

Estudio de craneoplastía in situ empleando cemento de polimetilmetacrilato

Florencia Rodríguez Basili¹, José Bulacio¹, Martín Merenzon¹, Fernando Latorre¹, Pablo Seoane^{1,2}, Eduardo Seoane^{1,2}

1. Servicio de Neurocirugía, Hospital General de Agudos "J. M. Ramos Mejía". Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

2. Servicio de Neurocirugía, Hospital de Alta Complejidad en Red "El Cruce". Buenos Aires. Argentina

RESUMEN

Introducción. La reparación de defectos óseos continúa siendo un desafío en la práctica neuroquirúrgica, particularmente cuando no puede realizarse la reposición de hueso autólogo. Uno de los materiales aloplásticos más frecuentemente utilizados es el polimetilmetacrilato (PMMA), que permite un moldeado in situ del defecto óseo.

Objetivos. Describir la craneoplastía con PMMA con modelado "in situ" y reportar las complicaciones y evolución de una serie de casos.

Materiales y métodos. Se realizó un estudio retrospectivo de una serie de pacientes operados con defecto óseo craneal entre 2017–2022 empleando una prótesis de cemento tipo PMMA con moldeado in situ. Se incluyeron pacientes con un seguimiento mayor a 12 meses. Se analizaron variables demográficas, características clínicas y complicaciones postoperatorias. Se utilizó la escala analógica cosmética (VAS) para evaluar el grado de satisfacción del paciente y la escala visual analógica de dolor para evaluar el dolor postoperatorio (VASD).

Resultados. Se incluyeron 20 pacientes, cuya edad promedio fue de $37,4 \pm 16,7$ años, siendo el 55% ($n = 11$) de sexo femenino. Los diagnósticos al ingreso fueron: tumores del ángulo pontocerebeloso (50%), defectos óseos craneales postraumáticos (20%), tumores supratentoriales (10%), tumores de fosa posterior (10%), un tumor de órbita (5%) y un paciente con neuralgia del trigémino (5%). La escala analógica cosmética (VAS) arrojó un resultado satisfactorio con el procedimiento quirúrgico (promedio VAS $8,6 \pm 1,1$). Solo se evidenció una complicación de herida superficial, sin requerir nueva intervención quirúrgica. Los pacientes no refirieron dolor postoperatorio.

Conclusiones. El empleo de prótesis de PMMA con moldeado in situ representa una opción segura y con buenos resultados cosméticos, no asociándose a mayores tasas de complicaciones respecto a las descriptas para otros materiales.

In situ cranioplasty study using polymethylmethacrylate cement

Palabras clave. Aloinjerto. Craneoplastía. Evolución. Polimetilmetacrilato.

ABSTRACT

Background. Repairing bone defects remains a challenge in neurosurgical practice, especially when autologous bone replacement is not feasible. One of the most frequently used alloplastic materials is polymethylmethacrylate (PMMA), which allows for "in situ" modeling of the bone defect.

Objectives. To describe cranioplasty with PMMA with "in situ" modeling and report the complications of a series of cases.

Methods. A retrospective study was conducted on a series of patients operated on for cranial bone defects between 2017 and 2022, using a PMMA cement prosthesis with "in situ" modeling. Patients with a follow-up of more than 12 months were included. Demographic variables, clinical characteristics, and postoperative complications were analyzed. The Visual Analog Scale for Cosmetics Results (VAS) was used to assess patient satisfaction, and the Visual Analog Scale for Postoperative Pain (VASD) was used to evaluate postoperative pain.

Results. Twenty patients were included, with an average age of 37.4 ± 16.7 years, and 55% ($n=11$) were female. Admission diagnoses included posterior fossa tumors (60%), post-traumatic cranial bone defects (20%), supratentorial tumors (10%), an orbital tumor (5%), and trigeminal neuralgia (5%). PMMA prostheses were used in all cases for bone defect reconstruction. The Visual Analog Scale for Cosmetics Results (VAS) indicated satisfactory results with the surgical procedure (average 8.6 ± 1.1). Only one superficial wound complication was observed, without requiring further surgical intervention. Patients did not report postoperative pain.

Conclusion. The use of PMMA prostheses with "in situ" modeling in our series represents a safe option with good cosmetic results, not associated with higher complication rates compared to those described for other materials.

Keywords. Allograft. Cranioplasty. Outcome. Polymethylmethacrylate.

INTRODUCCIÓN

La reparación de defectos óseos en la calota craneana representa un desafío neuroquirúrgico.^{1,2} La técnica de craneoplastía mezcla el arte y la ciencia quirúrgica. Actualmente se describen múltiples opciones de materiales y

técnicas quirúrgicas.³

El material ideal para craneoplastía continúa representando un tema de debate,^{4,5} principalmente cuando no se dispone de hueso autólogo para corregir el defecto óseo. La búsqueda de un material no orgánico, estable, biocompatible, no conductor, radiolúcido y de bajo costo convirtió al polimetilmetacrilato (PMMA) en uno de los materiales predilectos en todo el mundo para las reconstrucciones craneales.^{3,6} Es necesario detallar mediante datos clínicos la seguridad, la eficacia y eficiencia de dicho material.

Florencia Rodríguez Basili.

florenciarodriguezbasili@gmail.com

Recibido: Febrero 2024. Aceptado: Abril 2024.

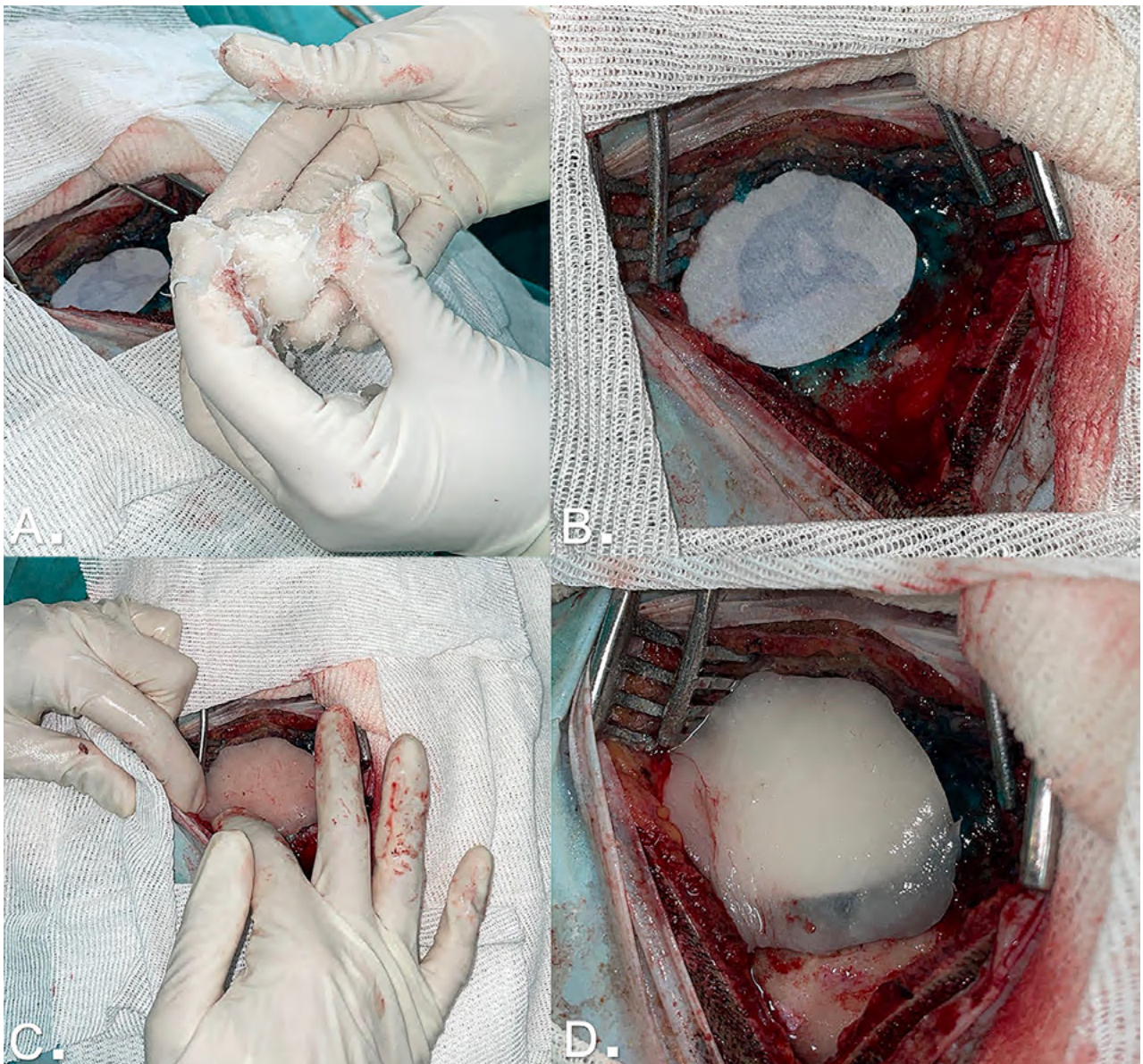


Figura 1. Técnica quirúrgica paso a paso. A. Moldeado inicial luego de unidos los componentes. B. Parche de látex colocado sobre el defecto óseo. C. Moldeado de la plaqueta de PMMA acorde al defecto óseo. D. Plaqueta de PMMA finalizada sobre el defecto óseo.

OBJETIVOS

Describir la técnica de craneoplastia con PMMA con moldeado "in situ" y reportar las complicaciones y evolución de una serie de casos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional retrospectivo de una serie de pacientes operados con un defecto óseo craneal entre 2017-2022, en los que se utilizó una prótesis de cemento tipo PMMA (Subitonà) con moldeado "in situ" para craneoplastia, realizados en el servicio de neurocirugía del Hospital General de Agudos "J. M. Ramos Mejía"

. En todos los casos seleccionados se utilizó una prótesis de cemento en lugar del hueso autólogo ya sea por invasión tumoral o por no poseer una pieza ósea suficiente para la reparación del defecto. A continuación, se describe el paso a paso de la técnica quirúrgica de moldeado (Figura 1):

- Se mezcla el componente sólido y líquido del cemento PMAA con movimientos envolventes hasta obtener una masa homogénea que permita el moldeado.
- Con los guantes quirúrgicos humedecidos con solución fisiológica se comienza el moldeado de la plaqueta de PMMA intraoperatoria tomando como referencia el defecto óseo, buscando un espesor similar al hueso del defecto óseo.
- Colocando un parche de látex, el cual viene incluido

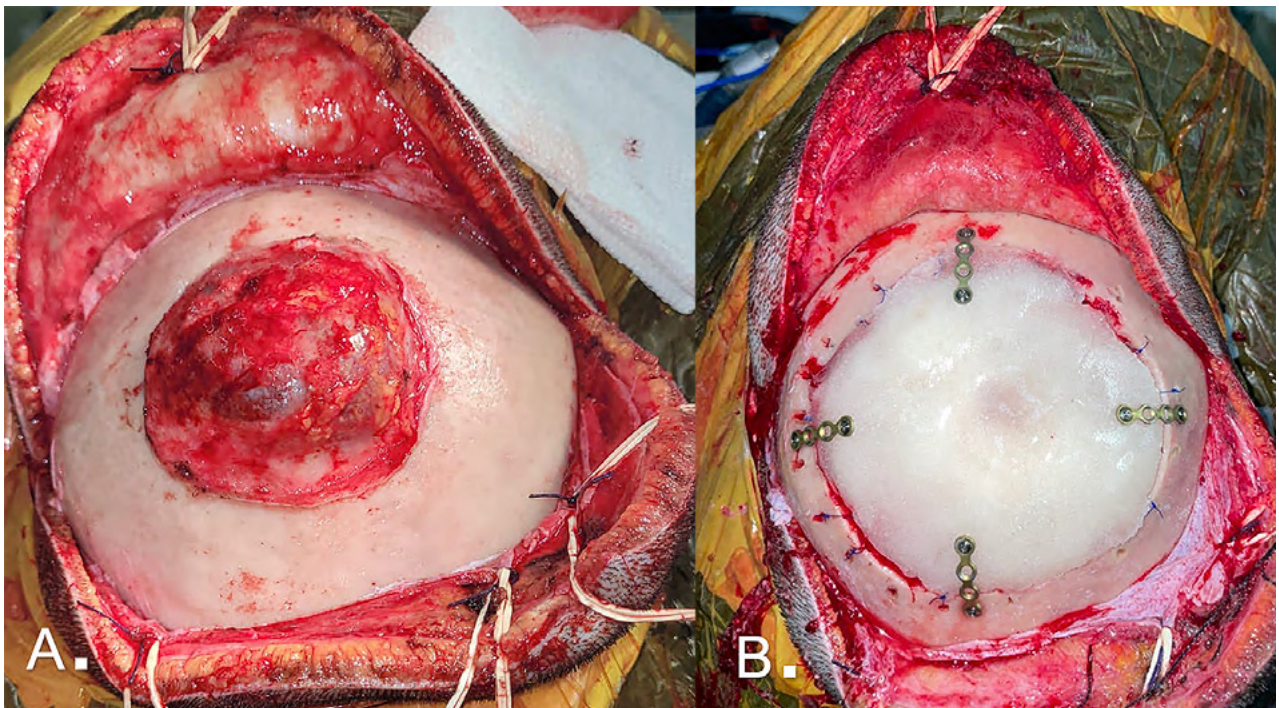


Figura 2: A: Imagen ilustrativa donde se evidencia invasión ósea tumoral, ante lo cual no es posible recolocar plaqueta ósea; B: Prótesis de PMMA con moldeado intraoperatorio recubriendo el defecto óseo.

junto con la prótesis de PMMA (Subitonâ), se protege el tejido cerebral.

- Cuando la plaqueta comienza a aumentar su temperatura durante el proceso de polimerización exotérmica se retira del campo quirúrgico.
- Una vez que la plaqueta formada se encuentre sólida y fría puede colocarse en el defecto óseo y adherirse al hueso de la calota craneal mediante un sistema de fijación de titanio.

Se estudiaron variables demográficas (como edad y género) y clínicas (como diagnóstico, localización del defecto óseo craneal y complicaciones). Todos los pacientes fueron monitoreados en la unidad de terapia intensiva al menos por 24 horas en el post operatorio inmediato, donde se realizó un seguimiento clínico y radiológico para descartar complicaciones clínicas en curso.

Se incluyeron pacientes con seguimiento durante al menos 1 año posterior a la intervención quirúrgica. Se excluyeron los pacientes con seguimiento discontinuado o interrumpido. Todos los casos contemplados fueron realizados con la misma técnica de moldeado "in situ" y por el mismo equipo neuroquirúrgico. A modo ilustrativo se evidencia la técnica empleada en la Figura 2. Además de las variables mencionadas, se evaluaron los beneficios directos e indirectos del procedimiento. A fin de cuantificar el resultado cosmético del defecto óseo craneal y satisfacción del paciente se empleó la escala analógica cosmética (VASC), la cual establece una escala ordinal de 1-10 acorde al grado

de satisfacción del paciente con el resultado. Utilizando la escala visual analógica de dolor (VASD) se evaluó el grado de dolor postoperatorio en el sitio quirúrgico. La misma es una escala ordinal de 1-10, donde 1 representa sin dolor y 10 un dolor severo.

Análisis estadístico

Las variables continuas son expresadas como medias y su dispersión como desvíos estándar (DS). Las variables categóricas son expresadas como porcentaje y proporciones. Los datos obtenidos fueron recopilados y analizados en forma descriptiva mediante el software de Excel (Microsoft Office®).

RESULTADOS

Se revisaron para este estudio 24 pacientes operados de craneoplastias en el período de 2017 a 2022 en el Hospital General de Agudos "J. M. Ramos Mejía", de los cuales fueron excluidos 4 por discontinuación del seguimiento, obteniéndose una muestra final de 20 pacientes (Tabla 1).

La edad media de los pacientes fue de $37,4 \pm 16,7$ años. La distribución en cuanto a sexo fue equitativa para ambos grupos, siendo el 55% ($n= 11$) de sexo femenino.

Los diagnósticos al ingreso fueron: 10 pacientes con tumores del ángulo pontocerebeloso (50%), 4 pacientes con defecto óseo craneal postraumático (20%), 2 pacientes con tumores supratentoriales (10%), 2 pacientes con

TABLE 2: TYPE OF SURGERIES AND EPILEPTIFORM REMOVAL

Paciente	Edad	Sexo	Seguimiento en días	Seguimiento en meses	Diagnóstico	Complicaciones	Escala VASC	Escala VAS
1	54	F	1712	56	Tumor fosa posterior	NO	10	1
2	49	F	1690	56	Tumor fosa posterior	NO	8	1
3	56	F	1537	50	Tumor fosa posterior	NO	9	1
4	20	F	1448	48	Defecto óseo trauma	NO	10	3
5	56	F	1466	48	Tumor fosa posterior	NO	7	1
6	48	M	1432	47	Tumor de orbita	NO	8	1
7	71	M	1243	41	Tumor fosa posterior	NO	8	1
8	29	M	1207	40	Tumor fosa posterior	NO	10	2
9	28	M	1091	36	Tumor fosa posterior	NO	9	1
10	64	F	998	33	Tumor fosa posterior	SI	10	1
11	30	M	938	32	Defecto óseo trauma	NO	10	2
12	30	F	971	32	Defecto óseo trauma	NO	8	1
13	35	M	889	30	Tumor fosa posterior	NO	7	1
14	19	F	494	16	Tumor fosa posterior	NO	9	1
15	44	M	387	13	Defecto óseo trauma	NO	8	1
16	38	F	643	21	Tumor supratentorial	NO	10	1
17	27	F	468	15	Tumor supratentorial	NO	10	2
18	62	F	1440	47	Tumor fosa posterior	NO	8	3
19	75	M	1822	60	Neuralgia del trigemino	NO	9	3
20	40	M	526	17	Tumor fosa posterior	NO	7	5

tumores de fosa posterior (10%), 1 paciente con tumor de órbita (5%), 1 paciente con neuralgia del trigémino (5%) (Figura 3).

El análisis de VASC arrojó un resultado estético satisfactorio con el procedimiento quirúrgico (promedio VASC 8,6±1,1). Mediante la escala visual analógica de dolor (VASD) se consultó a los pacientes sobre el dolor en el sitio quirúrgico posterior al procedimiento, obteniéndose un resultado de 1 para la mayoría de los casos evaluados (65%, n=13), es decir, sin dolor postoperatorio.

Sobre las complicaciones encontradas, solo se evidenció 1 complicación de herida quirúrgica sobre los 20 casos analizados, la cual se trataba de una colección fluctuante de partes blandas con aislamiento de Staphylococcus Epidermidis sensible en una muestra de punción por piel sana, completando por tal motivo tratamiento con ciprofloxacina con buena evolución, sin requerir una nueva intervención quirúrgica.

DISCUSIÓN

El material ideal para la reconstrucción de defectos óseos continúa siendo un tema de debate; en este estudio se reportó una muestra de pacientes en los que se utilizó PMMA para reparación de defecto óseo de la calota craneal con técnica de moldeado “in situ”. Luego de realizar un seguimiento de estos pacientes se obtuvieron resultados cosméticos aceptables, ausencia de dolor postoperatorio y la presencia de solo una complicación postoperatoria. El objetivo de la reconstrucción de defectos óseos mediante craneoplastia se basa en 3 conceptos principales: proteger el tejido cerebral, reducir o prevenir el daño neurológico (síndrome del trefinado), producir un resultado cosmético satisfactorio y disminuir el dolor asociado al sitio quirúrgico.⁷ La reposición del hueso autógeno es, sin dudas, la primera opción para la reparación del defecto óseo. Avances en las técnicas de craneoplastia y materiales

Recuento de Diagnóstico

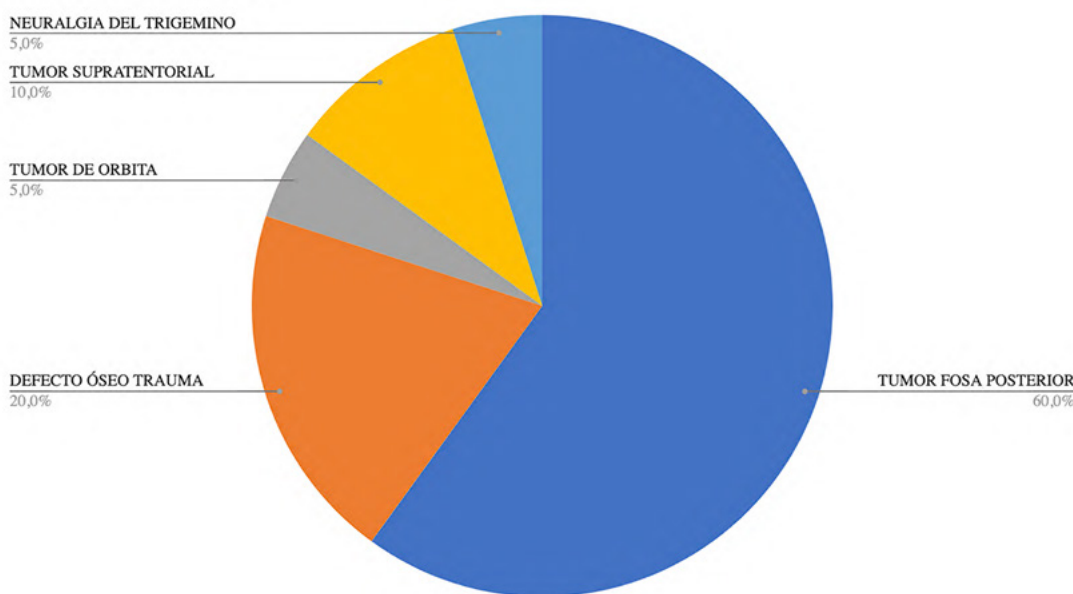


Figura 3: Diagnósticos de la muestra analizada.

aloplásticos han aumentado las opciones disponibles para la reconstrucción craneal cuando ésta no representa una opción viable. En dichas oportunidades, el uso de hueso autólogo de parrilla costal o escápula, mallas de titanio, prótesis de PMMA, polietileno (PEEK) y cemento óseo de hidroxapatita de calcio (HA) se consideran opciones para la craneoplastia intraoperatoria. Sus ventajas y desventajas se han estudiado ampliamente, sin embargo, aún no se cuenta con consenso sobre cuál representa el material ideal.^{8,6,2,7}

El hueso autólogo de parrilla costal o escápula posee gran biocompatibilidad, bajo costo y características similares al hueso craneal. Sin embargo, implica un aumento del tiempo quirúrgico, el material óseo puede reabsorberse y los resultados cosméticos suelen ser subóptimos.^{9,2,4,10} En búsqueda de suplir dichas limitaciones, a partir de 1940 se desarrollaron diversos materiales sintéticos para realizar craneoplastias. Entre ellos, el PMMA y PEEK se han convertido en los más utilizados y popularmente conocidos.^{11,12}

En 1970 se comienza a utilizar el cemento de HA. Estudios comparativos entre prótesis de PMMA y HA demostraron que, si bien HA es considerado un material osteoconductor que genera una buena integración ósea, se relaciona con una respuesta inflamatoria inmunomediada tardía que puede llevar al engrosamiento de la piel y exposición del material.^{1,7}

El PMMA es considerado un material aloplástico de bajo costo, con buena tolerancia, fácilmente maleable, bio-

compatible y capaz de alcanzar una protección cerebral similar al tejido óseo.^{7,13,14,15} Dentro de las desventajas, Pinks y col. describen un posible efecto neurotóxico por daño térmico y/o toxicidad química del PMMA durante la craneoplastia.¹⁶ Además, se reportan moldeados insatisfactorios con exceso de cemento en el primer uso de PMMA con moldeado "in situ" requiriendo una nueva intervención para remodelado de la misma. No se presentaron dichas complicaciones en nuestra muestra y el análisis de conformidad estética postoperatoria fue satisfactorio.

Recientemente se demostró que el uso de PMMA en abordajes retrosigmoideos se asocia a menor incidencia de fistula de LCR, en relación a la reposición de hueso autólogo con platillos de titanio.¹⁷ En nuestra muestra, en el 55% de los pacientes se realizó este abordaje y sólo en un caso se evidenció una colección líquida en la herida, sin requerimiento de nueva intervención. La paciente tenía obesidad y había estado en tratamiento prolongado con glucocorticoides lo que podría haber influenciado el desarrollo de complicaciones postquirúrgicas.¹⁷

Dentro de las complicaciones descritas para craneoplastias, las infecciones postoperatorias son las más frecuentes y se reportan entre 0 y 24%; seguida de hematomas, dehiscencia de herida, desplazamiento del material, reabsorción ósea, edema e hipersensibilidad.^{5,18,19,20} En nuestra serie se reporta un solo caso de infección postoperatoria, representando el 5% y en línea con lo descrito en la literatura.^{1,8,21,22} La mayoría de pacientes analizados no refirieron dolor postoperatorio en el sitio quirúrgico, o los

valores fueron bajos en la escala analógica.

La pequeña muestra analizada representa una de las principales limitaciones de este estudio. Además, estudios con casos y controles o prospectivos podrían brindar mayor nivel de evidencia sobre el uso de PMMA con moldeado intraoperatorio.

CONCLUSIONES

El empleo de prótesis de PMMA con moldeado "in situ" representa una opción segura y con buenos resultados cosméticos, no asociándose a mayores tasas de com-

plicaciones respecto a las descritas con otros materiales. Este tipo de cementos ha simplificado la cirugía de craneoplastia y ha demostrado que es un procedimiento que brinda una óptima relación riesgo/beneficio ya que se obtienen excelentes resultados relacionados con los efectos clínicos, con baja incidencia de complicaciones asociadas.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Los autores no recibieron ningún apoyo financiero para la investigación, la autoría y/o la publicación de este artículo.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

BIBLIOGRAFÍA

1. Moreira-Gonzalez A, Jackson IT, Miyawaki T, Barakat K, DiNick V. Clinical Outcome in Cranioplasty: Critical Review in Long-Term Follow-Up: Journal of Craniofacial Surgery. 2003;14(2):144-153. doi:10.1097/00001665-200303000-00003
2. Yeap MC, Tu PH, Liu ZH, 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 Neurosurgery. 2019;128:e841-e850. doi:10.1016/j.wneu.2019.05.005
3. Repairing Holes in the Head: A History of Cranioplasty. Neurosurgery. Published online March 1, 1997. doi:10.1097/0006123-199703000-00033
4. 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. Journal of Clinical Neuroscience. 2019;61:205-209. doi:10.1016/j.jocn.2018.10.017
5. Leão R de S, Maior JRS, Lemos CA de A, et al. Complications with PMMA compared with other materials used in cranioplasty: a systematic review and meta-analysis. Braz oral res. 2018;32(0). doi:10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0031
6. Ridwan-Pramana A, Idema S, te Slaa S, et al. Polymethyl Methacrylate in Patient-Specific Implants: Description of a New Three-Dimension Technique. Journal of Craniofacial Surgery. 2019;30(2):408-411. doi:10.1097/SCS.00000000000005148
7. Zanotti B, Zingaretti N, Verlicchi A, Robiony M, Alfieri A, Parodi PC. Cranioplasty: Review of Materials. Journal of Craniofacial Surgery. 2016;27(8):2061-2072. doi:10.1097/SCS.00000000000003025
8. Höhne J, Wermirzowsky K, Ott C, et al. Outcomes of Cranioplasty with Preformed Titanium versus Freehand Molded Polymethylmethacrylate Implants. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg. 2018;79(03):200-205. doi:10.1055/s-0037-1604362
9. El-Fiki M. In Situ Reconstruction of Parietal Bone Craniectomy After Convexity Meningioma Resection. World Neurosurgery. 2013;79(1):55-57. doi:10.1016/j.wneu.2011.07.036
10. Bobinski L, Koskinen LOD, Lindvall P. Complications following cranioplasty using autologous bone or polymethylmethacrylate—Retrospective experience from a single center. Clinical Neurology and Neurosurgery. 2013;115(9):1788-1791. doi:10.1016/j.clineuro.2013.04.013
11. Huang GJ, Zhong S, Susarla SM, Swanson EW, Huang J, Gordon CR. Craniofacial Reconstruction With Poly(Methyl Methacrylate) Customized Cranial Implants. Journal of Craniofacial Surgery. 2015;26(1):64-70. doi:10.1097/SCS.00000000000001315
12. Young CC, Hanak BW, Patel AP, Sekhar LN. Rapid Intraoperative In Situ Synthetic Cranioplasty. World Neurosurgery. 2018;112:161-165. doi:10.1016/j.wneu.2018.01.126
13. Eppley BL. Biomechanical Testing of Alloplastic PMMA Cranioplasty Materials: Journal of Craniofacial Surgery. 2005;16(1):140-143. doi:10.1097/00001665-200501000-00028
14. Cabraja M, Klein M, Lehmann TN. Long-term results following titanium cranioplasty of large skull defects. FOC. 2009;26(6):E10. doi:10.3171/2009.3.FOCUS091
15. Cheng CH, Chuang HY, Lin HL, Liu CL, Yao CH. Surgical results of cranioplasty using three-dimensional printing technology. Clinical Neurology and Neurosurgery. 2018;168:118-123. doi:10.1016/j.clineuro.2018.03.004
16. Pikis S, Goldstein J, Spektor S. Potential neurotoxic effects of polymethylmethacrylate during cranioplasty. Journal of Clinical Neuroscience. 2015;22(1):139-143. doi:10.1016/j.jocn.2014.06.006
17. Ou C, Chen Y, Mo J, et al. Cranioplasty Using Polymethylmethacrylate Cement Following Retrosigmoid Craniectomy Decreases the Rate of Cerebrospinal Fluid Leak and Pseudomeningocele: Journal of Craniofacial Surgery. 2019;30(2):566-570. doi:10.1097/SCS.00000000000005168
18. Gautschi OP, Schlett CL, Fournier JY, Cadosch D. Laboratory confirmed polymethyl-methacrylate (Palacos®)-hypersensitivity after cranioplasty. Clinical Neurology and Neurosurgery. 2010;112(10):915-916. doi:10.1016/j.clineuro.2010.07.013
19. Lee SC, Wu CT, Lee ST, Chen PJ. Cranioplasty using polymethyl methacrylate prostheses. Journal of Clinical Neuroscience. 2009;16(1):56-63. doi:10.1016/j.jocn.2008.04.001
20. Marbacher S, Anderegggen L, Erhardt S, et al. Intraoperative template-molded bone flap reconstruction for patient-specific cranioplasty. Neurosurg Rev. 2012;35(4):527-535. doi:10.1007/s10143-012-0376-3
21. Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZ' for medical statistics. Bone Marrow Transplant. 2013;48(3):452-458. doi:10.1038/bmt.2012.244
22. Shibahashi K, Hoda H, Takasu Y, Hanakawa K, Ide T, Hamabe Y. Cranioplasty Outcomes and Analysis of the Factors Influencing Surgical Site Infection: A Retrospective Review of More than 10 Years of Institutional Experience. World Neurosurgery. 2017;101:20-25. doi:10.1016/j.wneu.2017.01.106