

Resonancia magnética funcional: comportamiento de las áreas elocuentes motoras en gliomas de bajo y alto grado



JORGE R. DO CAMPO, MD
NEURORRADIÓLOGO

ESPECIALISTA EN DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES
AUTORES

¹JORGE R. DOCAMPO, MD; ²MARCELO CABRINI, MD; ³INGRID MARTÍN, Tc; ⁴CARLOS CASTILLO, MD; ⁵CARLOS MORALES, MD; ⁶CLAUDIO BRUNO, MD

^{1, 3, 4, 5, 6}Fundación Científica del Sur,
Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina.

²Hospital Virgen de Altagracia, Ciudad Real,
España.

E-mail: docampojorge@hotmail.com

Resumen

Objetivo: Mostrar ejemplos iconográficos de los diferentes tipos de compromiso de las áreas elocuentes motoras en la evaluación de tumores gliales fronto-parietales de bajo y alto grado mediante resonancia magnética funcional.

Material y métodos: Para el presente trabajo fueron seleccionados 8 pacientes, 6 de sexo masculino, y 2 de sexo femenino, a los cuales se les realizó resonancia magnética funcional como parte de la evaluación prequirúrgica. Se utilizaron los paradigmas motor bilateral y unilateral para evaluar las áreas elocuentes motoras primarias y complementarias. Los estudios fueron realizados en un resonador de 1.5T.

Resultados: Las áreas elocuentes motoras son: el área motora primaria o rolándica y el área motora suplementaria. La resonancia magnética funcional nos permite identificar las áreas elocuentes motoras, evidenciándose activación de contraste BOLD (consumo de oxígeno) durante la realización de un paradigma motor. Un área elocuente es aquella que consume más oxígeno durante la realización de un estímulo (paradigma) puntual. En tumores de bajo grado, debido a su lento crecimiento y a la plasticidad del cerebro, se identifica migración del área elocuente adyacente a la lesión. En procesos expansivos de alto grado, debido a su rápido crecimiento, se identifica un compromiso de las áreas elocuentes y una activación de contraste BOLD intratumoral.

Recibido: Abril 2010
Aceptado: Mayo 2010

Conclusión: La evaluación de las áreas elocuentes motoras en pacientes con procesos expansivos primarios es de suma utilidad para la planificación de la conducta quirúrgica. Los procesos expansivos de bajo grado por lo general provocan migración de las áreas elocuentes motoras, mientras que los tumores de alto grado comprometen las mismas.

Palabras Clave: glioma; resonancia magnética funcional; paradigma motor; área elocuente

Abstract

Objectives: To show iconographic examples of the different types of compromise of eloquent motor areas in the assessment of low and high grade frontoparietal tumors.

Material and methods: Eight patients were selected, 6 males and 2 females, who underwent functional magnetic resonance imaging as part of the presurgical evaluation. Bilateral and unilateral motor paradigms were applied to assess the primary and supplementary eloquent motor areas. The studies were performed on a 1.5T scanner.

Results: The eloquent motor areas are: primary or Rolandic motor area, and supplementary motor area. Functional magnetic resonance imaging allows to identify the eloquent motor areas, and shows BOLD contrast activation (oxygen consumption) during the performance of a motor paradigm.

An eloquent area is that which consumes the highest amount of oxygen during the performance of a specific stimulus (paradigm).

In low-grade tumors, due to their slow growth and brain plasticity, migration of the eloquent area adjacent to the lesion is identified. In high-grade expansion processes, compromise of the eloquent areas and activation of intra tumor BOLD contrast are identified, due of their fast growth.

Conclusion: Assessment of eloquent motor areas in patients with primary expansion processes is highly useful to plan any surgical action. Low-grade expansion processes generally produce migration of the eloquent motor areas while high-grade tumors compromise them.

Key Words: glioma; functional MR imaging; motor paradigms; eloquent area

Introducción

La resonancia magnética funcional permite identificar las áreas motoras elocuentes, mostrando activación de contraste BOLD (por sus siglas en inglés, blood oxygen level-dependent [consumo de oxígeno]) durante la realización de un paradigma motor. Un área elocuente es la que consume la mayor cantidad de oxígeno durante la realización de un estímulo puntual (paradigma). Las áreas elocuentes motoras son: el área motora primaria (rolándica) y el área motora suplementaria.

El área motora primaria es la encargada de todas las funciones motoras del cuerpo. El movimiento de la mano es manejado por gran parte de la corteza rolándica; por tal motivo, se elige para la evaluación de este área un paradigma que utilice la movilidad de los dedos (Fig. 1).

El área motora suplementaria, que es la encargada del movimiento fino, ayuda a las funciones del área motora primaria.¹ El movimiento de los dedos también activa este área. Cuando se realiza un paradigma motor se observa también activación de contraste BOLD a nivel del cerebelo, el cual está involucrado en la modulación e inhibición de la descarga motora producida en la corteza rolándica (Fig. 2).²

Si se realiza el movimiento de una mano, por lo general el área elocuente motora se ubica en la corteza rolándica del hemisferio contralateral. Pero se ha visto que en algunos casos el movimiento de la mano dominante provoca la activación de ambas cortezas rolándicas, con un predominio en el hemisferio cerebral contralateral. (Figs. 3 y 4)

Resultados

Cuando se estudia un tumor frontal con resonancia magnética funcional previo a una cirugía, es imprescindible la evaluación de las áreas motoras primaria y suplementaria, a fin de determinar si hay compromiso o no de las mismas (Figs. 5 y 6).³

En los tumores de bajo grado, debido a su lento crecimiento y la plasticidad del cerebro, se identifica la migración del área elocuente adyacente a la lesión (Fig. 7). El lento crecimiento de estos tumores permite que el cerebro acomode sus áreas elocuentes para conservar la funcionalidad. Esta migración puede ser en el mismo hemisferio cerebral o hacia el contralateral.⁴

En los procesos expansivos de alto grado, debido a su rápido crecimiento, se identifica compromiso de las áreas elocuentes y la activación de contraste BOLD intratumoral (Figs. 8 y 9). La rápida velocidad del crecimiento del tumor no permite la migración de las áreas elocuentes.

La presencia de activación de contraste BOLD intratumoral es un signo de mal pronóstico debido a que si se reseca el tumor es muy probable que el paciente quede con una secuela motora. (Figs. 10 y 11) Asimismo, dicha activación permanece en el período de activación y en el período de reposo del estudio.^{5,6}

En la evaluación prequirúrgica de un tumor, es muy útil la utilización de la tractografía para ver si están comprometidos los haces y fascículos de sustancia blanca. Se pueden realizar técnicas de fusión con tractografía y resonancia funcional para tener un mejor panorama del compromiso del tumor a estudiar,^{7,8} evaluando las áreas elocuentes y los fascículos cercanos. (Figs. 12 y 13)

Discusión

Debe tenerse en cuenta que la resonancia funcional es un método de diagnóstico por imágenes en el cual la cooperación del paciente para la realización del estudio es primordial, ya que se necesita que el mismo siga las consignas indicadas por el neurorradiólogo para poder obtener resultados útiles. Pacientes con deterioro de sensorio o con trastornos cognitivos no son candidatos para este estudio.

Otro de los causales de fracaso del estudio es la presencia de movimientos de la cabeza durante la realización de la secuencia generando una distorsión de las áreas de activación de contraste bold;⁵ a veces se identifica un anillo periférico de contraste BOLD rodeando a la calota craneana, artefacto provocado por el movimiento.

El estrés y la ansiedad durante la realización del estudio también alteran el resultado. Es necesario citar al paciente 2 ó 3 veces en algunas oportunidades.

Con respecto a los tumores de alto grado, debemos mencionar que el edema vasogénico y el efecto de masa del tumor pueden alterar el resultado del estudio, provocando menor detección de las áreas que consumen oxígeno.

El efecto de masa tumoral colapsaría a las vénulas, disminuyendo la sensibilidad en donde hay mayor

pasaje de oxihemoglobina a desoxihemoglobina.² Por tal motivo es recomendable, si se puede, efectuar un tratamiento con corticoides previo a la realización del estudio para disminuir el edema vasogénico.

También se debe mencionar que los vasos intratumorales (angiogénesis) no suelen presentar mecanismo de autorregulación, así como tampoco suelen responder a estímulos fisiológicos. Esto puede disminuir la sensibilidad diagnóstica de contraste BOLD intratumoral.⁹

Otro de los problemas posibles es la presencia de artefactos metálicos que alteren la sensibilidad del método en el parénquima encefálico adyacente, evidenciándose escaso contraste BOLD.¹⁰

Conclusión

La evaluación de las áreas elocuentes motoras en pacientes con procesos expansivos primarios es de suma utilidad para la planificación de la conducta quirúrgica. Los procesos expansivos de bajo grado por lo general provocan migración de las áreas elocuentes motoras, mientras que los tumores de alto grado comprometen las mismas. La activación intratumoral es de mal pronóstico ya que la resección del tumor va a dejar seguramente una secuela.

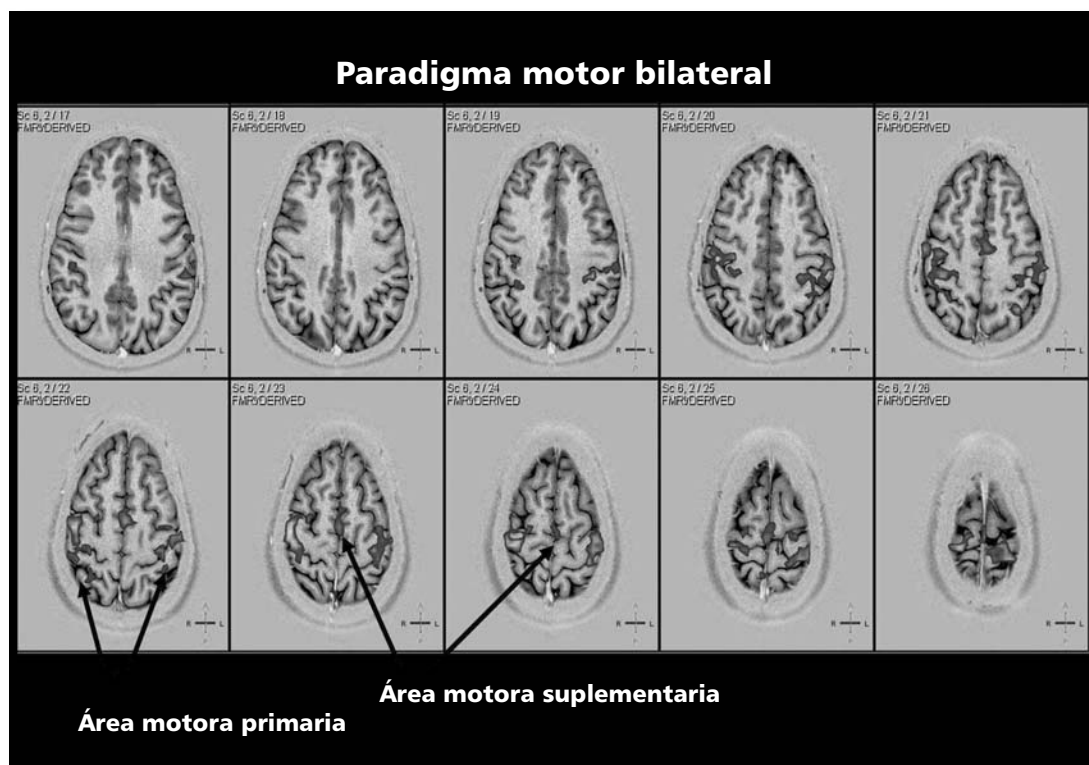


Figura 1: Áreas elocuentes motoras normales. Durante la realización del paradigma motor con ambas manos se observa activación de contraste BOLD en la región rolándica en forma bilateral, correspondiendo a las áreas elocuentes motoras primarias. También se identifica activación de contraste BOLD en la región prefrontal, en la línea media, correspondiendo al área elocuente motora suplementaria.

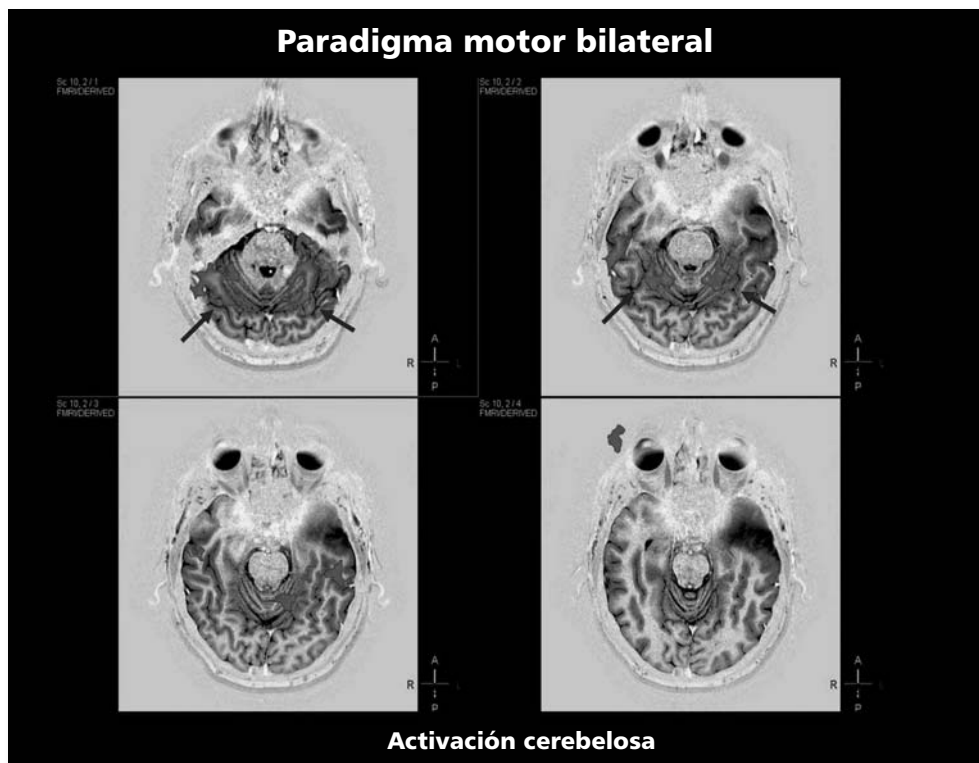


Figura 2: Continuación. Durante la realización del paradigma motor con ambas manos se observa activación de contraste BOLD en ambos hemisferios cerebelosos. Los mismos intervienen en la inhibición y modulación de la descarga motora.

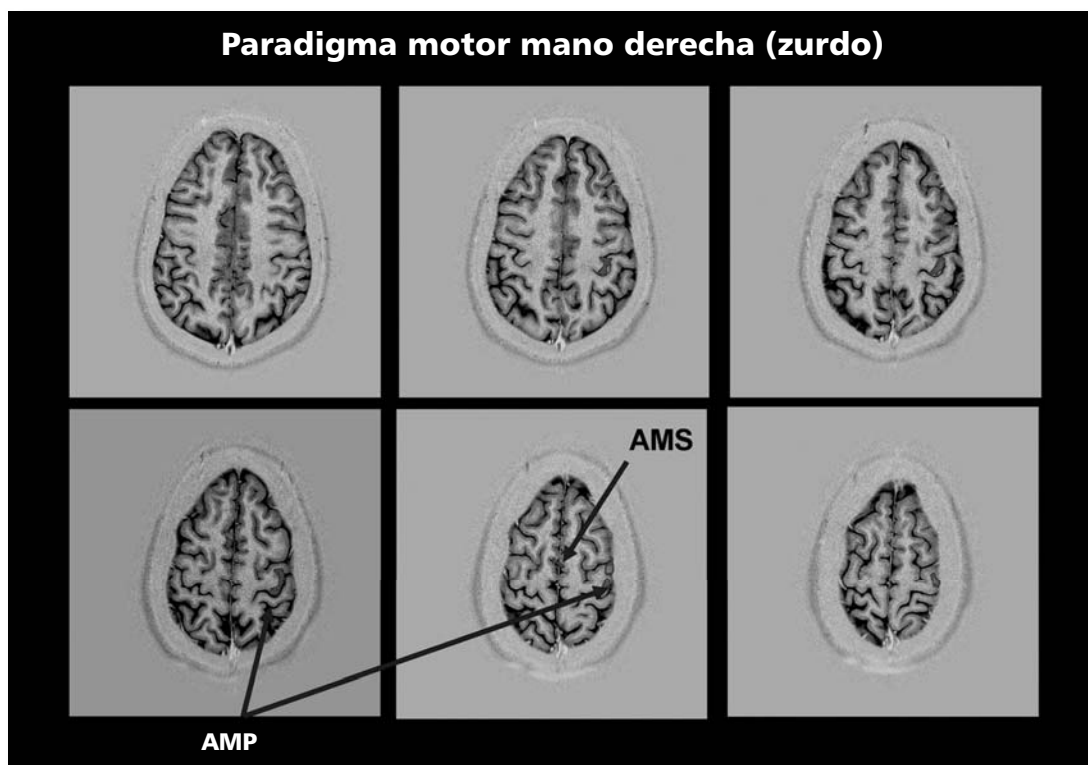


Figura 3: Áreas elocuentes motoras normales. Durante la realización del paradigma motor con la mano derecha (no hábil) en un paciente zurdo se observa activación de contraste BOLD en el área motora primaria (PMA) del hemisferio cerebral izquierdo (contralateral) y en el área motora suplementaria (SMA).

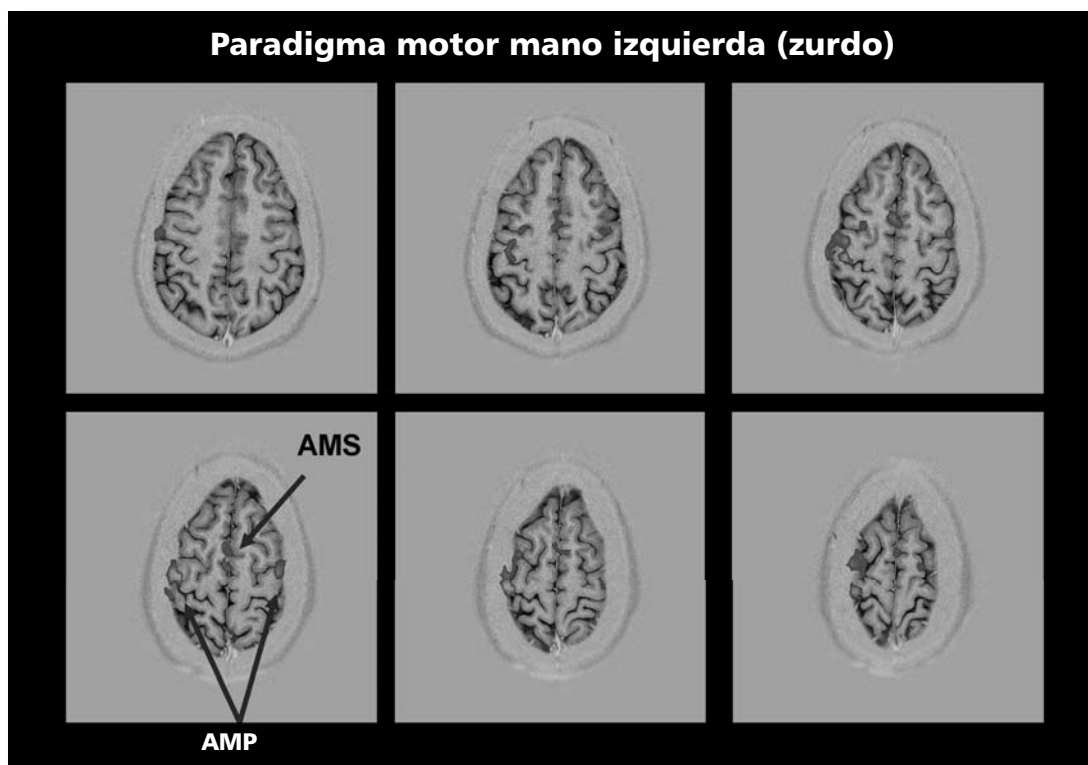


Figura 4: Continuación. En el mismo paciente zurdo, durante la realización del paradigma motor con mano izquierda (mano hábil), se observa activación de contraste BOLD en ambas áreas motoras primarias (PMA), a predominio del hemisferio cerebral derecho. También se identifica activación en el área motora suplementaria (SMA).

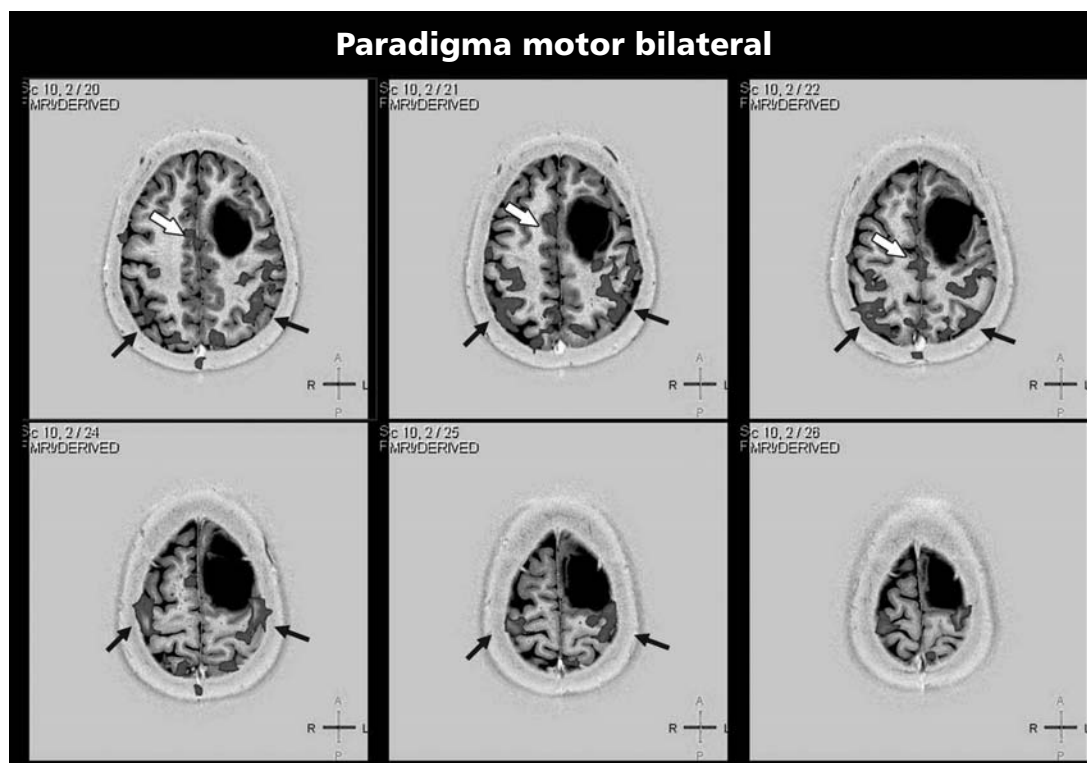


Figura 5: Glioma frontal izquierdo de bajo grado. Se muestra un ejemplo de un glioma prefrontal de bajo grado que fue evaluado con resonancia magnética funcional utilizando paradigma motor bilateral, en donde no se identifica compromiso del área elocuente motora primaria izquierda (flecha negra) como así tampoco del área motora suplementaria (flecha blanca).

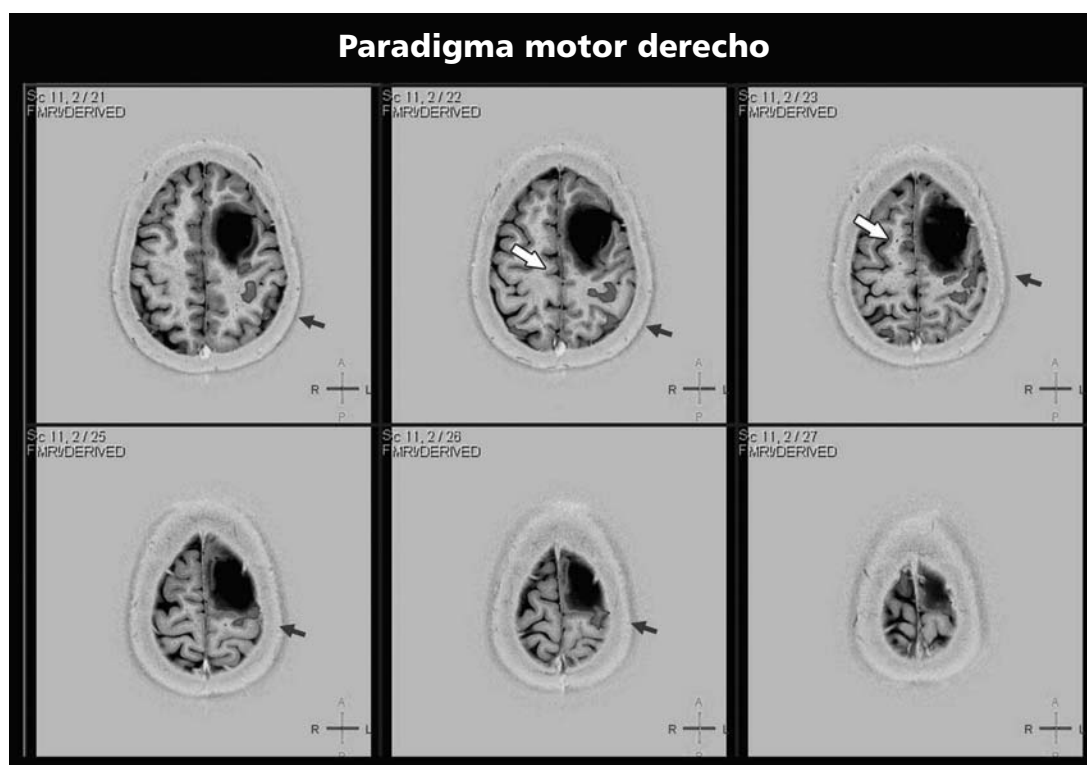


Figura 6: Continuación. Al mismo paciente se le realizó paradigma motor con mano derecha, identificándose las áreas elocuentes motora primaria izquierda (flecha negra) y motora suplementaria (flecha blanca), sin compromiso de las mismas por el tumor.

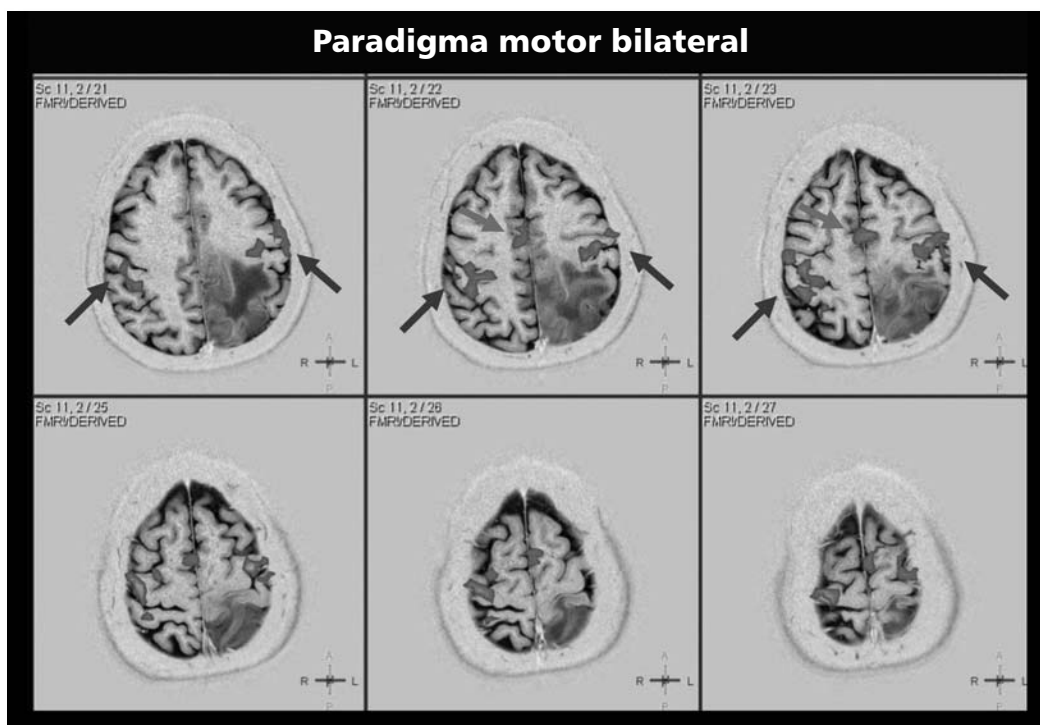


Figura 7: Oligodendroglioma grado II frontoparietal izquierdo que compromete la región rolándica. En la resonancia funcional con paradigma motor bilateral se observa activación de contraste BOLD en ambas áreas motoras primarias (PMA) y en el área motora suplementaria (SMP). Se visualiza migración anterior del área motora primaria izquierda sin evidenciarse contraste BOLD intratumoral. La migración del área elocuente es debida a la plasticidad que tiene el cerebro para mantener sus funciones. Suele ocurrir en procesos expansivos de lento crecimiento.

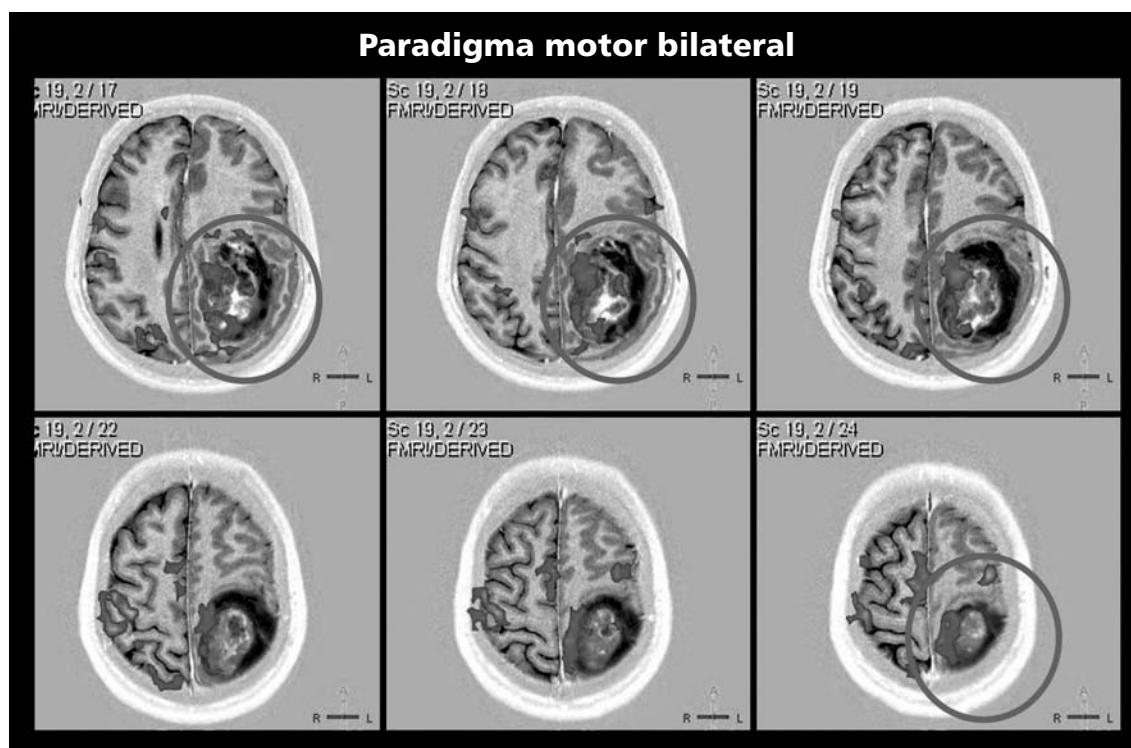


Figura 8: Glioblastoma multiforme frontoparietal izquierdo que compromete la región rolándica. Durante la evaluación por resonancia funcional con paradigma motor bilateral, se observa activación de contraste BOLD en las áreas motoras primarias y en el área motora suplementaria. El tumor compromete el área elocuente motora primaria izquierda evidenciándose una importante activación de contraste BOLD intratumoral (círculo).

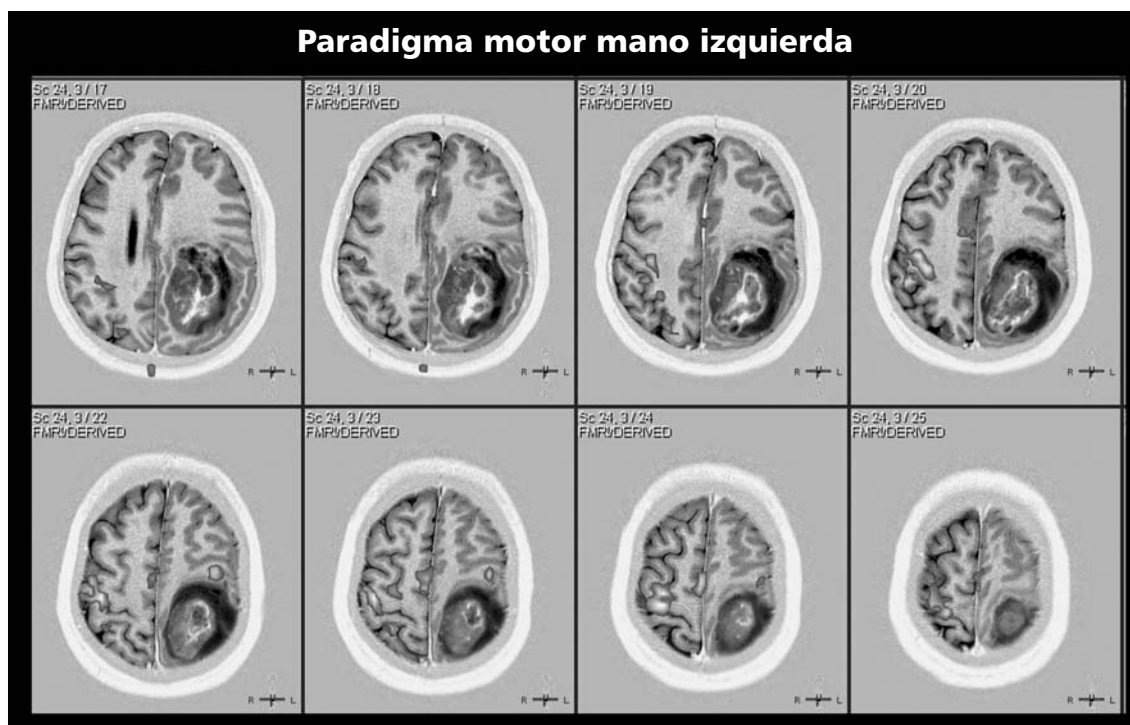


Figura 9: Continuación. En el paradigma motor con mano izquierda se identifica una escasa activación de contraste BOLD intratumoral. Comparando ambos paradigmas se deduce que el movimiento de la mano derecha genera activación intratumoral y si se reseca el tumor es muy probable que el paciente presente secuelas motoras.

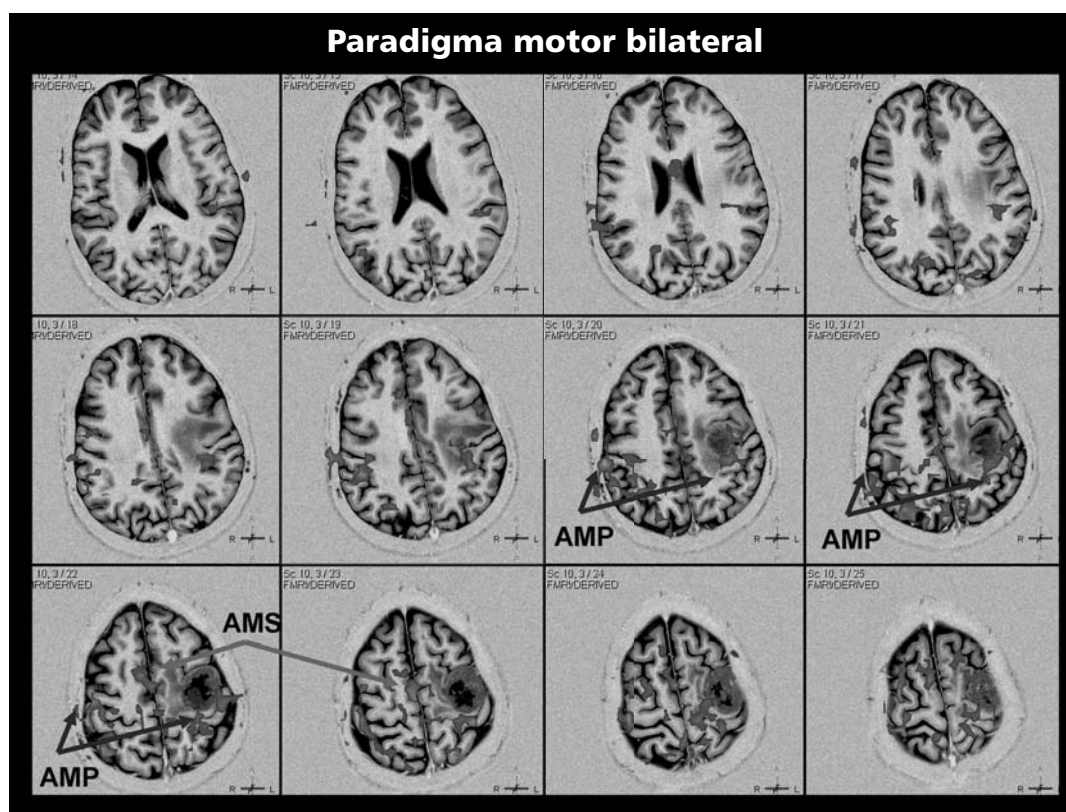


Figura 10: Glioblastoma multiforme frontal izquierdo que compromete la región rolándica. Durante la realización del paradigma motor bilateral se constata que el tumor compromete el área motora primaria (PMA) izquierda. El área motora suplementaria (SMP) no se encuentra comprometida.

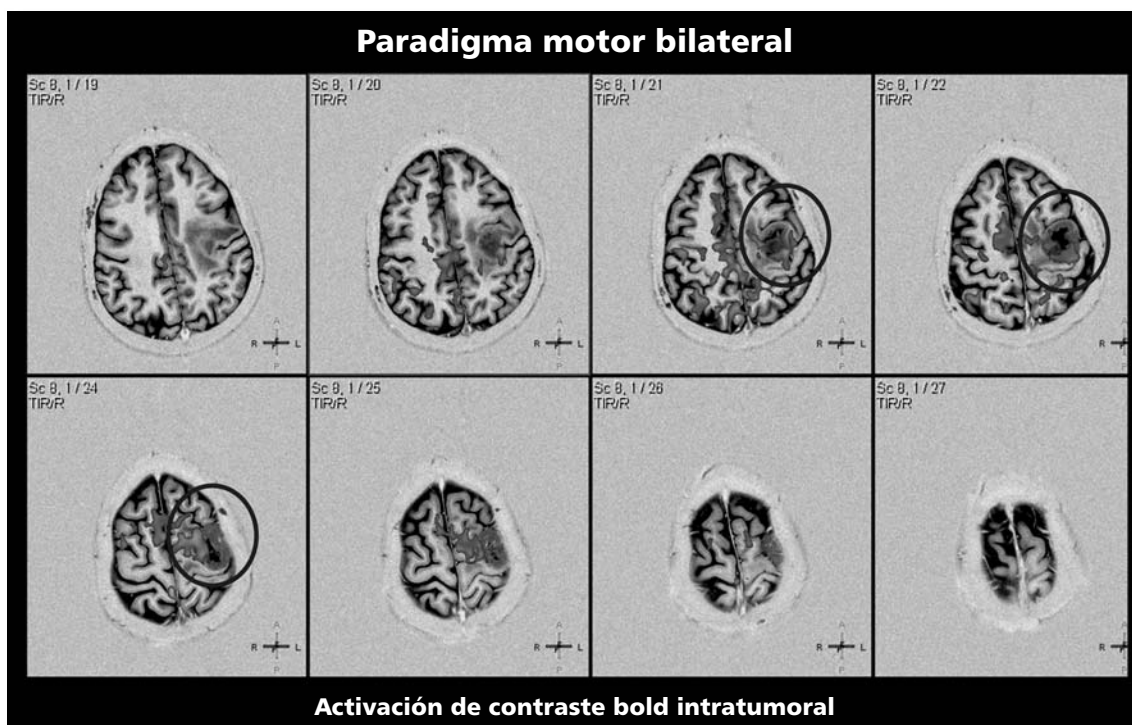


Figura 11: Continuación. Nótese la marcada activación intratumoral (circulo) que presenta el paciente durante la realización del paradigma motor bilateral.

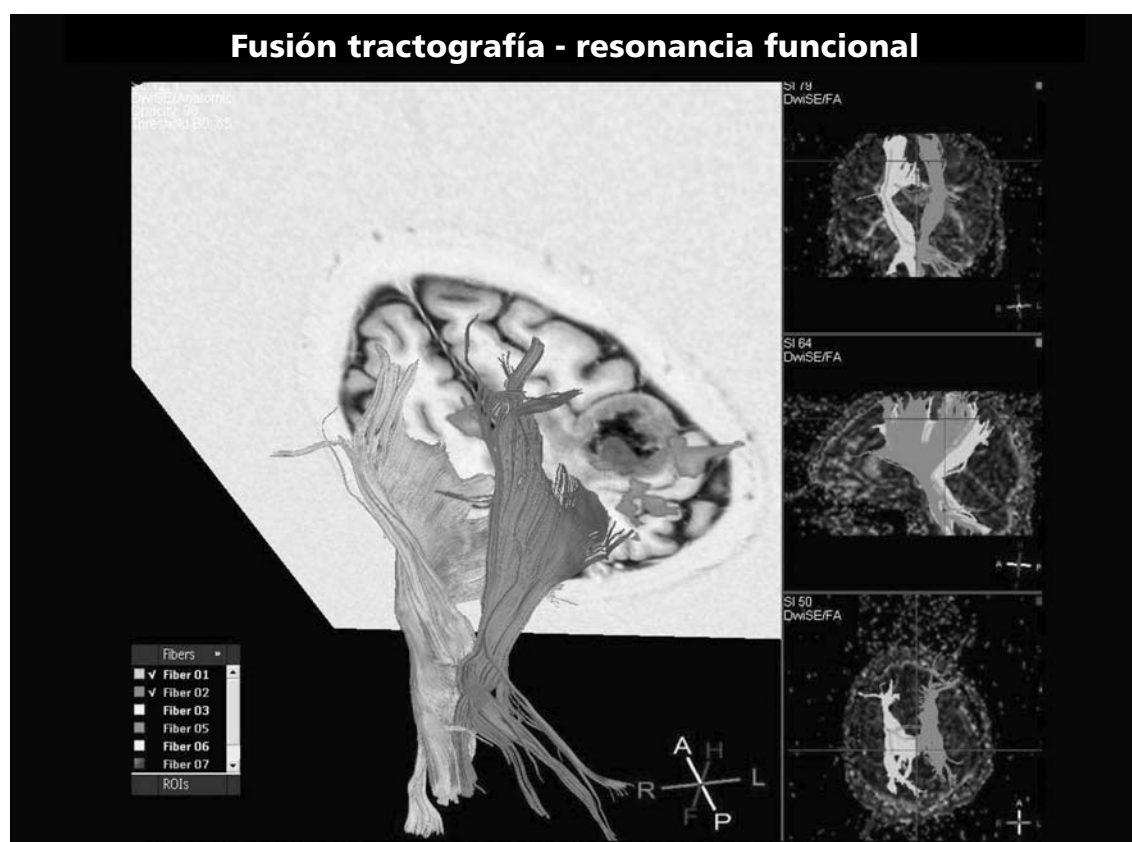


Figura 12: Continuación. Fusión tractografía - resonancia magnética funcional. Se observan ambos haces corticoespinales y el área elocuente motora primaria izquierda. Se puede observar la relación de los mismos con el tumor. No se observa compromiso del haz corticoespinal izquierdo por el tumor.

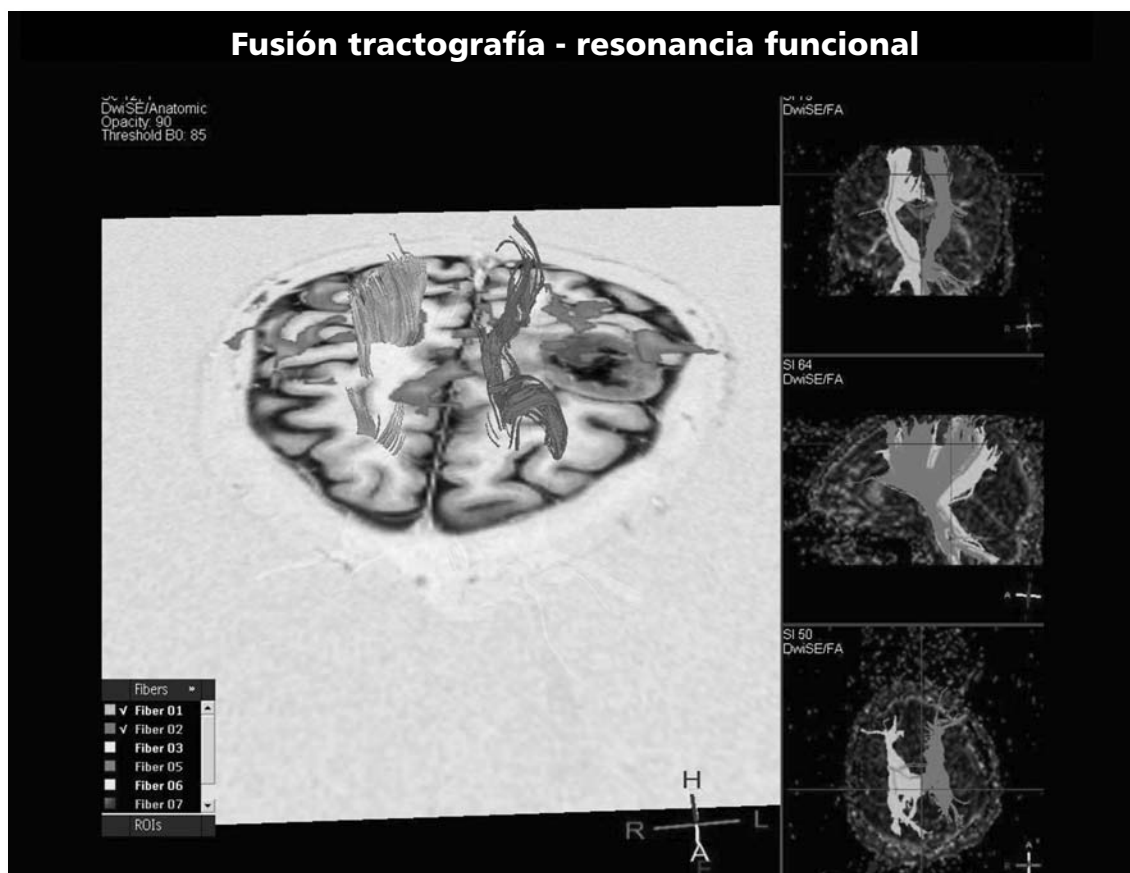


Figura 13: Continuación. Fusión tractografía - resonancia magnética funcional. En una vista superior se observa el sector proximal del haz corticoespinal izquierdo el cual no se encuentra comprometido.

Referencias

1. Stippich C, Blatow M, Delmaire C, Duffau H, Eyssen M, Goebel R, et al. Clinical Functional MRI Presurgical Functional Neuroimaging. Springer, 2007; 3:60-113.
2. Holodny AI, Schulder M, Liu WC, Maldjian JA, Kalnins AJ. Decreased BOLD fMR activation of the motor and sensory cortices adjacent to a GBM: implications for image-guided neurosurgery. AJNR Am J Neuroradiol 1999; 20:609-612.
3. Roux FE, Ranjeva JP, Boulanger K, Manelfe C, Sabatier J, Tremoulet M, et al. Motor Functional MRI for Presurgical Evaluation of Cerebral Tumors. Stereotact Funct Neurosurg 1997; 68:106-111.
4. Karni A, Meyer G, Jezzard P, Adams MM, Turner R, Ungerleider LG. Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning. Nature 1995; 377:155-158.
5. Feldman SC, Chu D, Schulder M, Barry M, Cho ES, Liu WC. The BOLD fMRI signal can be used to identify brain tumors and distinguish them from normal tissue. AJNR Am J Neuroradiol 2009; 30:389-95.
6. Roessler K, Donat M, Lanzenberger R, Novak K, Geissler A, Gartus A, et al. Evaluation of preoperative high magnetic field motor functional MR imaging (3 Tesla) in glioma patients by navigated electrocortical stimulation and postoperative outcome. Neurol Neurosurg Psychiatry 2005; 76:1152-1157.
7. Smits M, Vernooij MW, Wielopolski PA, Vincent AJPE, Houston GC, van der Lugt A. Incorporating fMRI into DTI in the preoperative assessment of the corticospinal tract in patients with brain tumors. AJNR Am J Neuroradiol 2007; 28:1354-1361.
8. Holodny AI, Ollenschleger MD, Liu WC, Schulder M, Kalnins AJ. Identification of the CST achieved using BOLD and diffusion fMRI in patients with brain tumors. AJNR Am J Neuroradiol 2001; 22:83-88.
9. Holodny AI, Schulder M, Liu WC, Wolko J, Maldjian JA, Kalnins AJ. The effect of brain tumors on BOLD fMR imaging activation in the adjacent motor cortex: implications for image-guided neurosurgery. AJNR Am J Neuroradiol 2000; 21:1415-1422.
10. Kim MJ, Holodny AI, Hou BL, Peck KK, Moskowitz CS, Bogomolny DL, et al. The effect of prior surgery on BOLD fMRI in the preoperative assessment of brain tumors. AJNR Am J Neuroradiol 2005; 26:1980-1985.