

Impacto de la prótesis craneal polimérica con ventana acústica y la imagen de ultrasonido funcional en la atención del trauma craneoencefálico

Impact of Polymeric Cranial Prosthesis with an Acoustic Window and Functional Ultrasound Imaging on Traumatic Brain Injury Care

David A. Hernandez-Paez¹  

Señor editor:

Con el tiempo, se han desarrollado varios métodos de neuroimagen para abordar el diagnóstico, monitoreo, tratamiento e investigación del cerebro; sin embargo, existe una brecha en términos de sensibilidad, área de cobertura, invasividad y movilidad del participante durante la neuroimagen. La resonancia magnética funcional (fMRI, según sus siglas en inglés), por ejemplo, proporciona un análisis en alta resolución de toda la función cerebral, pero requiere que el sujeto permanezca inmóvil. Esta limitación restringe el estudio de la funcionalidad cerebral durante actividades cotidianas. Además, la fMRI no es un método barato ni portátil. Por otra parte, la electroencefalografía (EEG) en cuero cabelludo permite el movimiento del paciente durante la evaluación, pero no capta la actividad cerebral profunda. La EEG intracraneal aborda esta limitación, pero es invasiva y se reserva para casos especiales donde los beneficios superan los riesgos (1).

La necesidad de un método asequible que llene este vacío, permita el estudio de la actividad cerebral profunda, proporcione alta resolución y permita el libre movimiento del paciente, se cumplió en el año 2011, con la llegada de la imagen de ultrasonido funcional (fUSI, según sus siglas en inglés) (2); sin embargo, aunque la fUSI se ha realizado en recién nacidos a través de la fontanela anterior (3), el grosor del cráneo adulto introduce un ruido significativo, dificultando la evaluación por fUSI en adultos.

Información adicional añade que la fUSI se ha realizado en cuerpos cadavéricos por medio de implantes poliméricos (4), y un informe reciente de Rabut et al. (1) presentó un caso exitoso de una prótesis de cráneo polimérica en un paciente que había sufrido un traumatismo craneoencefálico (TCE).

En el estudio, se probó inicialmente una prótesis de cráneo polimérica, hecha de polimetacrilato de metilo (PMMA), como un implante in vivo en ratones, y se utilizaron diferentes niveles de grosor para evaluar la capacidad de fUSI para detectar señales cerebrales funcionales. A un grosor de 1 mm y 2 mm hubo una disminución del 35% y el 50% en la intensidad de fUSI, respectivamente, en comparación con fUSI realizada directamente sobre el cerebro; en contraste, la malla de titanio mostró una disminución del 66% de la intensidad de fUSI (1). Este estudio representó el primer caso de un implante craneal de PMMA diseñado a medida que incluye una ventana acústica de 2 mm de grosor, a través de la cual se pudo realizar fUSI en un paciente despierto durante actividades como

¹ Grupo Prometheus y Biomedicina Aplicada a las Ciencias Clínicas, Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia

Correspondencia/Correspondence

David A. Hernandez-Paez, carrera 50a #24-63, barrio Zaragocilla, campus Zaragocilla, Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia.

Correo-e: davidtdp312@gmail.com

Historia del artículo/Article info

Recibido/Received: 02 de junio, 2024

Evaluado/Revised: 27 de agosto, 2024

Aceptado/Accepted: 10 de septiembre, 2024

Publicado/Published online: 03 de octubre, 2024

Citación/Citation: Hernandez-Paez DA. Impacto de la prótesis craneal polimérica con ventana acústica y la imagen de ultrasonido funcional en la atención del trauma craneoencefálico. Acta Neurol Colomb. 2024;40(3):e1869. <https://doi.org/10.22379/anc.v40i3.1869>



jugar un videojuego y tocar la guitarra. La actividad cerebral se registró y analizó con éxito a una profundidad de 3 a 5 cm y una resolución espacial de 200 μm , demostrando alta sensibilidad de manera mínimamente invasiva, fuera del quirófano, con un dispositivo portátil y permitiendo la libre movilidad del paciente (1). Esto representó un hito en la historia de la neuroimagen.

Los beneficios de esta nueva interfaz cerebro-máquina, para los pacientes que han sido sometidos a una craneoplastia, son sustanciales, ya que no solo representa una oportunidad significativa para la investigación destinada a comprender la dinámica subyacente del cerebro en la salud y enfermedad, sino que también mejora el monitoreo efectivo de la recuperación cerebral después de la cirugía. Además, en países como Colombia, donde el trauma es una causa significativa de muerte no fetal (5), y en ciudades como Cartagena, donde las tasas de TCE se han informado que oscilan entre 7 y 14 casos por cada 100 000 habitantes por año, durante el periodo de 2007 a 2011 (6), la implementación de un implante craneal de PMMA con una ventana acústica en craneoplastia, permitiendo el monitoreo a través de fUSI, podría impactar enormemente en la evolución de los pacientes que han sufrido un TCE.

Por lo tanto, aunque la malla de titanio se ha utilizado ampliamente como implante en craneoplastias, la implementación de un implante craneal de PMMA, que ha demostrado ser estable, biocompatible, no conductivo, radiolúcido, de bajo costo y especialmente sonoluciente (transparente al ultrasonido) (1, 7-8), con una ventana acústica que facilita el rendimiento de fUSI, debería considerarse seriamente como un estándar en las craneoplastias, especialmente en países con altas tasas de TCE, ya que esto representaría una ventaja significativa para el diagnóstico, tratamiento y monitoreo del paciente después de la cirugía, al proporcionar una alta resolución espaciotemporal y sensibilidad a bajo costo. Esta es una ventaja que aún no se ha logrado con otras modalidades de neuroimagen.

Conflicto de intereses. El autor no tiene conflictos de intereses que declarar en la escritura o publicación de esta carta.

Financiación. El autor declara que la escritura o publicación de esta carta no recibió financiación.

Implicaciones éticas. El autor no tiene implicaciones éticas que declarar en la escritura o publicación de esta carta.

Referencias

1. Rabut C, Norman SL, Griggs WS, Russin JJ, Jann K, Christopoulos V, et al. Functional ultrasound imaging of human brain activity through an acoustically transparent cranial window. *Sci Transl Med.* 2024;16(749):eadj3143. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.adj3143>
2. MacÉ E, Montaldo G, Cohen I, Baulac M, Fink M, Tanter M. Functional ultrasound imaging of the brain. *Nat Methods.* 2011;8(8):662-4. <https://doi.org/10.1038/nmeth.1641>
3. Demene C, Baranger J, Bernal M, Delanoë C, Auvin S, Biran V, et al. Functional ultrasound imaging of brain activity in human newborns. *Sci Transl Med.* 2017;9(411):eaah6756. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aah6756>
4. Belzberg M, Shalom NB, Yuhanna E, Manbachi A, Tekes A, Huang J, et al. Sonolucent cranial implants: cadaveric study and clinical findings supporting diagnostic and therapeutic transcranioplasty ultrasound. *J Craniofac Surg.* 2019;30(5):1456-61. <https://doi.org/10.1097/scs.0000000000005454>
5. Rubiano AM, Alarcon JD, Bullock R, Mejía-Mantilla JH, Quintero JDC. Guía colombiana de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de pacientes adultos con trauma craneoencefálico severo. Recomendaciones relacionadas con la atención inicial de urgencias. 2017.
6. Tuñón Pitalúa MC, Ortiz Pinto MA. Caracterización epidemiológica del trauma craneoencefálico fatal en Cartagena, Colombia, 2007-2011. *Colomb Forense.* 2016;3(1):9-22. <https://doi.org/10.16925/cf.v3i1.1586>
7. Ramírez García JO, Campos Ramírez LA, Lucio Leonel JLE, Uribe Campos A, Benavides Ríos A, Miranda Villasana JE. Craneoplastia con implante de polimetilmetacrilato (PMMA) para corregir secuela de trauma. Reporte de caso. *Acta Odontol Colomb.* 2020;10(2):127-36. <https://doi.org/10.15446/aoc.v10n2.87341>
8. Khader BA, Towler MR. Materials and techniques used in cranioplasty fixation: a review. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2016;66:315-22. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.04.101>