

Dr. Javier Onofre Castillo,¹
Dra. Jackeline Guerrero

Resonancia Funcional en pacientes con lesiones cerebrales

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de esta revisión de casos fue determinar la función cerebral en condiciones basales y las obtenidas durante la actividad neuronal, de forma no invasiva, identificando las áreas de incremento metabólico mediante una Resonancia Funcional en pacientes con lesiones cerebrales en el área motora principalmente.

Material y métodos: Se realizó Resonancia Funcional a todos los pacientes con lesiones cerebrales en el Hospital Christus Muguerza alta especialidad de noviembre del 2008 a noviembre del 2009.

Resultados: Se realizaron en total un número de diez re-

sonancias funcionales en pacientes con lesiones cerebrales. Se realizó la interpretación de las imágenes y debido a que los resultados son subjetivos se decidió clasificar los resultados de la siguiente manera: Se identifica asimetría de ambas áreas motoras, está involucrada la zona motora y por último sí se observa alteración de la función motora.

De los 10 pacientes obtenidos se observó que el 90% de éstos presentaba asimetría del área motora, lo cual debe de ser tomado con reserva debido a que en la mayoría de las personas encontramos asimetría de manera discreta por la dominancia de un hemisferio. Cabe mencionar que en estos pacientes la

asimetría estaba dada principalmente por el involucro de la lesión en la zona motora.

En cuanto al involucro de la zona motora por las lesiones cerebrales se observó que estaba presente en 60% de los pacientes; sin embargo, la alteración de la función motora se identificó únicamente en el 30%, lo cual no habla de que no todas las lesiones que estaban involucrando esta zona necesariamente estaban alterando su función.

Palabras clave: Lesión central, resonancia funcional, actividad cerebral.

continúa en la pág. 22

¹ Del Hospital Christus Muguerza. Av. Hidalgo Poniente 2525, Col. Obispedo, 64060, Monterrey, N.L.

Copias (copies): Dr. Javier Onofre Castillo E-mail: javiero@christusmuguerza.com.mx

Introducción

La Resonancia Magnética Funcional se refiere al estudio de imagen en el cual se evalúa la actividad cerebral mediante la obtención de mapas de la misma.¹

Las técnicas de Resonancia Magnética Funcional representan actualmente el método de imagen más sensible para identificar, investigar y monitorizarlos tumores cerebrales, los infartos y determinadas enfermedades crónicas cerebrales como la esclerosis múltiple.²

Este método presenta un gran potencial en la evaluación prequirúrgica de las funciones cognitivas básicas motoras, lingüísticas y mnésicas. Sus resultados se basan en el denominado efecto BOLD (blood oxygenation level dependency).

Esto se basa en el flujo sanguíneo cerebral, el metabolismo neuronal y las propiedades magnéticas de la hemoglobina, lo que permite obtener una señal al someter al cerebro a un campo magnético de una determinada intensidad.³

La metodología de la RM_F está basada en la substracción entre las señales emitidas en la RM obtenida en condiciones basales y las obtenidas durante la actividad neuronal. Para estudios funcionales se requiere un equipo de al menos 1.5 Tesla, aun cuando se han descrito registros exitosos con 1 Tesla. Con campos magnéticos mayores (3 Tesla o más) se obtiene una señal de mejor calidad.⁴

Las neuronas necesitan nutrientes para funcionar y dada su incapacidad para almacenar contenidos energéticos, el cerebro depende del flujo vascular que le entrega glucosa, oxígeno, vitaminas, aminoácidos y ácidos grasos. Así el incremento regional de la activi-

ABSTRACT

Objective: This cases review was aimed to determine cerebral function in basal conditions and those obtained during neural activity, in a non-invasive manner, identifying metabolic increase through functional resonance in patients with cerebral injuries, mainly in the motor area.

Material and methods: Functional resonance was made to all patients with cerebral injuries in the high specialty Hospital Chris-

tus Muguerza, from November 2008 to November 2009.

Results: A total of 10 functional resonances were made to patients with cerebral injuries, imaging interpretation was made and due to the fact that results were subjective, we decided to classify results as follows: A symmetry in both motor areas was identified, motor area is involved, we indeed observed a motor function alteration from the 10 patients obtained, we observed that 90% of the above showed motor area asymmetry, which must be taken precautionously due that in most of people

we found a discrete asymmetry due to the hemisphere dominant, it is worth to mention that in those patients asymmetry was given mainly for the motor area injury involvement- Regarding the involvement on the motor zone due to several injuries, we observed that it was shown in 60% of patients. However, motor function alteration was identified only in 30%, which is not representative of that all injuries that were involved in this area, necessarily were altering their function.

Key words: Central injury, functional resonance, cerebral activity

dad neural está asociado a un incremento local del metabolismo y perfusión cerebral. Basados en este principio y considerando que la deoxihemoglobina actúa como un agente de contraste endógeno e intravascular, tenemos que este efecto se incrementa en relación directa con la concentración de deoxihemoglobina, que va a afectar la conducta por resonancia de los protones de hidrógeno contenida en las moléculas de agua, lo que genera un acortamiento de los tiempos de relajación transversal, lo cual atenúa la intensidad de señal en imágenes de RM.³⁻⁵

El incremento de la actividad neuronal se traduce en dilatación de lechos capilares con el objeto de proveer mayor monto de glucosa y oxígeno al área de actividad neuronal aumentada. No obstante que exista una mayor demanda energética, el consumo de oxígeno permanece más o menos constante, con un aumento de la oferta. Por lo tanto, ocurre un aumento en el flujo sanguíneo sin un incremento de similar magnitud de la extracción de oxígeno, con reducción de la deoxihemoglobina y aumento de la oxihemoglobina en el lado venoso del lecho capilar, generando ello un aumento de la intensidad de señal.⁶

El procedimiento de evaluación prequirúrgica en Resonancia Funcional parte de unos diseños establecidos: el diseño de bloques (del inglés "box car design") y el diseño de activación asociada a evento ("event-related design"). Los diseños de bloque consisten en la realización de dos tareas, la tarea de activación y la tarea de control, de forma repetida en fases alternas (p.e. 30 seg.) que nos permitan obtener regiones de activación a un determinado nivel de significación (p.e. 0.001). El tiempo de duración de cada

fase es igual para asegurar un muestreo equivalente para la tarea de control y las de activación. La tarea de activación es aquella que produce la activación de las áreas funcionales que queremos localizar. La tarea de control nos permite delimitar con mayor precisión las áreas funcionalmente elocuentes relacionadas con la tarea de activación en una determinada función.^{2,3,6}

La elección de la tarea de activación y de control es un factor fundamental que debe ser basado en una serie de presunciones fundamentadas (Dogil y cols., 2002) como modelos cognitivos. El otro tipo de diseño de los protocolos de Resonancia Funcional es el diseño de activación asociada a evento ("event-related design"). En estos diseños se presentan menos estímulos, registrándose la respuesta funcional para cada uno de los estímulos durante, por ejemplo, 15 seg. Los diseños de evento activación se basan en las propiedades temporales del efecto BOLD. El efecto tarda en producirse unos 5-7 segundos (Gaillard y cols., 2000), pero luego se mantiene durante unos 12 seg. (Dogil y cols., 2002). Sin embargo, en la evaluación prequirúrgica el diseño aplicado es fundamentalmente el de bloques.⁴⁻⁶

Las tareas que realiza una persona en el aparato de resonancia lo denominamos protocolo. Cada uno de los protocolos está relacionado con la identificación de una función. Los protocolos que se mencionan en este artículo son los más comúnmente aplicados para la identificación de las áreas funcionales de control motor, lenguaje y memoria en el campo de la evaluación prequirúrgica con Resonancia Funcional.

Los estudios de Resonancia Funcional se emplean para planificar la cirugía de los tumores cerebrales. Mediante esta técnica podemos identificar las áreas del cerebro que tienen una función normal y aquéllas en las que la función está alterada y de esta forma planificar mejor el abordaje quirúrgico o tipo de resección a realizar.

En el plan neuroquirúrgico es un aspecto importante de esta técnica. Para decidir la extensión de la resección quirúrgica a nivel cerebral se deben tomar en cuenta dos factores: La extensión del tejido anormal y la función del tejido vecino. La extensión del tejido anormal se puede determinar con resonancia convencional y la función del tejido adyacente con Resonancia Funcional teniendo ésta un rol determinante.

Es importante en la evaluación prequirúrgica de las funciones cognitivas, motoras, lingüísticas y mnésicas, permitiendo visualizar e identificar áreas de incremento metabólico de forma no invasiva.

Otras de las ventajas de la Resonancia Funcional es identificar la localización de las diferentes áreas funcionales normales del cerebro, para evitar dañar estas zonas durante la cirugía; detectar los infartos cerebrales en una fase muy temprana para iniciar precozmente el tratamiento; monitoreo de crecimiento y función de los tumores cerebrales así como planeación del tratamiento quirúrgicos o de radioterapia.

Las imágenes funcionales del cerebro y de otras estructuras cerebrales que se obtienen con la Resonancia Funcional son más detalladas que las que se obtienen con otros métodos de imagen. Además de evitarse la exposición a la radiación.

Las activaciones funcionales específicas se obtienen a partir de la realización de una serie de protocolos por parte del paciente. Su aplicación ha resultado útil para definir la localización anatómica de una estructura cortical a partir de su identificación funcional; definir la distancia entre una determinada función y la lesión que va a ser tratada; e identificar los efectos de la lesión en la representación cortical de la función.

Las áreas de valoración de la Resonancia Funcional son las siguientes: Motora, visuales y memoria.

Área motora

Para la estimulación del área motora se debe considerar la gran representación de la mano en la circunvolución precentral. Movimientos simples de la mano producen activación de la corteza motora primaria, movimientos más complejos como tocar secuencialmente los dedos de la mano con el pulgar producen activación de la corteza motora primaria y la corteza motora suplementaria Brodmann como 4 y 6.

La corteza motora suplementaria puede ser activada con movimientos imaginados de los dedos, mientras que la corteza motora primaria se conserva

inactiva, sugiriendo un rol ejecutivo supramotor para la corteza motora suplementaria.

También se han descrito áreas de activación motora en la corteza fronto-mesial. Se han realizado estudios que muestran que mientras la corteza motora derecha era activada en diestros y zurdos fundamentalmente con movimientos dactilares contralaterales, en los individuos diestros esto también podría activarse por movimientos dactilares ipsilaterales, lo que podría tener implicaciones en recuperación de accidentes vasculares encefálicos.

Área lenguaje expresivo

Se ha encontrado mayor grado de activación de esta área cuando el paciente genera verbos o rimas que cuando produce palabras simples. También con paradigma de generación de palabras se ha detectado en las mujeres activación bilateral de las áreas de lenguaje, mientras en los hombres la activación es predominantemente en el hemisferio dominante.

Se ha descrito que ante paradigmas de generación de palabras, además del área de Broca, también se activan ciertas áreas de la corteza temporal, corteza visual primaria y secundaria, lo que parece sugerir que en el proceso de generación de palabras intervienen también áreas de memoria y visuales.

Lenguaje comprensivo

En este tipo de Test se puede hacer escuchar al paciente textos narrativos. Para esto se debe contar con un sistema adecuado de audífonos que permitan disminuir el ruido inherente al equipo y permitir que el paciente escuche las instrucciones y el texto deseado. La activación se observa en este caso en forma bilateral en la circunvolución temporal superior (Brodmann 22).

Áreas visuales

La estimulación visual se realiza directamente con la presentación de imágenes. Éstas al ser oscilantes van a provocar una activación mayor a lo largo de la cisura calcarina. Cuando el estímulo es un objeto en movimiento que se debe seguir visualmente, Barton, y cols. demostraron una mayor extensión de la activación cortical o sea además de la corteza visual primaria y secundaria, había activación a nivel lateral temporo-occipital.

Memoria

Se ha realizado una gran cantidad de trabajos para la investigación de algunos tipos de memoria, como la memoria de trabajo, observándose en este caso activación de las porciones ventrales y frontales de la corteza prefrontal lateral.

Callicott, y cols. han encontrado activación de áreas adicionales en este tipo de memoria como: Corteza

premotora, porción superior del lóbulo parietal y tálamo que sugieren la existencia de redes aún más complejas.

Se ha estudiado también el proceso de memoria remota, para ello se ha investigado la función de reconocimiento facial donde participarían la corteza temporal y occipito-temporal.

Afecto

Se ha estudiado la respuesta ante estímulo visuales que son capaces de generar emociones placenteras o desagradables. Teasdale, et al., observaron que las emociones positivas activaban bilateralmente la ínsula, la circunvolución frontal inferior derecha, y el esplenio. En cambio las emociones negativas activaban bilateralmente la circunvolución medial frontal, la circunvolución del cíngulo en su porción anterior, la circunvolución precentral derecha y el núcleo caudado izquierdo.

Objetivo

El objetivo de esta revisión de casos fue determinar la función cerebral en condiciones basales y las obtenidas durante la actividad neuronal, de forma no invasiva, identificando las áreas de incremento metabólico mediante una Resonancia Funcional en pacientes con lesiones cerebrales en el área motora principalmente.

Justificación

La Resonancia Funcional es un método diagnóstico que nos permite definir la localización anatómica de la estructura cortical, a partir de su identificación funcional, determinando la lesión cerebral y su función así como sus efectos en la representación cortical.

En la actualidad los tumores cerebrales ocasionan el 1% de las muertes aproximadamente en México en el adulto.

En EUA la incidencia de cáncer del cerebro se ha incrementado 1.2% por año desde 1973 y la mortalidad se ha incrementado 0.7% por año. Esto ha sido más evidente en los pacientes mayores de 60 años, en que la incidencia se incrementa 2.5% por año desde 1980. En este mismo grupo de pacientes se observa una mayor frecuencia de tumores agresivos de origen glial, en particular el glioblastoma multiforme y el astrocitoma anaplásico.

Consideramos que la Resonancia Funcional tiene un papel importante para la planeación de la intervención quirúrgica, para la decisión de la extensión de la resección tomando en cuenta la extensión del tejido anormal y la función del tejido vecino. La extensión del tejido anormal se puede determinar con resonancia convencional y la función del tejido ad-

yacente con Resonancia Funcional teniendo ésta un rol determinante como ya había sido comentado anteriormente.

En este estudio se incluyeron a todos aquellos pacientes a los cuales se les solicitó Resonancia Magnética Funcional de área motora en el Hospital Chritus Muguerza Alta Especialidad, de enero del 2009 a octubre del 2009. Se realizará un estudio observacional descriptivo retrospectivo transversal.

Los pacientes con lesiones cerebrales que estuvieron ubicadas en el área motora, considerando las áreas 4 y 6 de Brodmann.

Se utilizó una resonancia de 3 Tesla, en la cual se identificó el área motora para posteriormente aplicar un protocolo bajo condiciones basales y durante la actividad neural en ambos hemisferios cerebrales.

Para la estimulación del área motora se realizaron movimientos complejos como tocar secuencialmente los dedos de la mano con el pulgar los cuales provocaron la activación de la corteza motora primaria y la corteza motora suplementaria, para ser posteriormente valorados.

Las imágenes obtenidas se producen basadas en la substracción entre las señales emitidas en condiciones basales y de actividad, las cuales se obtienen y procesadas en la estación de trabajo y posteriormente analizadas e interpretadas por un Médico Radiólogo.

Resultados

Se realizaron en total un número de diez resonancias funcionales en pacientes con lesiones cerebrales en el área motora de los cuales cuatro de ellos fueron del sexo masculino y seis del sexo femenino (Figura 1).

En cuanto su distribución por edades, se obtuvo el mayor porcentaje 60% (seis pacientes) en mayores de

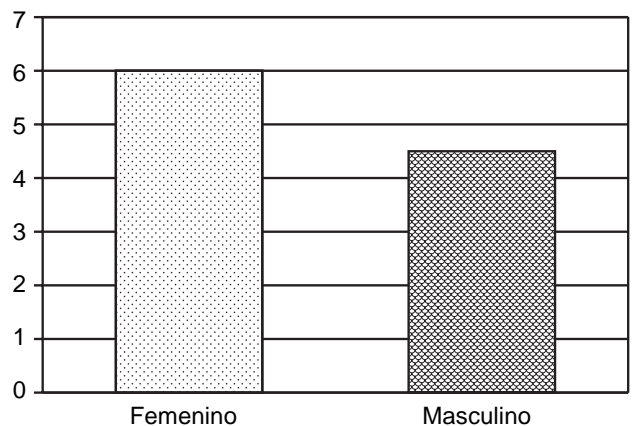


Figura 1. Sexo.

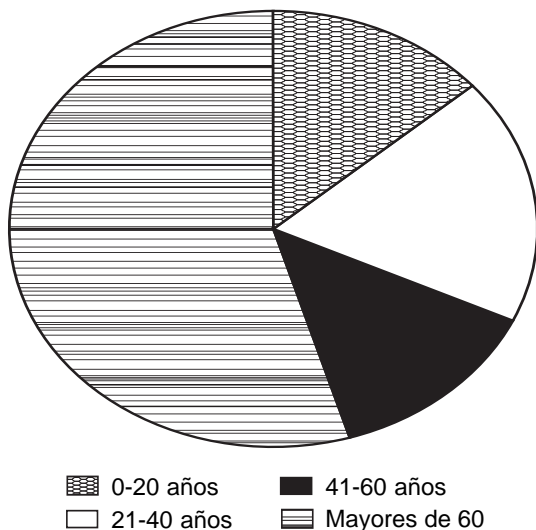


Figura 2. Edad.

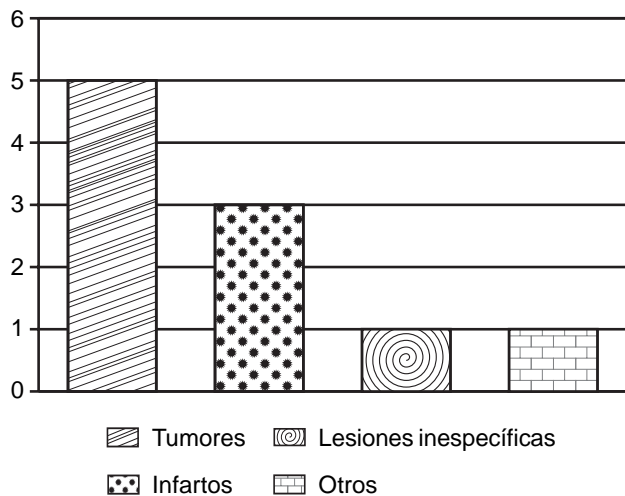


Figura 3. Lesiones cerebrales

60 años; 20% se encontraban de el rango 21 a 40 años; 10% (un paciente) perteneció a el grupo entre 0 y 20 años y el otro 10% por último lo conformaba el grupo entre los 41 y 60 años (Figura 2).

Las patologías que presentaron los pacientes se categorizaron cuatro rubros que fueron (Figura 3):

- Tumores cerebrales (cinco pacientes).
- Infartos (tres pacientes).
- Lesiones inespecíficas (un paciente con vasculitis).
- Otros (un paciente con dislexia y problemas para la coordinación).

Se realizó la interpretación de las imágenes y debido a que los resultados son subjetivos se decidió clasificar los resultados de la siguiente manera: Se identifica asimetría de ambas áreas motoras, está involucrada la zona motora (es decir, la lesión cerebral involucra el área motora) y por último sí se observa alteración de la función motora (Figura 4).

De los diez pacientes obtenidos se observó que el 90% de éstos presentaba asimetría del área motora, lo cual debe de ser tomado con reserva debido a que en la mayoría de las personas encontramos asimetría de manera discreta por la dominancia de un hemisferio. Cabe mencionar que en estos pacientes la asimetría estaba dada principalmente por el involucro de la lesión en la zona motora (Figura 5).

En cuanto al involucro de la zona motora por las lesiones cerebrales se observó que estaba presente en 60% de los pacientes; sin embargo, la alteración de la función motora se identificó únicamente en el 30%, lo cual no habla de que no todas las lesiones que estaban involucrando esta zona necesariamente estaban alterando su función (Figuras 6 y 7).

Figura 4. Resonancia Funcional.

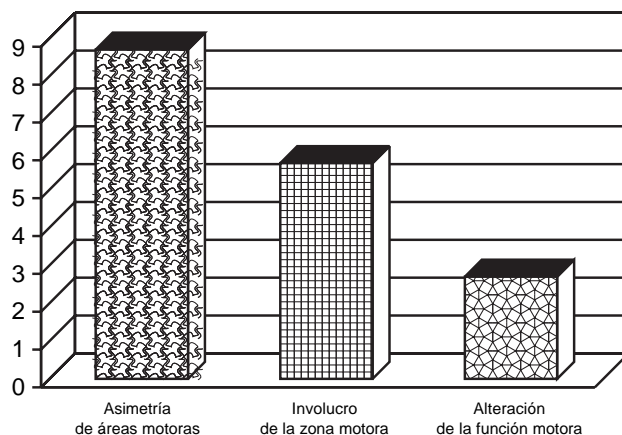


Figura 4. Resonancia Funcional.

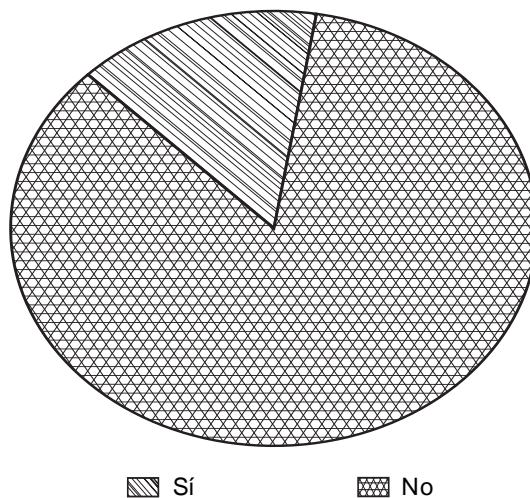


Figura 5. Asimetría de áreas motoras

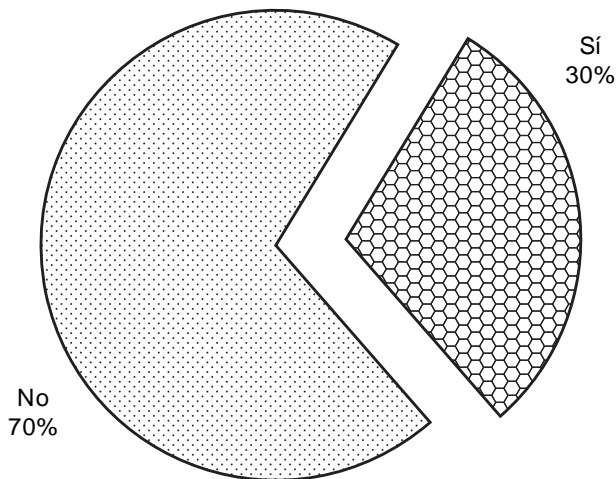


Figura 6. Alteración de la función motora.

Discusión

Existe poca literatura respecto a este estudio, el cual como se menciona en la introducción tiene múltiples utilidades en diversas patologías. En cuanto a los que nosotros obtuvimos en los resultados, se compararon con los diversos artículos revisados en los cuales se menciona y describen de manera precisa las ventajas que proporciona el estudio.

Prácticamente los artículos revisados hablan en su mayor parte del estudio, de sus ventajas y de su utilidad en diversas áreas. En el caso de funcionales en tumores se comenta las ventajas; sin embargo, toda la literatura es estudios realizados en pequeños grupos de pacientes, por lo que idealmente debería de realizarse en grupos mayores para poder eliminar algunas sesgos.

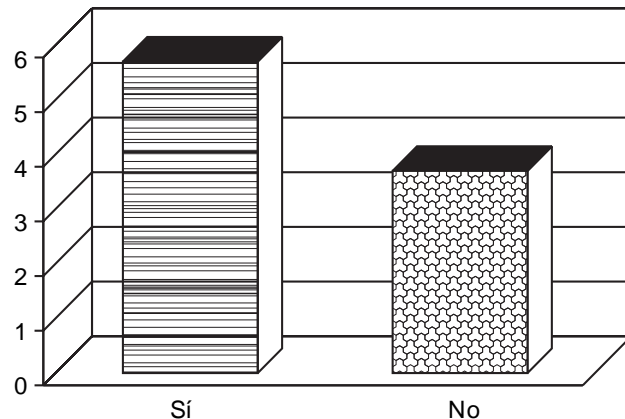


Figura 7. Involucro de la zona motora.

Conclusiones

Consideramos que la Resonancia Magnética Funcional, como se describió anteriormente, es una herramienta diagnóstica de gran importancia, la cual cuenta con múltiples ventajas en el caso de nuestros pacientes.

Este tipo de estudio no se realiza de manera rutinaria en nuestro hospital probablemente por el desconocimiento de los médicos hacia este método de imagen y en ocasiones porque la lesión tumoral se encuentra involucrando el área a evaluar, por lo que no es posible su realización.

Es un método diagnóstico que tiene un futuro prometedor y que otorga más información para un abordaje y planeación quirúrgica ideal, así como un adecuado seguimiento del paciente. Sin embargo, lo conveniente sería complementar el estudio con mayor número de pacientes para poder sustentar mejor los resultados obtenidos.

Referencias

1. Resonancia Funcional Magnética: Una nueva herramienta para explorar la actividad cerebral y obtener un mapa de su corteza. *Revista Chilena de Radiología* 2003; 9(2): 86-91.
2. Smits M, Vísch-Brink E, Schraa-Tam CK, Koudstaal PJ, van der Lugt A. Functional MR Imaging of Language Processing: An Overview of Easy-to-Implement Paradigms for Patient Care and Clinical Research. *RadioGraphics* 2006; 26: S145-S158.
3. Chavhan GB, Babyn PS, Thomas B, Shroff MM, Haacke EM. Principles, Techniques, and Applications of T2*-based MR Imaging and Its Special Applications. *Radiographics* 2009; 29: 1433-49; doi:10.1148/rg.295095034.
4. Scott HF, Feroze BM. Functional MRI. Basic Principles and Clinical Applications. Springer: Science Business Media, Inc.; 2006.
5. Jezzard P, Matthews PM, Smith SM. Functional MRI. An introduction to Methods. Center for functional Magnetic Imaging of the brain, Department of Clinical Neurology, University of Oxford New York: 2001.
6. Paz GJ, Salgado LP, Gómez LIS. Utilidad de la técnica Bold de resonancia magnética funcional en los tumores intracraneales de pacientes prequirúrgicos. *Arch Neurocién Mex* 2007; 12(3): 152-61.