

Acta Médica

Grupo Ángeles

Volumen
Volume **2**

Número
Number **1**

Enero-Marzo
January-March **2004**

Artículo:

Dominancia hemisférica para el lenguaje mediante resonancia magnética funcional en la práctica clínica

Derechos reservados, Copyright © 2004:
Grupo Ángeles Servicios de Salud

**Otras secciones de
este sitio:**

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Edigraphic.com



Dominancia hemisférica para el lenguaje mediante resonancia magnética funcional en la práctica clínica

Rubén Conde Espinosa,* David Trejo Martínez,* Ignacio Madrazo Navarro, Francisco Velasco Campos,** Gonzalo Solís y Maldonado,** Ma. de Guadalupe Gómez Pérez,* Beatriz Elías Pérez,* Agustín Retama Ortiz,* Yalina González García***

Resumen

Introducción: La determinación de la dominancia hemisférica del lenguaje (DDHL) y de áreas motoras es indispensable en algunos pacientes candidatos a algún procedimiento neuroquirúrgico debido a que permite prevenir déficits postoperatorios ya que aporta información fundamental para el plan quirúrgico.

Objetivo: El objetivo de este estudio fue determinar la dominancia hemisférica para el lenguaje y áreas motoras a través de RMf. Esta técnica ha sido validada por otros autores con la prueba de Wada (3.6), en este estudio se validó con la prueba de escucha dicótica.

Material y métodos: En el presente trabajo se incluyeron 10 sujetos diestros con un rango de edad de entre los 20 y 72 años. Se utilizó un equipo Signa Highspeed de 1.5 T. con secuencias EPI BOLD en dos planos, empleando una estación de trabajo Advantage Windows (4.0). Para la DDHL se empleó un diseño en bloques con el paradigma de generación de palabras en silencio. La activación de áreas motoras se realizó mediante movimientos palmares simples y complejos y movimientos coordinados bilaterales.

Resultados: En 9 sujetos se logró determinar la mayor activación de áreas frontales cercanas al área de Broca en el hemisferio izquierdo. Uno de los sujetos presentó dominancia hemisférica derecha.

Conclusiones: La utilización de la RMf en neurocirugía es un procedimiento seguro, no invasivo, confiable y de fácil aplicación. Además de su disponibilidad, se puede utilizar en sujetos sanos con fines de investigación.

Palabras clave: RMf, lenguaje, dominancia hemisférica, preferencia manual, mapeo cerebral.

Summary

Determination of language dominance and motor areas is particularly important in preoperative evaluation of patient candidates for neurosurgical procedures because it can predict risk level of potential neurocognitive deficit postsurgery and develop functional maps that may be helpful in defining boundaries of surgical excisions.

Objective: The objective of this study was to determine language dominance and motor areas using functional magnetic resonance imaging (MRI). This technique was validated by other authors using Wada test (3.6). In this case, we validated fMRI with Dichotic listening test.

Material and methods: We performed fMRI in 10 right-handed subjects ranging in age from 20 to 72 years. fMRI was conducted on a 1.5-T GE Signa Highspeed employing BOLD echoplanar sequences in two different planes and an Advantage Windows Work Station (4.0). Language activation task was performed with block design and words generation on silent. Motor activation was performed with simple and complex uni- or bilateral movement.

Results: Frontal areas involved in linguistic processing near Broca area were determined in nine subjects in left hemisphere. Only one patient showed right hemispheric dominance.

Conclusions: Application of fMRI in Neurosurgery is important and represents a unique tool that is safe, trustworthy, fast, and easy to use in patient candidates for this technique. We can use this technology in healthy subject for investigation goals.

Key words: fMRI, language, hemispheric dominance, manual preference, brain mapping.

* Departamento de Resonancia Magnética.

** Centro de Radiocirugía del Hospital Ángeles del Pedregal.

Correspondencia:

Dr. Rubén Conde Espinosa. Departamento de Resonancia Magnética, Hospital Ángeles del Pedregal, Camino a Santa Teresa No. 1055, Col. Héroes de Padierna 10700, México, D.F. Correo electrónico: coer2001@prodigy.net.mx

Aceptado: 22-01-2004.

INTRODUCCIÓN

La comunicación es un proceso de intercambio de información, de conocimientos, de sentimientos, de opiniones entre los seres humanos, dicha comunicación puede lograrse por diferentes medios (lectura, escritura, símbolos, señales, actitudes, etc) siendo el más efectivo el lenguaje verbal.

El lenguaje verbal o comunicación lingüística es un sistema complejo de signos regidos por un conjunto de normas que le permite al individuo entender y producir un número ilimitado de oraciones y mensajes, a partir de un número pequeño de signos y reglas.¹

Este sistema complejo de signos se puede afectar cuando se presenta una lesión cerebral imposibilitando al paciente a continuar con su vida cotidiana. De aquí que surge la necesidad de determinar la dominancia hemisférica del lenguaje, así como de áreas motoras en pacientes candidatos a algún procedimiento neuroquirúrgico.²

La dominancia hemisférica del lenguaje se refiere a la especialización hemisférica cerebral para el procesamiento de material lingüístico, también conocida como lateralización del lenguaje y consiste en la capacidad por alguno de los dos hemisferios para el manejo de los signos lingüísticos en su forma oral o escrita tanto en la comprensión como en la expresión.³

El supuesto acerca de que la preferencia manual indica una dominancia hemisférica contralateral para el lenguaje no es del todo cierto. En estudios con amital sódico se ha determinado que el 95% de los sujetos diestros tienen una dominancia hemisférica izquierda y que el 70% de los zurdos también tienen esta misma representación,³ por lo tanto, es importante destacar que la determinación de la preferencia manual no necesariamente implica la determinación de la dominancia hemisférica del lenguaje y que la organización cerebral del lenguaje en los sujetos zurdos no es la inversa a la de los diestros.⁴

Las afirmaciones antes mencionadas crearon la necesidad de utilizar métodos alternativos que permitieran la determinación de la lateralización del lenguaje con la finalidad de asegurar mayor integridad neuropsicológica a aquellos pacientes candidatos a algún procedimiento quirúrgico.² Los métodos más usados son la prueba de Wada,³ la técnica de escucha dicótica^{3,4} y la resonancia magnética funcional.⁵⁻¹³

DETERMINACIÓN DE LA DOMINANCIA HEMISFÉRICA DEL LENGUAJE (DHL) CON RESONANCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL

En sentido amplio los estudios funcionales son un conjunto de técnicas que poseen sensibilidad funcional, es decir, cuyo contraste depende del estado hemodinámico cere-

bral y cuyas imágenes (llamadas paramétricas) representan espacialmente funciones señal-tiempo que son en definitiva una expresión indirecta de la fisiología cerebral.

La resonancia magnética funcional es una técnica inocua que utiliza secuencias especiales eco-planares, potenciadas en eco de gradiente y BOLD (del inglés *Blood Oxygen Level Dependent*) para detectar las concentraciones de oxi y desoxihemoglobina en sangre, convirtiéndolas en un contraste fisiológico, mediante el cual es posible detectar zonas de actividad cerebral cortical, dependientes del flujo sanguíneo local.¹⁴

En sentido estricto la resonancia magnética funcional es una técnica capaz de estudiar procesos cognitivos, creando mapas que representan la localización de áreas cerebrales directamente implicadas en la ejecución de tareas concretas (*Figuras 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9*).

De esta manera, para la determinación de la DHL se trata de que el sujeto en estudio realice una tarea lingüística, la cual implicará activación de regiones cerebrales relacionadas con dicha tarea en el hemisferio especializado con el procesamiento del material lingüístico. Generalmente se utiliza la tarea (paradigma) de generación de palabras en silencio, es el paradigma más utilizado en la DHL, en la que al sujeto se le solicita la evocación de palabras que inician con una letra determinada o que pertenezcan a una categoría semántica específica.^{2,5-10} Esta actividad se realiza en silencio, es decir, sin articular las palabras para evitar artificios de movimiento y activación de áreas cerebrales relacionadas con el control muscular del aparato fonoarticulatorio. Las áreas cerebrales más frecuentemente activadas son regiones frontales cercanas al área de Broca,¹⁵ aunque también se presenta una activación en menor grado de regiones homólogas del hemisferio contralateral, ambos tálamos y eventualmente otras áreas corticales y subcorticales, difiriendo en cada individuo la intensidad de dicha activación.

La RMf es uno de los métodos actuales de mapeo cerebral preoperatorio que tiene como objetivo evitar algunos déficits postquirúrgicos importantes que impidan una adecuada reintegración del paciente a su vida familiar, social y laboral.¹⁶ La determinación de la lateralidad del lenguaje y el mapeo de áreas cerebrales motoras constituyen las aplicaciones clínicas más utilizadas de la RMf. Latchaw y cols.^{13,17} mencionan que la técnica BOLD en pacientes con tumores cerebrales y epilepsia es útil para determinar la lateralidad del lenguaje antes de una posible lobectomía temporal y la localización funcional de áreas cerebrales elocuentes previos a la neurocirugía.

De esta manera, existe una gran necesidad de determinar áreas cerebrales motoras y del lenguaje, así nuestro principal objetivo en este trabajo fue determinar la dominancia hemisférica del lenguaje principalmente en suje-

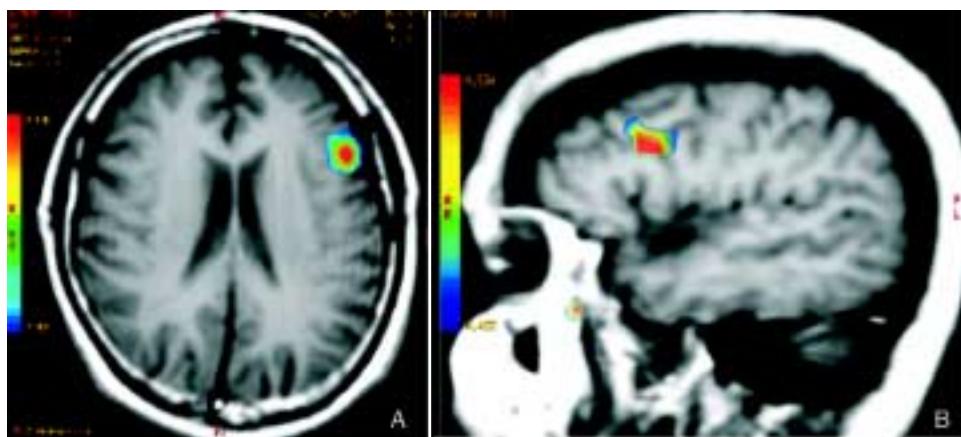


Figura 1. Estudio de RMf para la determinación de la DHL durante una tarea lingüística. **A.** Sujeto diestro sano, observándose mayor activación hemisférica izquierda. **B.** Corte parasagital izquierdo en T1 en el que se observa activación de la corteza frontal entre la segunda y tercera circunvoluciones frontales, probablemente correspondiente al área 46 de Brodmann.

tos sanos diestros mediante la resonancia magnética funcional (*Figuras 1, 3, 4 y 5*) y la prueba de escucha dicótica.

En la actualidad existe un gran número de estudios al respecto a nivel internacional, sin embargo, en nuestro país no existen. En algunos se compara la confiabilidad de la RMf con la prueba de Wada en sujetos con epilepsia,⁸ otros estudios van dirigidos a valorar la incidencia de la lateralidad en sujetos sanos,¹⁵ comparar sujetos con epilepsia y voluntarios sanos,¹⁸ observar diferencias entre hombres y mujeres,⁹ etc.

DETERMINACIÓN DE LA DOMINANCIA MANUAL

La preferencia manual se explora tradicionalmente a través de preguntas dirigidas a investigar la mano dominante para la realización de actividades, tal es el caso del inventario de Edinburgh (suma de los diez ítems), de tal manera que se puede establecer el grado de preferencia manual asignando un puntaje del 1 al 5 de acuerdo a cada actividad que se investiga. Siendo el 1 derecha muy preferente, 2 derecha preferente, 3 mano indiferente, 4 izquierda preferente y 5 izquierda muy preferente. Así, se obtiene una suma que indica el grado de preferencia manual. Diez puntos para un sujeto totalmente diestro, 30 para un ambidiestro y 50 puntos para uno totalmente zurdo.¹⁹

PRUEBA DE ESCUCHA DICÓTICA

La prueba de escucha dicótica (PED) es un método para determinar la DHL; es una técnica no invasiva que consiste en la presentación simultánea de dos estímulos sonoros diferentes, uno en cada oído, en la que el sujeto debe de identificar las palabras presentadas. La ventaja de un oído en cuanto al porcentaje de palabras percibidas refleja la dominancia hemisférica contralateral para

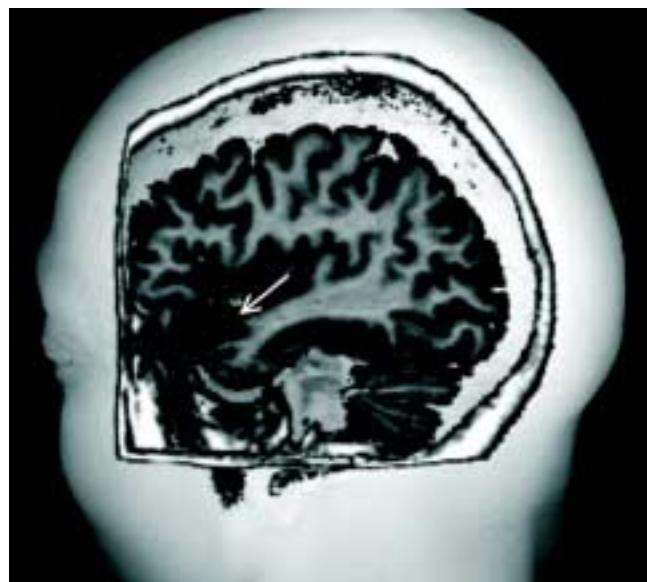


Figura 2. Reconstrucción de resonancia magnética en tercera dimensión. La flecha indica una neoplasia quística de estirpe glial.

el procesamiento lingüístico,⁴ siempre y cuando se tenga una audiometría normal.

MATERIAL Y MÉTODOS

SUJETOS

Se estudió un total de 10 voluntarios sanos diestros (5 hombres y 5 mujeres) con un rango de edad de entre los 20 y 72 años. A todos se les aplicó el inventario de Edinburgh para determinar la preferencia manual, además de una entrevista clínica para descartar padecimientos neurológicos o psi-

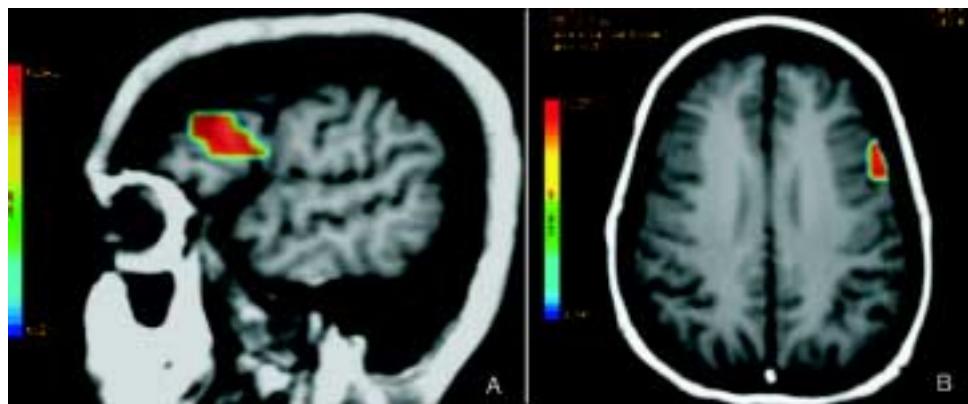


Figura 3. Determinación de la dominancia hemisférica para el lenguaje. **A.** Corte parasagital izquierdo de un sujeto diestro sano bilingüe con activación de la corteza frontal izquierda en la región triangular de la tercera circunvolución frontal. Observándose mayor activación hemisférica izquierda. **B.** Corte axial T1.

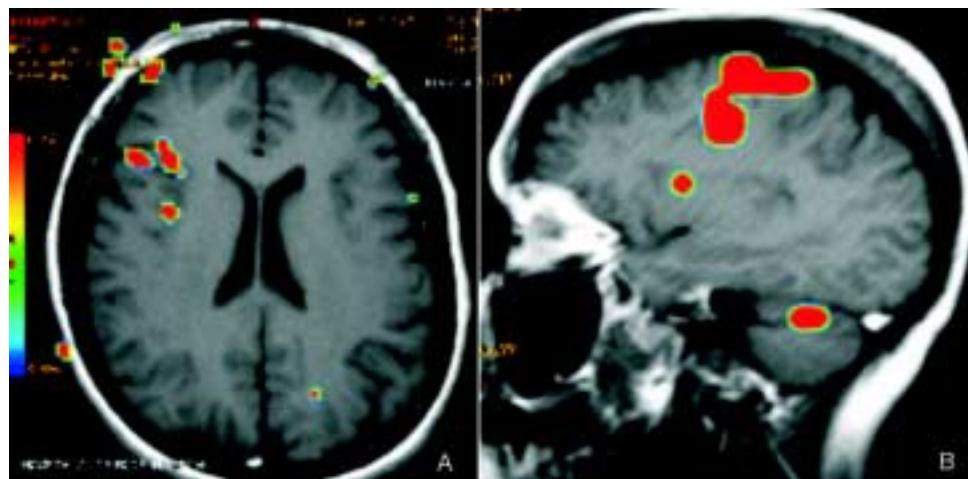


Figura 4. Sujeto diestro sano posterior a una tarea lingüística. **A.** Corte axial. **B.** Corte parasagital derecho, identificando mayor activación cortical y subcortical frontal derecha. Un porcentaje menor al 5% de los diestros tienen esta representación atípica cerebral del lenguaje.

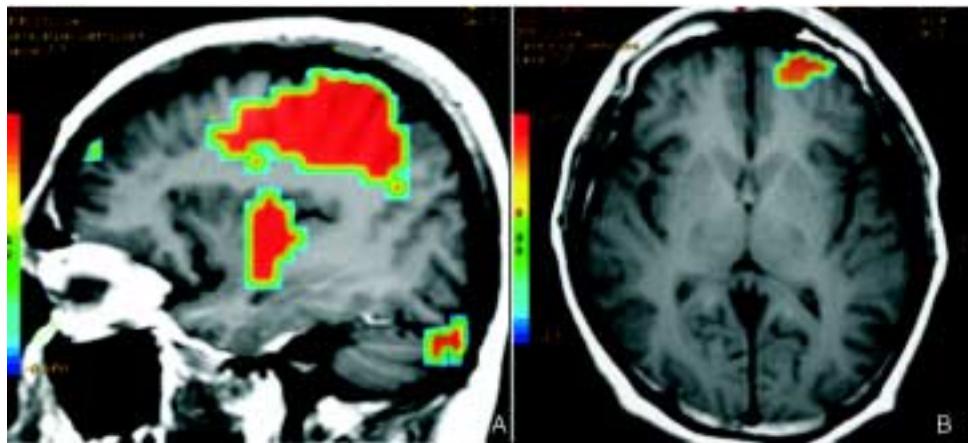


Figura 5. Sujeto sano diestro bilingüe (Náhuatl-Español), posterior al paradigma de generación de verbos en náhuatl en silencio. **A.** Corte parasagital izquierdo, donde se observa activación de la corteza prefrontal, motora suplementaria e insular izquierda. **B.** Corte axial en T1, identificándose activación de la corteza frontopolar izquierda.

quiátricos. Ningún individuo presentó síntomas de claustrofobia que pudieran afectar el estudio.

TAREA DEL LENGUAJE

Se utilizó la generación de palabras en silencio de acuerdo a una categoría fonológica y semántica para activar áreas cerebrales anteriores del hemisferio dominante. De

esta manera, se les solicitó la evocación de verbos que iniciaran con la letra "A" durante 3 períodos de 30 segundos intercalados con 3 períodos de descanso. A todos los sujetos se les proporcionó una amplia explicación del procedimiento en general, además del adiestramiento fuera del magneto en la realización de la tarea a ejecutar con la finalidad de evitar una realización inadecuada.

En todos los sujetos se realizó un estudio de RMf de movimiento palmar (*Figuras 8 y 9*) como una forma de comparación de una activación cortical simple y del grado de respuesta psicofisiológica, en caso de presentarse muchos artificios en el estudio motor se eliminó el estudio del lenguaje de la muestra.

Se utilizó una versión de la prueba de escucha dicótica en la cual se controló con precisión la aparición, duración y finalización simultánea de cada par de estímulos verbales. Se emplearon 61 pares de palabras (sílabas, dígitos y palabras de diferente tipo) para determinar la ventaja del oído derecho (VOD) o del oído izquierdo (VOI).

EQUIPO Y ADQUISICIÓN DE LAS IMÁGENES

Los estudios se realizaron en un equipo General Electric (GE) Signa Highspeed de 1.5 Teslas, utilizando una antena de encéfalo, con imágenes ecoplanares (EPI) ponderadas en eco de gradiente (GrE) mediante la técnica dependiente de los niveles de oxígeno en sangre (BOLD) en planos axial y parasagital con un TE 50 msec, TR 3000 msec, un Flip angle 90°, Bandwidth 625, Fov 24 cm, Slices 8, Thickness 6 mm, Spacing 1.0 mm, Nex 1, matriz cuadrada de 64, con un tiempo de adquisición de 3:00 minutos (diseño en bloque con 3 períodos de reposo y 3 de activación intercalados). Las secuencias EPI se sobreimpusieron en secuencias T1 SE utilizando un postprocesamiento de las imágenes en una estación de trabajo Advantage (4.0). No se emplearon algoritmos de corrección

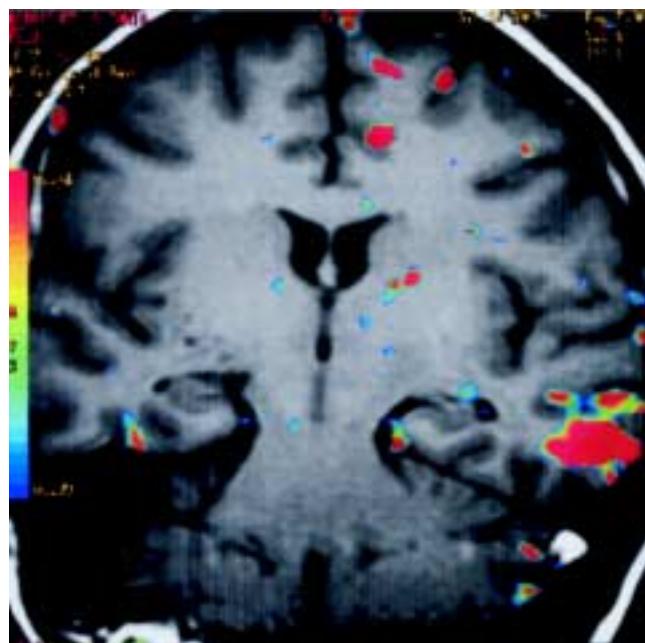


Figura 6. Sujeto diestro realizando una tarea de memoria verbal, observándose activación frontal, temporal y talámica izquierdas. Con mayor acentuación hacia la tercera circunvolución temporal izquierda y de la quinta circunvolución temporal en forma bilateral.

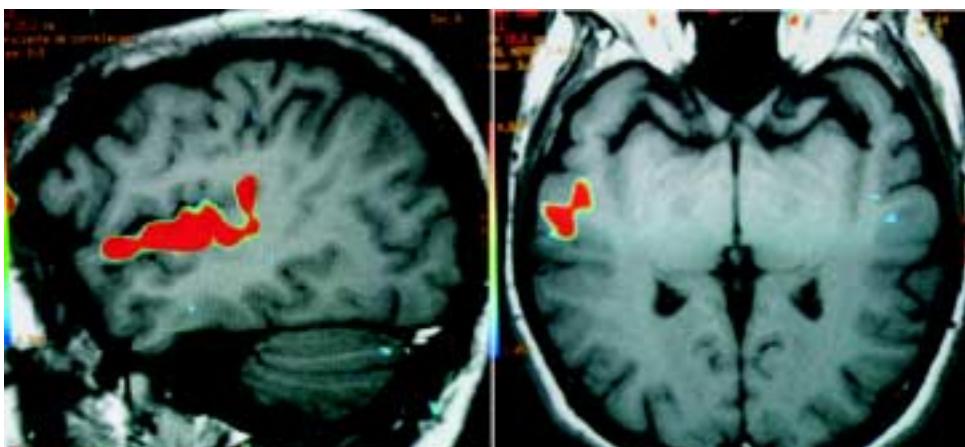


Figura 7. Sujeto diestro sano durante una tarea de estimulación auditiva mediante una pieza de música clásica (Para Elisa de Beethoven) observándose activación de la primera circunvolución temporal izquierda en su porción caudal cercana a la circunvolución transversa de Heschl.

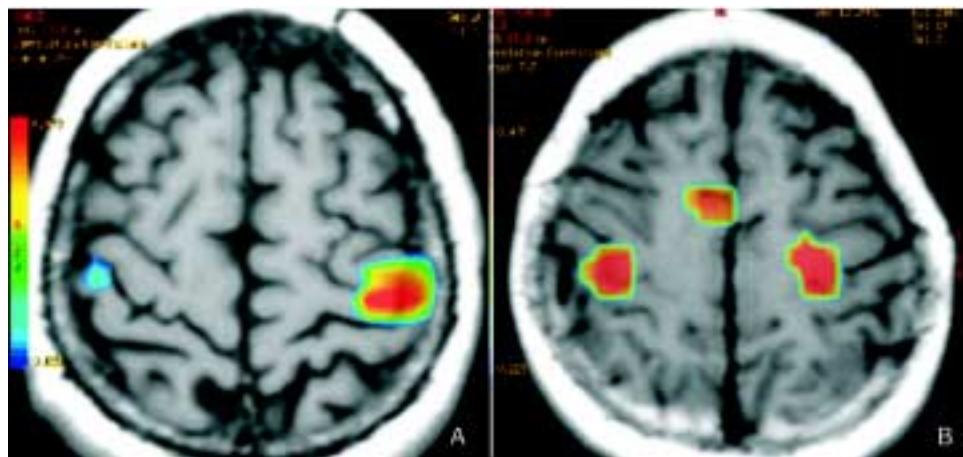


Figura 8. Sujeto diestro sano durante una tarea motora. **A.** corte axial T1 que muestra activación de la corteza motora primaria durante el movimiento palmar bilateral, observándose mayor activación de la corteza motora izquierda. **B.** Corte axial T1 durante el movimiento palmar bilateral con verbalización, observándose activación de la corteza motora en forma bilateral y en la región prefrontal paramedial derecha.

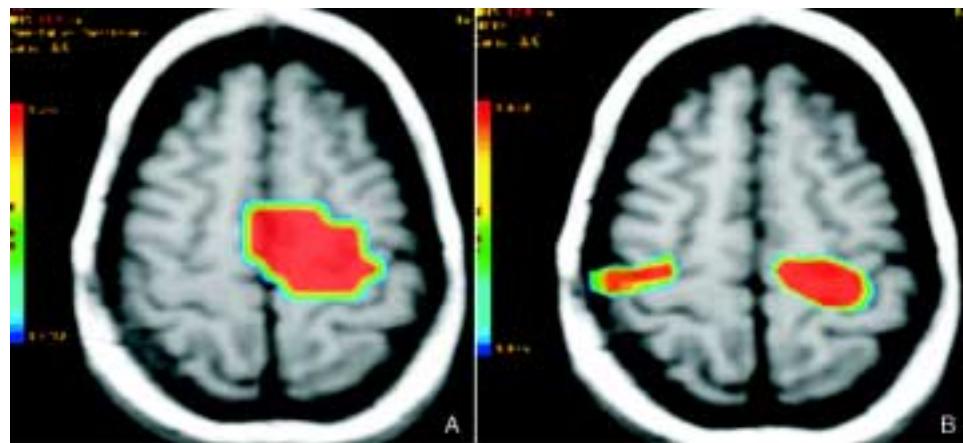


Figura 9. Sujeto diestro durante una tarea motora. **A.** Corte axial T1 que muestra activación de la corteza somatosensorial durante el movimiento complejo palmar derecho. **B.** Corte axial T1 durante el movimiento palmar bilateral, observando activación de la corteza motora en forma bilateral de predominio izquierdo.

Cuadro I. Resultados de la determinación de la DHL mediante RMf.

Paciente	Preferencia manual	RMf	Prueba de escucha dicótica	Diagnóstico neurológico
1	D			Voluntario
2	D			Voluntario
3	D			Voluntario
4	D			Voluntario
5	D			Voluntario
6	D			Voluntario
7	D			Voluntario
8	D			Voluntario
9	D			Tumor
10	D	D	D	Voluntario

D-derecha, I-izquierda. La celda en (azul intenso) del final de la tabla indica organización cerebral atípica.

de movimiento. Debido a que el objetivo del trabajo fue determinar la mayor activación de uno u otro hemisferio cerebral; no se utilizó el programa SPM (Statistical Parametric Mapping) para el análisis de regiones cerebrales específicas. El paradigma utilizado fue la generación de verbos en silencio en español, en algunos sujetos también se realizó en otro idioma (inglés, eslovaco, francés o náhuatl) (*Figuras 1, 3, 4 y 5*), con previo adiestramiento del sujeto fuera del magneto.

RESULTADOS

De los 10 individuos diestros en total (*Cuadro I*) solamente uno de ellos mostró una representación hemisférica atípica, es decir, en 9 voluntarios se determinó dominancia hemisférica izquierda, mientras que sólo el sujeto no. 10 mostró dominancia hemisférica derecha. En el paciente incluido (sujeto no. 9) también se demostró dominancia hemisférica izquierda en el procesamiento lingüístico, además se realizó una reconstrucción tridimensional como apoyo para el plan quirúrgico (*Figura 2*).

CONCLUSIÓN

Las imágenes de RMf en combinación con reconstrucciones tridimensionales y técnicas de neurocirugía estereotáctica pueden mejorar sustancialmente los resultados quirúrgicos debido a la orientación topográfica y funcional que aportan en la planeación de la trayectoria del abordaje quirúrgico previniendo déficits en el lenguaje y el movimiento.

La RMf es una alternativa no invasiva en la determinación de la dominancia hemisférica para el lenguaje que no implica ningún tipo de riesgo para el paciente a diferencia de la prueba de Wada. Es repetible, confiable, de fácil aplicación y está disponible en nuestro país. Consideramos que en el futuro será un estudio indispensable en algunos procedimientos neuroquirúrgicos y como complemento en procedimientos neurológicos invasivos. Además, puede utilizarse en sujetos sanos con fines de investigación.

REFERENCIAS

1. Munguía I, Munguía ME, Rocha G. Gramática lengua española, reglas y ejercicios. Larousse 1999.
2. Álvarez-Linares J, Martín-Plasencia P, Maestú-Urturbe F, Sola RG, Iglesias J, Serrano JM. Dominancia hemisférica para el lenguaje y resonancia magnética funcional: comparación de tres tareas. *Rev Neurol* 2002; 35: 115-118.
3. Ardila A, Rosell M. *Neuropsicología clínica*. Medellín, Colombia: Prensa Creativa; 1992.
4. Junqué C, Vendrell P. Lateralización del lenguaje: la audición dicótica. En: Peña-Casanova J, editor. *La exploración neuropsicológica*. Sociedad Española de Neurología; 1987.
5. Binder JR, Swanson SJ, Hammeke TA et al. Determination of language dominance with functional MRI: comparison with Wada test. *Neurology* 1996; 46: 978-984.
6. Binder JR. Functional MRI of the language system. In: Moonen and Bandettini, editors. *Functional MRI*. Springer; 2000: 407-419.
7. Cuenod CA, Bookheimer SY, Hertz-Pannier L et al. Functional MRI during word generation, using conventional equipment: a potential tool for language localization in the clinical environment. *Neurology* 1995; 45: 1821-1827.
8. Desmond JE. Functional MRI measurement of language localization in Wada tested patients. *Brain* 1995; 118: 1411-1419.
9. Fronst J, Binder JR, Springer A, Hammeke TA, Bellgowan SF. Language processing is strongly left lateralized in both sexes. Evidence from functional MRI. *Brain* 1999; 122: 199-208.
10. Hertz-Pannier L, Gaillard WD, Mott SH, Cuenod CA, Bookheimer SY et al. Noninvasive assessment of language dominance in children and adolescents with functional MRI: a preliminary study. *Neurology* 1997; 48: 199-208.
11. Benson R, FitzGerald DB, LeSueur L et al. Language dominance determined by whole brains functional MRI in patients with brain lesions. *Neurology* 1999; 52: 798-809.
12. Piñeiro R, Matthews PM, Maestú C, Bardasano JL. Resonancia Magnética funcional y el cortex motor. I. Análisis de grupo. *Rev Neurol* 2001; 32: 1101-1106.
13. Latchaw RE, Hu X. Functional MR imaging in the evaluation of the patient with epilepsy. Functional localization. *Neuroimag Clin North Am* 1995; 5: 683-693.
14. Piñeiro J, Matthews PM. Introducción a la resonancia magnética funcional. *Rev Neurol* 2000; 31: 983-991.
15. Pujol J, Deus JM, Losilla J, Capdevila A. Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. *Neurology* 1999; 52: 1038-1043.
16. Hirsch J, Ruge M, Kim KHS, Correa DD et al. An integrated functional magnetic resonance imaging procedure for preoperative mapping of cortical areas associated with tactile, motor, language, and visual functions. *Neurosurgery* 2000; 47: 711-722.
17. Lurito JT, Dzemidzin M. Determination of cerebral hemisphere language dominance with functional magnetic resonance imaging. In: Anatomic basis of functional MR imaging. *Neuroimag Clin North Am* 2001; 11: 355-363.
18. Springer JA, Binder JR, Hammeke TA, Swanson SJ, Frost JA et al. Language dominance in neurologically normal and epilepsy subjects. A functional MRI study. *Brain* 1999; 122: 2033-2045.
19. Peña-Casanova J. *Programa integrado de exploración neuropsicológica "Test Barcelona"*. Barcelona, España: Masson; 1990.

