15.
- Hutchinson PJ, Koliás AG, Timofeev IS, Corteen EA, Czosnyka M, Timothy J, et al. Trial of Decompressive Craniectomy for Traumatic Intracranial Hypertension. *N Engl J Med*. 22 de septiembre de 2016;375(12):1119-30.
- Kurland DB, Khaladj-Ghom A, Stokum JA, Carusillo B, Karimy JK, Gerzanich V, et al. Complications Associated with Decompressive Craniectomy: A Systematic Review. *Neurocrit Care*. octubre de 2015;23(2):292-304.
- 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*. 21 de abril de 2011;364(16):1493-502.
- Aarabi B, Hesdorffer DC, Ahn ES, Aresco C, Scalea TM, Eisenberg HM. Outcome following decompressive craniectomy for malignant swelling due to severe head injury. *J Neurosurg*. abril de 2006;104(4):469-79.
- Qiu W, Guo C, Shen H, Chen K, Wen L, Huang H, et al. Effects of unilateral decompressive craniectomy on patients with unilateral acute post-traumatic brain swelling after severe traumatic brain injury. *Crit Care*. 2009;13(6):R185.
- Chibbaro S, Di Rocco F, Mirone G, Fricia M, Makiese O, Di Emidio P, et al. Decompressive craniectomy and early cranioplasty for the management of severe head injury: a prospective multicenter study on 147 patients. *World Neurosurg*. abril de 2011;75(3-4):558-62.
- Faleiro RM, Faleiro LCM, Caetano E, Gomide I, Pita C, Coelho G, et al. Decompressive craniotomy: prognostic factors and complications in 89 patients. *Arq Neuro-Psiquiatr*. junio de 2008;66(2b):369-73.
- Yang XF, Wen L, Shen F, Li G, Lou R, Liu WG, et al. Surgical complications secondary to decompressive craniectomy in patients with a head injury: a series of 108 consecutive cases. *Acta Neurochir (Wien)*. diciembre de 2008;150(12):1241-7; discussion 1248.
- Chibbaro S, Tacconi L. Role of decompressive craniectomy in the management of severe head injury with refractory cerebral edema and intractable intracranial pressure. Our experience with 48 cases. *Surgical Neurology*. 1 de diciembre de 2007;68(6):632-8.
- Williams RF, Magnotti LJ, Croce MA, Hargraves BB, Fischer PE, Schroepfel TJ, et al. Impact of Decompressive Craniectomy on Functional Outcome After Severe Traumatic Brain Injury. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care*. junio de 2009;66(6):1570-6.
- Malmivaara K, Kivisaari R, Hernesniemi J, Siironen J. Cost-effectiveness of decompressive craniectomy in traumatic brain injuries. *Eur J Neurol*. abril de 2011;18(4):656-62.
- Grille P, Tommasino N. Decompressive craniectomy in severe traumatic brain injury: prognostic factors and complications. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2015 Apr-Jun;27(2):113-8.
- Hawryluk GWJ, Rubiano AM, 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 Sep 1;87(3):427-434.