

# Ultrasonografía cerebral intraoperatoria como alternativa a la estereotaxia en excéresis de tumor cerebral , caso clínico

## Intraoperative brain ultrasonography as an alternative to stereotaxy in brain tumor excision, clinical case

## Ultrassonografia cerebral intraoperatória como alternativa à estereotaxia na excisão de tumor cerebral, caso clínico

Fausto Maldonado<sup>a</sup>, Milton Gaucho<sup>b</sup>, Katherine Maldonado<sup>c</sup>

*Autor para correspondencia: Fausto Maldonado Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador; e-mail: faustmc@hotmail.com*

<sup>a</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ecuador

<sup>b</sup>Hospital General IESS Riobamba Ecuador

<sup>c</sup>Universidad Nacional de Chimborazo Ecuador

### Abstract

The complexity of tumor resection has led to the search for tools to widen its safety margin, neuronavigation is a quality standard in the excision of brain tumors, this technique can be performed by magnetic resonance imaging, computed axial tomography, ultrasound, etc. Advanced stereotactic techniques are not available in resource-limited situations. Ultrasound represents a safe, cost-effective, reproducible and high image quality option that can be used as an alternative to stereotaxy. We present a clinical case where ultrasound was used to perform neuronavigation in the excision of a supratentorial tumor, the ultrasound guidance was performed by an intensivist expert in ultrasonography. Ultrasound was used to identify the tumor, visualize vascularization, real-time guidance of its excision and complete resection. Patient with favorable evolution.

*Keywords:* Ultrasonido, Neoplasia encefálica, neuronavegación, neurocirugía.

### Resumen

La complejidad de la resección tumoral ha llevado a buscar herramientas para ampliar su margen de seguridad, la neuro-navegación se ha convertido en un estándar de calidad en la excéresis de tumores cerebrales, esta técnica puede realizarse por resonancia magnética, tomografía axial computarizada ultrasonido, etc. Las técnicas estereotáxicas avanzadas no se encuentran disponibles en situaciones de recursos limitados. El ultrasonido representa una opción segura, con adecuado costo – beneficio, reproducible y con alta calidad de imagen que puede utilizarse como alternativa a la estereotaxia. Presentamos un caso clínico donde se utilizó el ultrasonido para realizar neuro-navegación en la excéresis de un tumor supratentorial, la guía ecográfica fue realizada por un médico intensivista experto en ultrasonografía. Se utilizó el ultrasonido para la identificación del tumor, visualizar vascularización, guía en tiempo real de su excéresis y resección completa. Paciente con evolución favorable.

### Resumo

A complexidade da ressecção tumoral levou à busca por ferramentas que ampliem sua margem de segurança. A neuronavegação é um padrão de qualidade na excisão de tumores cerebrais, e essa técnica pode ser realizada por meio de ressonância magnética, tomografia axial computadorizada, ultrassonografia, entre outros. Técnicas estereotáxicas avançadas

não estão disponíveis em situações de recursos limitados. O ultrassom representa uma opção segura, de baixo custo, reproduzível e com alta qualidade de imagem, podendo ser utilizado como alternativa à estereotaxia. Apresentamos um caso clínico no qual o ultrassom foi utilizado para realizar neuronavegação na excisão de um tumor supratentorial. A orientação por ultrassom foi realizada por um intensivista especialista em ultrasonografia. O ultrassom foi utilizado para identificar o tumor, visualizar a vascularização, orientar em tempo real a excisão e realizar a ressecção completa. Paciente com evolução favorável.

### 1. Introduction

En la actualidad las técnicas de imagen han permitido reducir de manera drástica la mortalidad durante los procedimientos neuroquirúrgicos en el último siglo. Así la excéresis de masas tumorales encefálicas requieren una planificación estricta con evaluación de imágenes en el preoperatorio (tomografía axial computarizada, resonancia magnética). En busca de ampliar la precisión en el abordaje quirúrgico. La neuronavegación se constituye en una herramienta fundamental para la precisión que el cerebro requiere, esta técnica consiste en la reconstrucción en tres dimensiones del cerebro para orientar el abordaje quirúrgico y evitar lesionar zonas adyacentes, así se han utilizado diferentes técnicas que van desde la antigua ventriculografía,

el uso de coordenadas en el plano cartesiano mediante un marco fijado al cerebro. Actualmente se pueden reconstruir imágenes sobrepuestas por tomografía o por resonancia magnética en el microscopio que junto con ondas acústicas y diversas técnicas es capaz de guiar el procedimiento quirúrgico en tiempo real. Choreño-Parra et al. (2018a) La desventaja de la neuronavegación en procedimientos quirúrgicos es que está restringida a centros de alta complejidad.

El acceso a la tecnología es un problema para los países en vías de desarrollo, los sistemas de salud en latinoamérica no cuentan con lo mínimo para atender a los enfermos de manera segura, por lo que el profesional sanitario se ve obligado a utilizar los recursos disponibles para cumplir con el cuidado y tratamiento de los pacientes. El ultrasonido en las últimas décadas se ha convertido en una herramienta indispensable en el ámbito médico, su uso en las salas de emergencia, quirófano, terapia intensiva y su extensión a diversas áreas y especialidades lo posicionan como una extensión del examen físico y ha demostrado que su uso puede cambiar el curso diagnóstico y terapéutico con las ventajas de reproducibilidad, el no requerir radiaciones ionizantes, inocuidad y posibilidad de realizarse a pie de cama. Rice et al. (2021) Otro punto a favor de la globalización de la ultrasonografía clínica es su estandarización con protocolos sencillos y reproducibles y actualmente con programas robustos para el entrenamiento del profesional sanitario, así ahora se cuenta con espacios de capacitación para especialistas y todo profesional de la salud, además que en áreas críticas es una competencia necesaria previo a recibirse como especialista. Lokuge (2017)

La insonación del cerebro tiene la desventaja de que los ultrasonidos atraviesen el cráneo, situación que impide la visualización tanto en ecografía en dos dimensiones como en espectro doppler de la anatomía cerebral hasta en un 40%. Del Brutto et al. (2016) En situaciones de insonación directa a cráneo abierto, se pueden obtener imágenes cerebrales de alta calidad sin depender de equipos especializados para este efecto.

La ultrasonografía bidimensional se ha utilizado en neurocirugía desde los años 50 con la primera observación de la línea media mediante la insonación de la glándula pineal French et al. (1950), desde entonces hasta las nuevas técnicas por doppler, dúplex y equipos con inteligencia artificial ha evolucionado y al momento en un paciente con craneotomía la resolución de imágenes con ultrasonido es similar a tener un tomógrafo en la mano.

Al utilizar técnicas estáticas está reconocido el llamado "Fenómeno de Cambio Cerebral": El cambio de presión luego de la durotomía podría disminuir la presión del sitio marcado por estereotaxia previo a la intervención; el ultrasonido utilizándose en neuronavegación podrá delimitar una lesión tumoral profunda en tiempo real, después de la durotomía, en este sentido el ultrasonido tendría una importante ventaja Di Lorenzo et al. (1991)

Así las aplicaciones que se le pueden dar al ultrasonido en onco – neurocirugía serán: Neuronavegación intraoperativa, que sirve para delimitar el sitio de la excisión, vigilar en tiempo real el procedimiento y establecer posibles restos tumorales en el lecho quirúrgico, incluso puede guiar en la etiología tumoral,

así un glioma de bajo grado será hiperecogénico, mientras que un glioma de alto grado tendrá signos de necrosis Wang et al. (2008);

además existe un gran abanico de posibilidades con ecografía en 3D, sondas endonasales y la posibilidad de conjugar varios métodos de neuronavegación por Tomografía computada o Resonancia Magnética. Otra aplicación muy importante es la utilización de Doppler durante el procedimiento para determinar vasculatura en el campo quirúrgico. Harary et al. (2018); Sastry et al. (2017)

## 2. Caso clínico

Paciente masculino de 23 años de edad con historia de cefalea y crisis convulsivas tónico clónicas. Se establece diagnóstico por Resonancia Magnética de masa tumoral supratentorial parietal (Figura 1), se planifica excisión por neurocirugía. La planificación quirúrgica constaba con el uso de estereotaxia en un hospital de segundo nivel de atención. Como intercurrencia por motivos logísticos el equipo de estereotaxia para la cirugía no estuvo disponible. Se planifica con médico intensivista experto en ultrasonografía realizar neuronavegación por ultrasonido como alternativa a la estereotaxia.



Figura 1: Masa tumoral supratentorial parietal izquierda, imagen por resonancia magnética.

Paciente ingresa a quirófano asintomático, sin alteración al examen físico neurológico, se realiza craneotomía y se inicia la primera exploración ecográfica. Se utiliza un equipo ultrapotátil con transductor convexo de baja frecuencia con transmisión de imagen via wi fi a tablet.



Figura 2: A: Corte transversal sobre craneotomía, imagen isoecogénica con bordes hiperecóticos e imágenes anecóicas por contenido líquido intratumoral B: doppler color, no se observa vasos sanguíneos en la zona de excéresis.

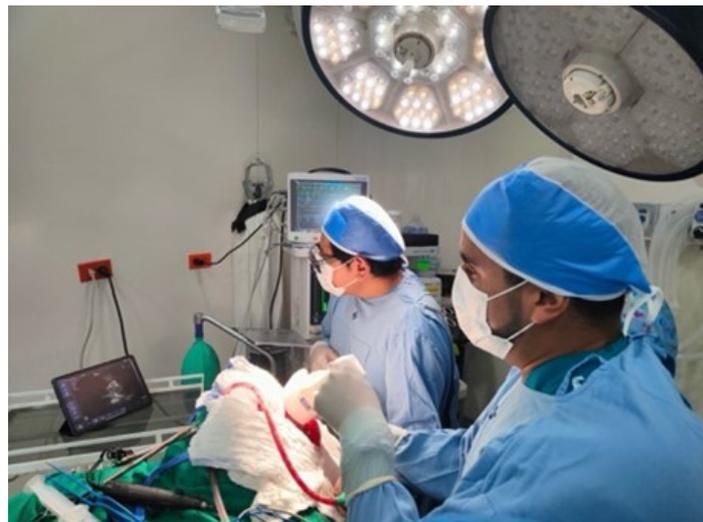


Figura 4: Procedimiento de neuronavegación, ecógrafo ultraportátil de bolsillo con imagen por wireless a tablet realizado por médico intensivista.

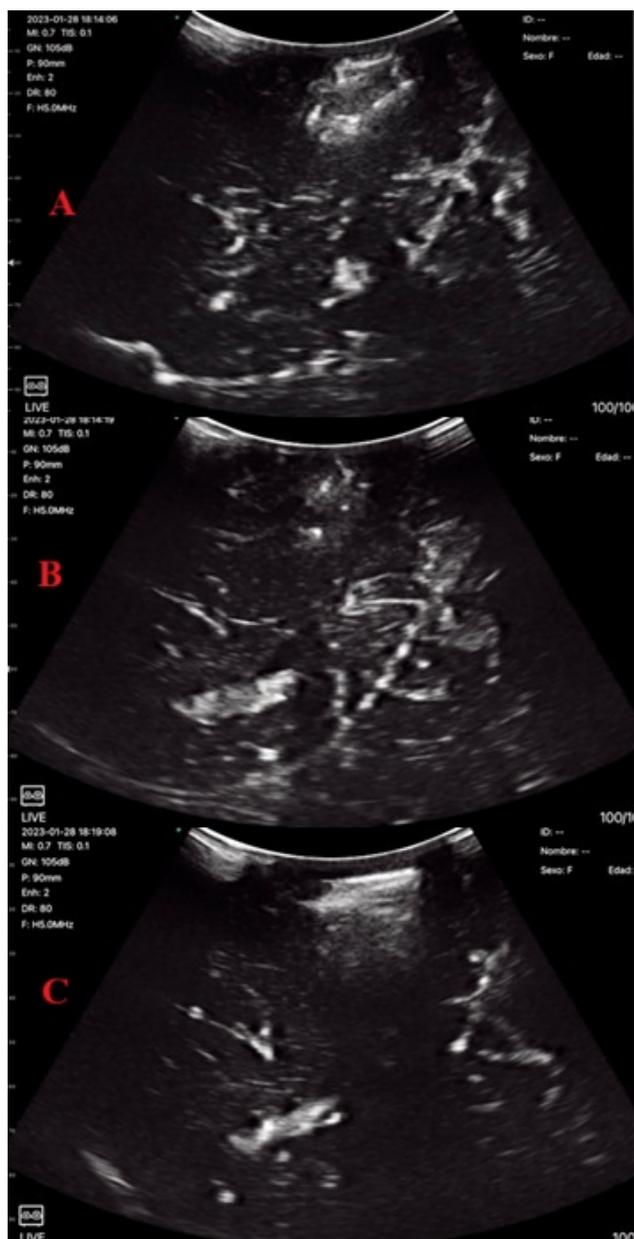


Figura 3: Secuencia de excéresis con guía ecográfica:  
 A: Pérdida de continuidad de la cápsula tumoral.  
 B. disminución de las imágenes hiperecogénicas de la cápsula durante la exce-resis.  
 C. Excéresis completa, artefacto de reverberación por interposición de aire en el lecho quirúrgico.

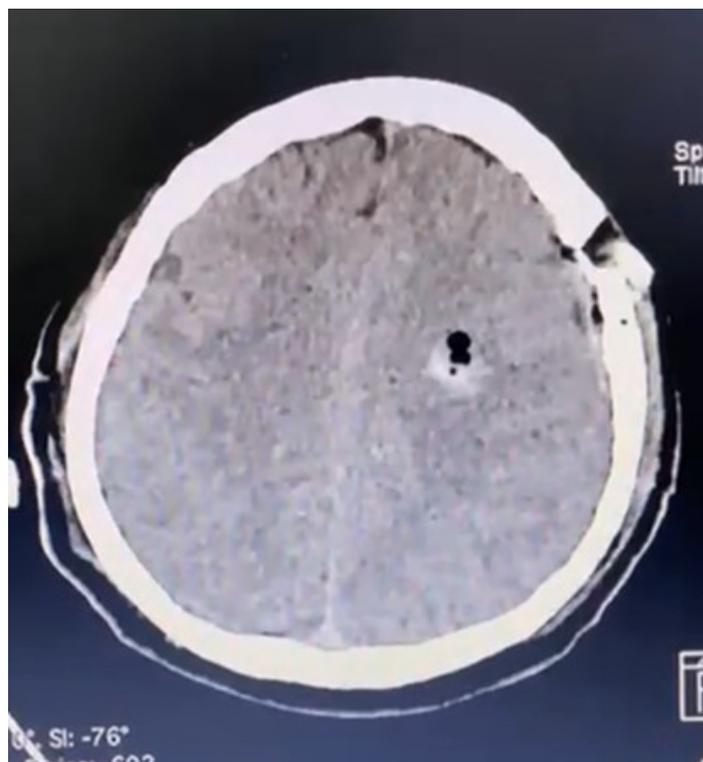


Figura 5: Tomografía post operatoria: Neumencéfalo en lecho quirúrgico y material hemostático hiperdenso.

El paciente con evolución favorable egresa a domicilio sin focalidad neurológica, a seguimiento por neurocirugía.

### 3. Discusión

El presente caso demuestra la importancia de la ecografía como principal recurso en situaciones de bajos recursos, se resolvió una situación de falta de estereotaxia para neuronavegación

y se utilizó el ultrasonido como alternativa a esta tecnología, además el procedimiento fue guiado por un médico intensivista con entrenamiento en ultrasonido con un equipo ultraportátil de bolsillo. Como especialista en cuidados neurocríticos la experiencia de compartir el transquirúrgico además de los cuidados post operatorios nos permitió ofrecer una atención holística. La ubicación del tumor adyacente a las áreas motoras principales en el hemisferio dominante le daba especial riesgo a la intervención quirúrgica por lo que el ultrasonido como neuronavegador resultó indispensable para el éxito del procedimiento. Además este caso ofrece un ejemplo claro de lo que significa la ultrasonografía en el punto de atención, el procedimiento fue realizado por el profesional que atiende al paciente, sin necesidad del especialista en diagnóstico por imágenes y con un equipo de ecografía sencillo, ultraportátil.

El ultrasonido es una alternativa válida frente a la estereotaxia, en situaciones donde no se cuente con dicha tecnología provee seguridad similar con evidente reducción de costos al paciente y al sistema de salud. El estándar de cuidado será siempre la visualización intraoperatoria del lecho quirúrgico, con técnicas por resonancia, tomografía, ultrasonido etc. Un meta análisis sobre imagen en resección de gliomas donde se utilizó ultrasonido tanto en cirugía craneal como biopsias cerebrales, el ultrasonido ayudó a la resección completa de las masas en un 77 % y esto se observó cuando las lesiones son únicas, subcorticales y sin antecedentes previos de radioterapia, además se determinó que la especificidad y valores predictivos disminuyen a medida que el procedimiento quirúrgico se va desarrollando por la presencia de artefactos y la interposición de aire, de todos modos la conclusión es que tiene amplios beneficios y si se utiliza complementando a otras técnicas mejora aún más su capacidad. Noh et al. (2021) Además las ventajas del ultrasonido han abierto técnicas nuevas como la elastografía con ultrasonido ayuda a detectar restos tumorales y a distinguir entre el tumor y el tejido cerebral sano, permitirá además observar presencia de sangre en el lecho quirúrgico, dilatación ventricular etc. Olah and Olah (2023)

En un estudio realizado con 30 pacientes durante un año, donde se realizó craneotomía guiada por ultrasonido para excéresis de tumores supratentoriales se demostró que el tiempo quirúrgico para la localización del tumor fue de 17,5 minutos, no se detectaron restos tumorales al final de la cirugía en 28 de 30 pacientes, concluyendo que se convirtió en una técnica segura y fiable para la neuronavegación. López-Hernández et al. (2008)

Se ha comparado la neuronavegación con tomografía vs el ultrasonido, en una muestra de 42 pacientes para biopsia cerebral en lesiones supra tentoriales con tamaño mayor de 15 mm el ultrasonido demostró igual eficacia y seguridad frente a tomografía. Di Lorenzo et al. (1991) En cuanto a la técnica, la ecografía en dos dimensiones luego de la craneotomía muestra claramente el parénquima cerebral con alto detalle sin requerir equipos de complejidad mayor o transductores especiales. Choreño-Parra et al. (2018b)

#### 4. Conclusión

El presente caso demuestra el avance del ultrasonido en el punto de atención, ante la falta de estereotaxia se utilizó la ecografía para neuronavegación, el procedimiento lo realizó personal no especialista en diagnóstico por imagen y ayudó a ofrecer seguridad ante una lesión supratentorial cercana al área motora principal, el procedimiento permitió localizar la masa, determinar su vascularización, guiar su excéresis en tiempo real y definir la ausencia de restos. El paciente tuvo evolución favorable.

#### Referencias

- Choreño-Parra, J.A., Carnalla-Cortés, M., Flores-Vázquez, J.C., Ruíz-Rivero, C.O., Guadarrama-Ortíz, P., 2018a. Neuronavegación: neurocirugía guiada por imagen. *Revista Mexicana de Neurociencia* 19.
- Choreño-Parra, J.A., Carnalla-Cortés, M., Flores-Vázquez, J.C., Ruíz-Rivero, C.O., Guadarrama-Ortíz, P., 2018b. Neuronavegación: neurocirugía guiada por imagen. *Revista Mexicana de Neurociencia* 19.
- Del Brutto, O.H., Mera, R.M., de la Luz Andrade, M., Espinosa, V., Castillo, P.R., Zambrano, M., Nader, J.A., 2016. Temporal bone thickness and texture are major determinants of the high rate of insonation failures of transcranial doppler in amerindians (the atahualpa project). *Journal of Clinical Ultrasound* 44, 55–60.
- Di Lorenzo, N., Esposito, V., Lunardi, P., Delfini, R., Fortuna, A., Cantore, G., 1991. A comparison of computerized tomography-guided stereotactic and ultrasound-guided techniques for brain biopsy. *Journal of neurosurgery* 75, 763–765.
- French, L.A., Wild, J.J., Neal, D., 1950. Detection of cerebral tumors by ultrasonic pulses. pilot studies on postmortem material. *Cancer* 3, 705–708.
- Harary, M., Segar, D.J., Huang, K.T., Tafel, I.J., Valdes, P.A., Cosgrove, G.R., 2018. Focused ultrasound in neurosurgery: a historical perspective. *Neurosurgical focus* 44, E2.
- Lokuge, A., 2017. Bedside cardiac ultrasound training should be mandated in the emergency department. *Australasian Journal of Ultrasound in Medicine* 20, 72–76.
- López-Hernández, F., Hernández-Palazón, J., Reus-Pintado, M., Garrido-Gómez, J., Martínez-Lage, J., 2008. Craneotomía guiada por ultrasonografía bidimensional para excéresis de tumor cerebral supratentorial. *Neurocirugía* 19, 530–536.
- Noh, T., Mustruph, M., Golby, A.J., 2021. Intraoperative imaging for high-grade glioma surgery. *Neurosurgery Clinics* 32, 47–54.
- Olah, L., Olah, M., 2023. Potential benefits of intraoperative ultrasound in neurosurgery. *Journal of Clinical Ultrasound* 51, 739–741.
- Rice, J.A., Brewer, J., Speaks, T., Choi, C., Lahsaei, P., Romito, B.T., 2021. The pocus consult: how point of care ultrasound helps guide medical decision making. *International journal of general medicine* , 9789–9806.
- Sastry, R., Bi, W.L., Pieper, S., Frisken, S., Kapur, T., Wells III, W., Golby, A.J., 2017. Applications of ultrasound in the resection of brain tumors. *Journal of Neuroimaging* 27, 5–15.
- Wang, J., Liu, X., Hou, W., Dong, G., Wei, Z., Zhou, H., Duan, Y., 2008. The relationship between intra-operative ultrasonography and pathological grade in cerebral glioma. *Journal of International Medical Research* 36, 1426–1434.