

Craneoplastia con hueso autólogo criopreservado en pacientes craniectomizados por trauma craneal, una opción vigente y segura: experiencia de 97 casos

Cranioplasty with cryopreserved autologous bone in craniectomized patients due to brain trauma, a current and safe option: Experience of 97 cases

César A. Almendárez-Sánchez*, Saúl Solorio-Pineda, Miguel A. Ramírez-Sosa, Gabriel A. Ramos-Martínez, Jorge Ortega-Espino y Abrahan A. Tafur-Grandett

Departamento de Neurocirugía, Centro Médico Lic. Adolfo López Mateos, Instituto de Salud del Estado de México, Toluca, Estado de México, México

Resumen

Antecedentes: La craneoplastia es el método utilizado en neurocirugía para reparar los defectos óseos craneanos. En nuestro medio, el material utilizado mayormente es el hueso autólogo criopreservado (HACp). **Objetivo:** Realizamos un estudio retrospectivo observacional para analizar las complicaciones en pacientes sometidos a craniectomía descompresiva por trauma craneoencefálico y realización de craneoplastia con HACp. **Método:** Se incluyeron pacientes que fueron sometidos a craneoplastias con HACp consecutivas realizadas en un periodo de 4 años (2016-2019) con seguimiento posterior, recabando múltiples variables en relación con la aparición de complicaciones. **Resultados:** Se realizaron 113 craneoplastias, de las cuales el 85.8% (n = 97) fueron realizadas con HACp, principalmente con defecto óseo frontotemporoparietal (94.84%), realizadas de forma tardía (> 3 meses) en el 91.76%. El índice de complicaciones fue del 16.49%, siendo las más significativas la infección del sitio quirúrgico (n = 8, 8.24%), la presencia de hematoma endocraneano (n = 3, 3.09%) y la reabsorción del hueso autólogo (n = 2, 2.06%), ameritando manejo quirúrgico en nueve ocasiones (9.27%). **Conclusiones:** El HACp es una opción válida y segura, la cual cumple con las características para considerarlo el material ideal, con un aceptable índice de complicaciones, biocompatible, con potencial osteogénico, adecuada protección encefálica y disminución de los costos de la cirugía.

Palabras clave: Craneoplastia. Hueso autólogo. Craniectomía descompresiva. Complicaciones.

Abstract

Background: Cranioplasty is the used method in neurosurgery for repairing cranial bone defects. In our environment, the most widely used material is cryopreserved autologous bone (ABCp). **Objective:** A retrospective observational study was proposed in order to analyze complications in patients who underwent decompressive craniectomy for brain trauma, with subsequent cranioplasty with ABCp. **Method:** Patients who underwent cranioplasties with consecutive ABCp performed at our institution over a four-year period (2016-2019) with subsequent follow-up were included, collecting multiple variables in relation to the appearance of complications. **Results:** 113 cranioplasties were performed, of which 85.8% (n = 97) were performed with ABCp. Mainly with frontotemporoparietal bone defect (94.84%) performed late (> 3 months) in 91.76%. The complication rate was 16.49%, the most

Correspondencia:

*César A. Almendárez-Sánchez

Avda. Nicolás San Juan s/n

Ex Hacienda La Magdalena

C.P. 50010, Toluca, Edo. Méx., México

E-mail: cesar2hx@hotmail.com

Fecha de recepción: 14-04-2021

Fecha de aceptación: 01-08-2021

DOI: 10.24875/CIRU.21000330

Cir Cir. 2022;90(4):529-533

Contents available at PubMed

www.cirugiaycirujanos.com

0009-7411/© 2021 Academia Mexicana de Cirugía. Publicado por Permayer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

significant being the infection of the surgical site ($n = 8$, 8.24%), the presence of intracranial hematoma ($n = 3$, 3.09%) and the reabsorption of the autologous bone ($n = 2$, 2.06%), meriting surgical management in nine of them (9.27%). **Conclusions:** ABCp is a valid and safe option, which meets the basic characteristics to consider it the ideal material, with an acceptable rate of complications, biocompatible, with osteogenic potential, adequate protection of the brain and decrease in surgery costs.

Keywords: Cranioplasty. Autologous bone. Decompressive craniectomy. Complications.

Introducción

El trauma craneoencefálico, los tumores cerebrales, los procesos vasculares hemorrágicos e isquémicos, así como las infecciones, son causas frecuentes de trastornos intracraneales que pueden elevar la presión intracraneal y requerir en algunos casos una craniectomía descompresiva¹. Sin embargo, ello deja desprotegido al tejido cerebral, y además conlleva un defecto estético importante, con múltiples repercusiones psicológicas en el paciente².

La craneoplastia es el método utilizado en neurocirugía para reparar los defectos óseos³, siendo el hueso autólogo criopreservado (HACp) el material utilizado mas ampliamente en nuestro medio, dado que cumple mejor con las características básicas para considerarlo el material ideal (Tabla 1)⁴. En ocasiones, el hueso autólogo puede no estar disponible por fractura, contaminación e incluso por falta de disponibilidad de un banco de tejidos; por ello, han surgido diferentes materiales como la placa de polimetilmetacrilato, la malla de titanio y la hidroxiapatita, entre otros⁵.

Realizamos un estudio observacional y retrospectivo con el fin de analizar las complicaciones surgidas en pacientes sometidos a craniectomía descompresiva por trauma craneal y posterior realización de craneoplastia con HACp.

Método

En este estudio examinamos de manera retrospectiva todas las craneoplastias con HACp llevadas a cabo en nuestra institución de manera consecutiva en un periodo de 4 años (2016-2019), en las cuales la craniectomía descompresiva se llevó a cabo por trauma. Toda la información fue colectada del sistema electrónico del hospital y anonimizado por completo previo al análisis estadístico. Incluimos aquellos casos con expediente completo, siendo un total de 97 procedimientos.

En nuestra institución, el HACp se obtiene al momento de la craniectomía, siendo despojado de todo tejido adherido y colocado en bolsas estériles. Se realiza toma de cultivo, y si se reporta con presencia

bacteriana se desecha; si no presenta crecimiento en el cultivo, se realiza radioesterilización. Se mantiene a una temperatura de -76°C y se descongela a temperatura ambiente la noche previa a su recolocación.

El procedimiento quirúrgico estándar realizado en nuestra institución consiste en la reapertura de la incisión previa por la craniectomía descompresiva con separación de los tejidos epicraneales de la duramadre y del contorno óseo, y la posterior recolocación del HACp fijado mediante miniplacas.

Los datos de las variables analizadas se obtuvieron retrospectivamente de los expedientes electrónicos: edad, sexo, localización del defecto óseo, tiempo entre craniectomía y craneoplastia, complicaciones, tiempo entre craneoplastia y complicación, requerimiento de cirugía y resultados de los cultivos en caso de complicación infecciosa. El momento en que se realizó la intervención se clasificó como craneoplastia temprana (entre 1 y 3 meses) o tardía (más de 3 meses), tal como ha hecho en publicaciones previas⁴.

Se realizó estadística descriptiva con el uso de IBM SPSS versión 26. Las variables fueron colectadas en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (Office 2016, Microsoft), expresando mediante medidas de tendencia central y dispersión las variables cuantitativas, y mediante frecuencias y proporciones las variables cualitativas.

Resultados

Características de los pacientes incluidos

Se incluyeron 97 pacientes (Tabla 2), de los cuales el 73.19% ($n = 71$) eran hombres y el 26.81% ($n = 26$) eran mujeres, con una edad promedio de 34.33 ± 14.03 años y 39 ± 14.59 años, respectivamente, correspondiendo a un promedio global de 35.54 ± 14.15 años.

La gran mayoría de los procedimientos fueron frontotemporoparietales unilaterales, en 94 casos (94.84%), seguidos de bilaterales en 3 casos (3.09%) y bifrontales solo en 2 (2.06%). Entre 1 y 3 meses (craneoplastia temprana) fueron reconstruidos 8 cráneos (8.24%) y más de 3 meses después (craneoplastia tardía) fueron intervenidos 89 casos (91.76%).

Tabla 1. Características de un material ideal para craneoplastia

Característica	Ventajas
Disponibilidad	– Ampliamente disponible y económico
Biocompatibilidad	– Ausencia de respuesta inflamatoria – Ausencia de toxicidad sistémica – Mínimo potencial infeccioso
Reproducción de contornos óseos	– Moldeable – Fácil de contornear – Sin reabsorción – Disponible en los tamaños necesarios
Protección al encéfalo	– Resistente a fracturas y deformaciones – Fijación rígida a la calota – Sin conducción térmica
Potencial osteogénico	– Capaz de estimular la osteogénesis – Capacidad de vascularizarse
Compatible con estudios por imágenes	– Radiotransparente

Índice de complicaciones

Hubo un índice de complicaciones del 16.49%. Como se observa en la tabla 3 y figura 1, de todas las complicaciones, la infección de la herida o sitio quirúrgico fue la más predominante ($n = 8$, 8.24%), para la cual el 62.5% de los casos presentaron cultivo positivo, siendo mas prevalentes los cocos grampositivos ($n = 4$) y un caso con bacilos gram-negativos. Tras la infección se presentaron, en orden de frecuencia, hematoma endocraneano en 3 casos (3.09%) y reabsorción del HACp en 2 casos (2.06%) (Fig. 2); por último, con solo 1 caso (1.03%), ocurrieron exposición del material (Fig. 3), dehiscencia de la herida y colección subcutánea no infectada. En cuanto al requerimiento de cirugía como manejo de las complicaciones (Tabla 3), en total fueron 9 (9.27%), con necesidad de aseo quirúrgico 5 (5.15%), 2 (2.06%) requirieron evacuación quirúrgica del hematoma y otros 2 (2.06%) el retiro del HACp. El intervalo de tiempo promedio entre la cirugía y la aparición de la complicación fue de 142.69 ± 117 días.

Discusión

Numerosas patologías neuroquirúrgicas conllevan la necesidad de realizar una craniectomía descompresiva, que trae como consecuencia alteraciones neurológicas, psicológicas, mecánicas y estéticas. La craneoplastia es el método ideal hasta la fecha

Tabla 2. Características de los pacientes incluidos en el estudio ($n = 97$)

Características	
Sexo	n (%)
Femenino	26 (26.8)
Masculino	71 (73.19)
Edad (años)	Promedio \pm DE
Femenino	39 ± 14.59
Masculino	34.33 ± 14.03
Total	35.54 ± 14.15
Ubicación del defecto óseo	n (%)
Frontotemporoparietal (unilateral)	92 (94.84)
Bilateral	3 (3.09)
Bifrontal	2 (2.06)
Temporalidad de la craneoplastia	n (%)
Temprana (1-3 meses)	8 (8.24)
Tardía (> 3 meses)	89 (91.76)

DE: desviación estándar.

Tabla 3. Complicaciones reportadas en el estudio, con su manejo otorgado

Complicación	Total n (%)	Manejo otorgado	Total n (%)
Infección de la herida	8 (8.24)	Aseo quirúrgico	5 (5.15)
		Antibiótico	3 (3.09)
Hematoma endocraneano	3 (3.09)	Evacuación del hematoma	2 (2.06)
		Conservador	1 (1.03)
Reabsorción del material	2 (2.06)	Retiro del material	1 (1.03)
		Conservador	1 (1.03)
Exposición del material	1 (1.03)	Manejo quirúrgico (retiro)	
Dehiscencia de la herida	1 (1.03)	Manejo médico y sutura de la herida	
Colección subcutánea	1 (1.03)	Manejo médico (expectante)	

para reparar la pérdida de tejido óseo con diversos materiales, como injerto óseo autólogo y heterólogo, placa de polimetilmetacrilato o malla de titanio, entre otras¹.

Aunque la craneoplastia es un procedimiento técnicamente sencillo, pueden aparecer complicaciones a

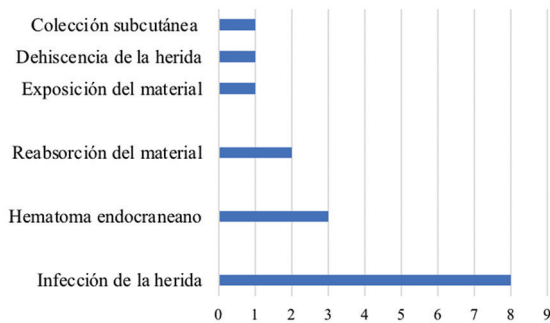


Figura 1. Complicaciones reportadas en el estudio.

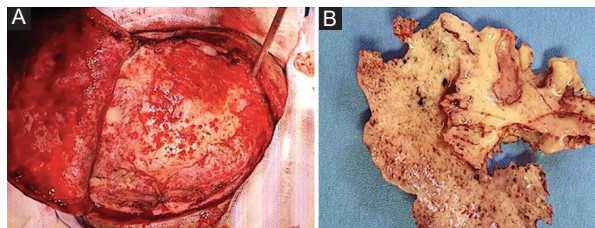


Figura 2. A: imagen transquirúrgica de un paciente de 32 años con reabsorción de hueso autólogo criopreservado, donde se observan las zonas de duramadre expuesta alrededor del injerto óseo. B: se lleva a cabo el retiro del hueso autólogo, observando zonas de erosión ósea compatibles con reabsorción en la tabla interna de forma irregular. No hay datos de proceso infeccioso, con reporte histopatológico de granulomatosis crónica sin crecimiento bacteriano en cultivos.

corto y largo plazo. Es muy variable el índice de complicaciones reportado en general en la literatura, siendo del 5% en algunas series y hasta tan alto como del 60% en otras^{6,7}. Hay complicaciones características según el material utilizado: reabsorción ósea para el hueso autólogo y heterólogo, erosión y exposición para la malla de titanio, infección para todos los materiales, etc. Nuestra tasa de complicaciones para el HACp (16.49%, n = 16) contrasta con lo reportado en otros estudios; en una serie de 286 pacientes⁷ se informaron complicaciones en el 33.3%, y también en cerca de un tercio de 136 pacientes tratados con colgajos óseos autólogos⁸.

La reabsorción ósea es una complicación bien conocida para el injerto de hueso autólogo, la cual ha sido reportada con frecuencia en algunas series. Por ejemplo, Martin et al.⁹ encontraron una tasa de reabsorción del 81.8% en una serie de 27 niños pequeños y el 54.4% de los pacientes requirieron una revisión quirúrgica, y Vince et al.⁷, en una serie de 286 pacientes adultos, solo tuvieron 8 pacientes (3.6%) que requirieron una intervención quirúrgica.



Figura 3. Varón de 29 años que presentó exposición del hueso autólogo, por lo cual fue sometido a retiro del material, con colocación semanas después de una placa de polimetilmetacrilato.

Varios estudios han informado de correlaciones entre edad del paciente, fracturas múltiples, localización del colgajo óseo, derivación ventriculoperitoneal y tamaño del defecto del cráneo con el desarrollo de reabsorción del colgajo óseo¹⁰. Tener múltiples fracturas se ha considerado previamente como un alto riesgo de reabsorción. Se cree que en los colgajos óseos con múltiples fragmentos son el mecanismo patológico subyacente¹¹. La aplicación de implantes de cráneo sintéticos es un método válido para evitar el riesgo de reabsorción; sin embargo, el riesgo aumentado de infección⁷ y rechazo, los costos más altos y la imperfección del implante no justifican el uso de materiales aloplásticos¹².

Existe evidencia de que el HACp puede mantenerse hasta 19 meses a temperaturas menores de -20 °C y aun así conservar su capacidad de revascularización¹³, dado que los osteoblastos permanecen viables en los tejidos óseos criopreservados permitiendo una adecuada integración del HACp al borde óseo.

El tiempo transcurrido entre la realización de la cirugía descompresiva y la craneoplastia con respecto a la aparición de complicaciones es un tema controversial. Hay trabajos que no demuestran una

diferencia significativa entre la realización de una craneotomía temprana o tardía¹⁴, mientras que en otros se encontró una menor incidencia de complicaciones con la craneoplastia tardía¹⁵.

Los resultados cosméticos tras la realización de craneoplastias se han reportado con menor frecuencia. Un estudio realizado para identificar factores asociados con el grado de satisfacción estética tras las craneoplastias con hueso autólogo en pacientes que presentaron traumatismo craneoencefálico reportó que el 86.2% estuvieron satisfechos con el procedimiento; el resto no estuvieron convencidos de los resultados principalmente en relación con la presencia de hundimientos en el sitio quirúrgico, encontrando además una correlación negativa entre la satisfacción y la presencia de infección posoperatoria¹⁶.

Conclusiones

Aun cuando existen múltiples materiales para reconstruir defectos craneanos en el mercado, siguen representando un desafío estético y funcional. El HACp es una opción válida y segura, la cual cumple con las características básicas para considerarlo el material ideal, con un aceptable índice de complicaciones, biocompatible, con potencial osteogénico y adecuada protección al encéfalo. Además, con él se logra disminuir los costos de la cirugía, cuestión de importancia si nos encontramos en un centro hospitalario con recursos limitados.

Agradecimientos

Los autores mencionan especialmente al Dr. Gabriel Arturo Ramos Martínez, autor de este artículo, quien lamentablemente perdió la vida durante la pandemia a finales de 2020. Los autores afirman que era un entrañable amigo, brillante neurocirujano en formación y padre excepcional. Además, se declaran afortunados de coincidir con él en esta vida y por siempre honrarán su memoria.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido ningún patrocinio para realizar este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Bibliografía

- Zanotti B, Zingaretti N, Verlicchi A, Robiony M, Alfieri A, Parodi PC. Cranioplasty. *J Craniofac Surg*. 2016;27:2061-72.
- Lethaus B, Safi Y, ter Laak-Poort M, Kloss-Brandstätter A, Banki F, Robbenmenke C, et al. Cranioplasty with customized titanium and PEEK implants in a mechanical stress model. *J Neurotrauma*. 2012;29:1077-83.
- Leão RS, Maior JRS, Lemos CAA, Vasconcelos BCDE, Montes MAJR, Pellizzer EP, et al. Complications with PMMA compared with other materials used in cranioplasty: a systematic review and meta-analysis. *Braz Oral Res*. 2018;32:e31.
- Toledo JA, Re MS, Canullo ML, Morel A, Garrote M, Nallino JC. Complicaciones en craneoplastias: hueso autólogo criopreservado vs. polimetilmetacrilato. Análisis retrospectivo de 63 pacientes. *Rev Argent Neurocir*. 2015;29:80-3.
- Lindner D, Schlohofer-Schumann K, Kern BC, Marx O, Muns A, Meixensberger J. Cranioplasty using custom-made hydroxyapatite versus titanium: a randomized clinical trial. *J Neurosurg*. 2017;126:175-83.
- Yeap MC, Tu PH, Liu ZH, Hsieh PC, Liu YT, Lee CY, et al. Long-term complications of cranioplasty using stored autologous bone graft, three-dimensional polymethyl methacrylate, or titanium mesh after decompressive craniectomy: a single-center experience after 596 procedures. *World Neurosurg*. 2019;128:e841-50.
- Vince GH, Kraschl J, Rauter H, Stein M, Grossauer S, Uhl E. Comparison between autologous bone grafts and acrylic (PMMA) implants — a retrospective analysis of 286 cranioplasty procedures. *J Clin Neurosci*. 2019;61:205-9.
- Wachter D, Reineke K, Behm T. Cranioplasty after decompressive hemispherectomy: underestimated surgery-associated complications? *Clin Neurol Neurosurg*. 2013;115:1297.
- Martin KD, Franz B, Kirsch M, Polanski W, von der Hagen M, Schackert G, et al. Autologous bone flap cranioplasty following decompressive craniectomy is combined with a high complication rate in pediatric traumatic brain injury patients. *Acta Neurochir*. 2014;156:813-24.
- Mohamad SA, Mohd Haspani MS, Idris B. There are no differences between factors determining graft infection in autologous bone flap replacement and acrylic cranioplasty: a prospective observational study at Hospital Kuala Lumpur. *Malays J Med Sci*. 2016;23:83-90.
- Ganau M, Cebula H, Fricia M, Zaed I, Todeschi J, Scibilia A, et al. Surgical preference regarding different materials for custom-made allograft cranioplasty in patients with calvarial defects: results from an internal audit covering the last 20 years. *J Clin Neurosci*. 2020;74:98-103.
- Sable H, Patel MP, Shah KB. A prospective comparative study of different methods of cranioplasty: our institutional experience. *Indian J Neurosurg*. 2020;1-7.
- Prolo DJ, Burres KP, McLaughlin WT, Christensen AH. Autogenous skull cranioplasty: fresh and preserved (frozen), with consideration of the cellular response. *Neurosurgery*. 1979;4:18-29.
- Gooch MR, Gin GE, Kenning TJ, German JW. Complications of cranioplasty following decompressive craniectomy: analysis of 62 cases. *Neurosurg Focus*. 2009;26:E9.
- Schuss P, Vatter H, Marquardt G, Imohl U, Ulrich CT, Seifert V, et al. Cranioplasty after decompressive craniectomy: the effect of timing on postoperative complications. *J Neurotrauma*. 2012;29:1090-5.
- Almendárez Sánchez CA, Reyna-Martínez E, Vara-Castillo A, Ruiz-Flores M, Álvarez-Vázquez L, Solorio-Pineda S, et al. Cosmetic results of autologous bone cranioplasty after decompressive craniectomy for traumatic brain injury based on a patient questionnaire. *Interdisciplinary Neurosurgery*. 2021;26:101311.