

Mapeo neurofisiológico en un glioma de alto grado intervenido mediante abordaje transulcal en la región rolándica

Jesús Pastor, Paloma Pulido-Rivas, Rafael G. Sola

Servicio de Neurofisiología Clínica (J. Pastor); Servicio de Neurocirugía (P. Pulido-Rivas, R.G. Sola); Unidad de Cirugía de la Epilepsia; Hospital Universitario La Princesa. Clínica Nuestra Señora del Rosario (P. Pulido-Rivas, R.G. Sola). Madrid, España.

Correspondencia:

Dr. Jesús Pastor Gómez.
Servicio de Neurofisiología Clínica.
Hospital Universitario La Princesa.
Diogo de León, 62. E-28006 Madrid.

Fax:

+34 914 013 582.

E-mail:

jpastor.hlpr@salud.madrid.org

Financiación:

Proyecto PS09/02116 del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+I), Instituto de Salud Carlos III, Subdirección General de Evaluación y Fomento de la Investigación.

Aceptado tras revisión externa: 08.01.13.

Cómo citar este artículo:

Pastor J, Pulido-Rivas P, Sola RG. Mapeo neurofisiológico en un glioma de alto grado intervenido mediante abordaje transulcal en la región rolándica. *Rev Neurol* 2013; 56: 370-4.

© 2013 Revista de Neurología

Introducción. El mapeo neurofisiológico y la neuronavegación permiten un abordaje seguro al tumor a través del surco rolándico, minimizando el impacto sobre la función motora o somatosensorial. La resección guiada por fluorescencia permite definir el límite tumoral, lo que da lugar a una resección completa sin abandonar los límites tumorales ni afectar, por tanto, a las estructuras que lo rodean.

Caso clínico. Varón de 39 años, operado de un tumor situado en la región rolándica derecha. Con el paciente completamente anestesiado (propofol + remifentanilo), se realizó mapeo cortical, neuronavegación y resección guiada por fluorescencia con ácido 5-aminolevulínico. El estudio neurofisiológico tras la resección mostró una afectación mínima y muy localizada en los potenciales evocados somatosensoriales, que no se vio acompañada de ninguna manifestación clínica.

Conclusión. La cirugía del área rolándica puede realizarse con garantías de seguridad en un paciente anestesiado cuando se realizan estudios neurofisiológico, anatómico y biológico exhaustivos.

Palabras clave. Craneotomía anestesiada. Mapeo motor. Monitorización neurofisiológica intraoperatoria. Potenciales evocados somatosensoriales. Resección guiada por fluorescencia.

Introducción

La cirugía de la corteza cerebral y estructuras relacionadas (como la cápsula interna o las radiaciones talamocorticales) está asociada con un riesgo real de déficit neurológico posquirúrgico en el que se incluyen lesiones motoras o somatosensoriales [1]. Por esta razón, es absolutamente esencial identificar de manera fiable y segura las áreas elocuentes y tractos de especial relevancia. El mapeo neurofisiológico intraoperatorio (MNI) incluye un conjunto de técnicas capaces de identificar de forma certera estas regiones cerebrales elocuentes durante la cirugía, lo que evita, por tanto, la aparición de déficits neurológicos permanentes [1,2].

Durante los últimos años, la cirugía de la corteza cerebral con craneotomía en pacientes despiertos ha experimentado un nuevo impulso [3]. Aunque no se ha realizado un estudio bien controlado que compare esta técnica con el MNI en pacientes anestesiados, los estudios parciales no han detectado un incremento en la existencia de falsos negativos o falsos positivos en pacientes anestesiados [4-6]. Por tanto, la elección de uno de los dos métodos queda a la elección del equipo quirúrgico.

En este trabajo se describe el caso de un paciente intervenido por un tumor situado en el giro precen-tral derecho [7] sin déficit funcional, de modo que se ha permitido la resección completa del tumor. Para ello se han utilizado los avances más recientes en neurocirugía para mejorar la localización anatómica, optimizar la información funcional e identificar el tejido tumoral, como son, de hecho, las técnicas de neuronavegación, el MNI y la resección guiada por fluorescencia con ácido 5-aminolevulínico (5-ALA).

A pesar de la localización del tumor, se demuestra mediante estudios neurofisiológicos objetivos que las funciones motora y somatosensorial están perfectamente conservadas tras la resección.

Caso clínico

Varón de 39 años, diestro, con antecedentes de intervención neuroquirúrgica por astrocitoma de grado III en la región frontal parasagital izquierda en octubre de 2010, referido a la unidad de neurocirugía para la evaluación y el tratamiento de una lesión identificada en una prueba de imagen. El paciente presentaba un cuadro de inestabilidad subjetiva y

mareo de un mes de evolución, por lo que acudió a otro centro, donde se le realizó una tomografía computarizada, dados sus antecedentes. En vista del resultado, se decidió el envío a la unidad de neurocirugía. Se realizó un estudio de resonancia magnética de 3 T que mostró la existencia de una pequeña masa ovoide en el giro precentral derecho (diámetro: 1,0-1,3 cm), que captaba contraste, pero sin edema (Fig. 1a). Anatomopatológicamente, correspondió con un astrocitoma de grado III.

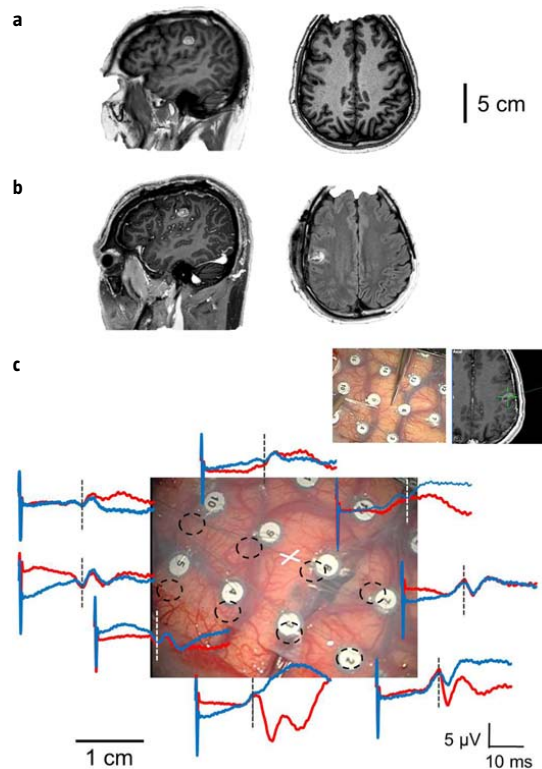
El estudio de imagen de resonancia magnética posquirúrgico mostró la resección completa (Fig. 1b) y el paciente fue dado de alta, sin ningún déficit neurológico, a los cinco días de la intervención.

El paciente fue operado bajo anestesia general, con una inducción de propofol en bolo (1,5 mg/kg) y remifentanilo (1 µg/kg), mientras que el mantenimiento se realizó mediante anestesia intravenosa con propofol (6-7 mg/kg/h) y remifentanilo (0,3-0,5 µg/kg/h). Durante la intubación, se administró una dosis de bloqueante neuromuscular (bolo de succinilcolina de 20 mg) que no volvió a aplicarse.

Se realizó el MNI (32-canales Elite®, Cadwell, Kennewick, EE. UU.) como sigue. Se realizó una electrocorticografía antes de la estimulación eléctrica de la corteza mediante una manta de 4 × 5 electrodos (Ad-Tech®, Racine, EE. UU.) de 1,3 mm de diámetro y una separación entre electrodos de 1 cm. La banda de filtros fue de 1,5-1.000 Hz, con filtro de línea (*notch* a 50 Hz). La estimulación eléctrica cortical se realizó, inicialmente, a través de pares de electrodos de la propia manta, con el cátodo situado lo más lejos posible de la zona de estimulación y, posteriormente, una vez retirada la manta, mediante un estimulador monopolar (diámetro 1 mm; Medtronic®, Jacksonville, EE. UU.) utilizado como ánodo, con el cátodo situado en *scalp*. En ambos casos se utilizaron trenes de 4-6 pulsos a 500 Hz, con una duración del pulso de 150 µs. La estimulación subcortical se realizó mediante el mismo estimulador y el mismo paradigma, pero invirtiendo la polaridad de la corriente, de modo que se utilizó la corriente catódica para la estimulación. El registro electromiográfico se realizó mediante pares de agujas subdérmicas, insertadas en los vientres musculares (12/18 mm, dependiendo del tamaño del músculo registrado; SGM®, Ljubiceva, Croacia). Se utilizaron los siguientes músculos del lado contralateral del cuerpo: orbicular de los párpados, orbicular de los labios, bíceps braquial, tríceps, extensor de los dedos, flexor del carpo, musculatura de la eminencia tenar y abductor del quinto dedo.

Se realizaron potenciales evocados somatosensoriales (PESS) para la identificación del surco ro-

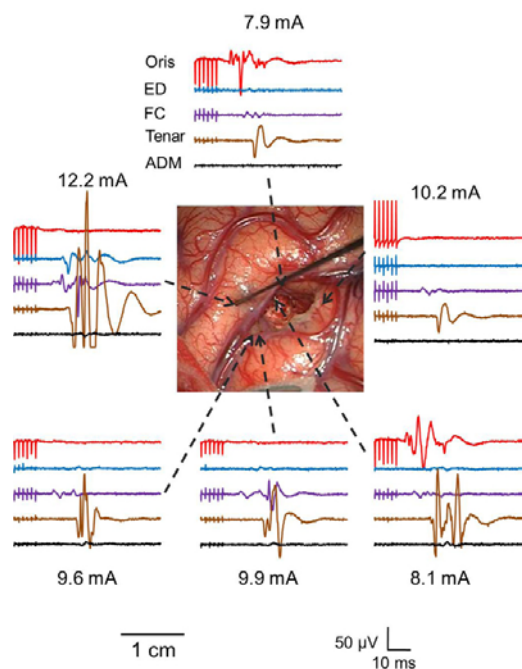
Figura 1. Clínica y resultados de potenciales evocados somatosensoriales (PESS). Imagen de resonancia magnética, cortes axial y sagital previos a la cirugía (a) y de control tras la intervención (b), potenciados en T₁; c) PESS antes (rojo) y después de la resección (azul). Fotografía que muestra la manta de electrodos tras la resección. Los círculos discontinuos corresponden a los mismos electrodos durante el registro anterior a la resección tumoral. Las líneas verticales discontinuas en cada par de registros corresponden al potencial N1. La cruz blanca indica el punto de aproximación normal más próximo al tumor (recuadro: fotografía del posicionado y neuronavegación).



lándico mediante la técnica de inversión de fase [8]. Para ello se utilizó un estimulador de corriente constante sobre el nervio mediano contralateral, con un par de electrodos autoadhesivos de contacto situados en la muñeca (Ambu®, Baltorpbakken, Dinamarca). Se colocó un par de electrodos en punto de Erb. La banda de filtros utilizada fue de 10-1.500 Hz, sin *notch*, con trenes de 300 pulsos de 250 µs. La intensidad utilizada fue de 15 mA.

La craneotomía se guio mediante un sistema de neuronavegación (Brainlab®, Feldkirchen, Alemania). Tras la electrocorticografía, se realizaron PESS para la identificación del surco rolándico (Fig. 1c). Inicialmente se estimuló a través de los propios elec-

Figura 2. Respuestas motoras tras estimulación cortical directa en diferentes lugares para identificar la región de mejor aproximación al tumor. La imagen corresponde a la zona tras la resección tumoral, aunque los registros se obtuvieron mediante la estimulación monopolar durante la aproximación al tumor. Oris: orbicular de los labios; ED: extensor de los dedos; FC: flexor del carpo; Tenar: eminencia tenar; ADM: abductor del quinto dedo.



trodos de la manta para identificar la región motora correspondiente al antebrazo e identificar la mejor vía de acceso al tumor que implicara a las áreas motoras en menor grado. Se estimó que la vía más segura era a través del surco. La región de menor amplitud de los PESS más cercana al tumor se eligió como vía inicial de acceso. Con objeto de identificar las diferentes regiones motoras, el cirujano procedió a estimular en diferentes regiones del surco y giro adyacente (Fig. 2).

La iluminación con luz azul mostró la existencia de fluorescencia debido a 5-ALA en un tejido que mostró una leve tonalidad rojo-rosada. La resección se limitó al tejido fluorescente, que de este modo se utilizó como límite externo de la región que se debía resear, evitando exceder los bordes tumorales y acceder a las fibras eferentes de la vía motora.

Después de la resección tumoral completa, se colocó nuevamente la manta de electrodos para realizar nuevamente PESS. Como se puede obser-

var en la figura 1c, los PESS tras la resección resultaron muy similares a los obtenidos antes de la incisión cortical, excepto para el electrodo situado inmediatamente sobre la región de la incisión, que mostró una leve alteración en la parte final del potencial. El resto de los potenciales mostró ondas perfectamente superponibles a las obtenidas durante el registro de control. También se procedió a la estimulación motora mediante la sonda monopolar. Se obtuvieron respuestas de características topográficas y de intensidad de corriente similares a las registradas durante el estudio inicial.

Discusión

En este trabajo hemos mostrado que es perfectamente posible intervenir a pacientes anestesiados de tumores situados en plena región rolándica (giros pre y poscentral), obteniendo una resección tumoral completa con un alto grado de seguridad y evitando la aparición de déficits neurológicos.

Hemos mostrado, además, que la afectación neurofisiológica que se produce con un abordaje adecuado es mínima. Esto se ha podido comprobar realizando nuevamente los potenciales evocados motores y los PESS tras la resección, demostrando que no hay una lesión motora significativa y observándose una mínima alteración somatosensorial que no fue clínicamente detectada por el paciente. De hecho, la vía quirúrgica de abordaje se seleccionó considerando el punto de menor distancia al tumor, junto con la existencia de umbrales motores más elevados (lo que demuestra una menor presencia de corteza motora o bien una mayor lejanía a ésta) y menor amplitud de los PESS (lo que sugiere la misma interpretación). Esta forma de abordaje se ha traducido en una ausencia completa de afectación clínica (el paciente era incapaz de referir ninguna zona de hipoestesia), corroborada por unas respuestas motora y somatosensorial finales prácticamente iguales a las observadas durante el estudio inicial. Es cierto que se ha observado una mínima alteración en la parte posrolándica del PESS (N2) [8-10], es decir, la región más próxima a la vía de abordaje; sin embargo, esta alteración resultó lo suficientemente pequeña como para que el paciente no tuviera conciencia clínica de ella. Otra posibilidad es que la alteración reseñada se deba a edema local por el trauma quirúrgico, de modo que, en realidad, esa pequeña alteración no condicione la aparición de ninguna alteración somestésica una vez resuelta.

La craneotomía en pacientes despiertos operados de tumores situados en áreas corticales elocuentes

se ha usado desde hace mucho tiempo y es absolutamente esencial cuando está implicada la función del lenguaje. En los últimos años, esta técnica ha experimentado una auténtica revitalización, incluso para intervenciones en regiones no directamente relacionadas con funciones del lenguaje [11-14]. Sin embargo, existe otra posibilidad para estos pacientes, como es la craneotomía con anestesia general [1]. Esta técnica puede emplearse también con seguridad en áreas corticales diferentes de la región rolándica [1,15]. La cirugía en pacientes anestesiados, en nuestra opinión, permite un mejor control de la situación por parte del equipo quirúrgico, por ejemplo, mediante la utilización de tubo endotraqueal, que mejora la ventilación del paciente, el mejor control de la tensión arterial o el disponer de más tiempo para repetir o realizar nuevas estimulaciones corticales o periféricas y, en consecuencia, profundizar en un estudio neurofisiológico más exhaustivo. Para el paciente, esta técnica permite, evidentemente, un menor nivel de ansiedad y puede utilizarse en pacientes cuya colaboración es difícil (como los niños o personas con retraso mental). Todos estos beneficios deben compararse con una posibilidad diferente de déficit neurológico. Sin embargo, si la tasa de déficit neurológico iatrogénico no es mayor en los pacientes anestesiados, todos estos beneficios deberían considerarse como argumentos suficientes para indicar esta técnica en lugar de la craneotomía en pacientes despiertos para aquellas intervenciones situadas en o cerca de áreas eloquentes que no impliquen el lenguaje o funciones cognitivas específicas.

Este caso es un ejemplo especialmente relevante, por la demostración neurofisiológica de la indemnidad de los sistemas motor y somatosensorial, de una serie mayor que hemos realizado con las mismas técnicas neurofisiológicas y anestésicas en pacientes con patología verdaderamente rolándica y que en estos momentos está siendo analizada para su publicación.

Por tanto, hemos mostrado que el uso de técnicas neuroquirúrgicas modernas, como la neuronavegación, la resección guiada por fluorescencia y, especialmente, el MNI puede garantizar la seguridad necesaria para obtener unos resultados funcionales óptimos (con una mínima afectación somatosensorial) en tumores situados en el área perirrolándica, pero

en un ambiente mucho más confortable tanto para el paciente como para el equipo quirúrgico.

Bibliografía

1. Pastor J. Neurofisiología intraoperatoria. In Navarrete EG, Sola RG, eds. *Neurocirugía funcional y estereotáctica*. Barcelona: Viguera; 2011. p. 589-604.
2. Bello L, Gambini A, Castellano A, Carrabba G, Acerbi F, Fava E, et al. Motor and language DTI fiber tracking combined with intraoperative subcortical mapping for surgical removal of gliomas. *Neuroimage* 2008; 39: 369-82.
3. Duffau H, Capelle L, Sichez J, Faillot T, Abdenour L, Law Koune JD, et al. Intra-operative direct electrical stimulations of the central nervous system: the Salpêtrière experience with 60 patients. *Acta Neurochir (Wien)* 1999; 141: 1157-67.
4. Kombos T, Suess O, Funk T, Kern BC, Brock M. Monitoring of intraoperative motor evoked potentials to increase the safety of surgery in and around the motor cortex. *J Neurosurg* 2001; 95: 608-14.
5. Feigl G, Ritz R, Moraes M, Klein J, Ramina K, Gharabaghi A, et al. Resection of malignant brain tumors in eloquent cortical areas: a new multimodal approach combining 5-aminolevulinic acid and intraoperative monitoring. *J Neurosurg* 2010; 113: 352-7.
6. Nossek E, Korn A, Shahar T, Kanner AA, Yaffe H, Marcovici D, et al. Intraoperative mapping and monitoring of the corticospinal tracts with neurophysiological assessment and 3-dimensional ultrasonography-based navigation. *J Neurosurg* 2011; 114: 738-46.
7. Carvalhal G. The cerebral sulci and gyri. *Neurosurg Focus* 2010; 282: 1-24.
8. Cedzich C, Taniguchi M, Schäfer S, Schramm J. Somatosensory evoked potential phase reversal and direct motor cortex stimulation during surgery in and around the central region. *Neurosurgery* 1996; 38: 962-70.
9. Mauguère F. Somatosensory evoked potentials: normal responses, abnormal waveforms and clinical applications in neurological diseases. In Niedermeyer E, Lopes da Silva A, eds. *EEG, basic principles, clinical applications and related fields*. Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins; 1993. p. 1014-58.
10. Nair DR, Najm I. Intraoperative cortical mapping and intraoperative electrocorticography. In Lüders HO, ed. *Textbook of epilepsy surgery*. London: Informa Healthcare; 2008. p. 1073-80.
11. Nguyen HS, Sundaram SV, Mosier KM, Cohen-Gadol AA. A method to map the visual cortex during an awake craniotomy. *J Neurosurg* 2011; 114: 922-6.
12. Peruzzi P, Puente E, Bergese S, Chiocca EA. Intraoperative MRI (ioMRI) in the setting of awake craniotomies for supratentorial glioma resection. *Acta Neurochir Suppl* 2011; 109: 43-8.
13. Sarubbo S, Latini F, Panajia A, Candela C, Quatrone R, Milani P, et al. Awake surgery in low-grade gliomas harboring eloquent areas: 3-year mean follow-up. *Neurol Sci* 2011; 32: 801-10.
14. Szelényi A, Bello L, Duffau H, Fava E, Feigl GC, Galanda M, et al. Intraoperative electrical stimulation in awake craniotomy: methodological aspects of current practice. *Neurosurg Focus* 2010; 28: e7.
15. Torres CV, Pastor J, Rocio E, Sola RG. Monitorización continua de los potenciales evocados visuales corticales mediante electrodos subdurales en la cirugía de la vía óptica posterior. Caso clínico y revisión de la bibliografía. *Rev Neurol* 2012; 55: 343-8.

Neurophysiological assisted transsulcal approach to a high grade glioma without affect neither motor nor somatosensory function

Introduction. Intraoperative mapping and neuronavigation permitted a safe approach through the rolandic sulcus, minimizing the impact onto the motor or somatosensory functions. Fluorescence-guide resection defines a limit that allows a total resection without exceed the border of the tumor.

Case report. A 39-year-old man who was operated by a tumor placed into the rolandic area. With the patient anesthetized (propofol + remyfentaniol), we performed cortical mapping, neuronavigation and fluorescence-guide resection with 5-aminolevulinic acid. Post-resection neurophysiologic assessment showed a minor and highly localized effect onto the somato-sensory system.

Conclusion. Rolandic area surgery can be safely performed in anesthetized patients when extensive neurophysiological, anatomical and biological assessments are performed.

Key words. Anesthetized craniotomy. Fluorescence-guided resection. Intraoperative neurophysiological monitoring. Motor mapping. Somatosensory evoked potentials.