

Resonancia Magnética Intraoperatoria

Historia

Comenzó a utilizarse por primera vez en el mundo por el doctor [Peter Black](#), en [Harvard](#) (EEUU), en la década de los 90 (Schenck y col., 1995; Black y col., 1997).

Recibió el apoyo y trabajó conjuntamente con la empresa [General Electric](#), la cual construyó un resonador abierto especialmente diseñado, para ser utilizado en neurocirugía.

En 1996, se realizó la primera neurocirugía para extirpar un tumor cerebral con la tecnología de Resonancia Magnética Intraoperatoria, resultando ésta exitosa y trascendental marcando un hito en la neurocirugía mundial.

Simultáneamente, el [neurocirujano Rudolf Fahlbusch](#) en Alemania, con el apoyo de otra empresa fabricante de resonadores, [Siemens](#), desarrolló la Resonancia Magnética Intraoperatoria en Europa.

Utilidad

La Resonancia Magnética brinda al neurocirujano información anatómica intraoperatoria libre de radiación, multi-planar, lo cual además proporciona un control de calidad instantáneo y en tiempo real durante la cirugía (Bradley, 2002), ofreciendo la capacidad crucial para determinar la extensión de resección tumoral durante la cirugía.

En esto se diferencia y aventaja a otros procedimientos guiados, como la [estereotaxia](#) o la [neuronavegación](#), en los cuales la información que guía al neurocirujano, se obtiene de imágenes previas a la operación, no pudiendo obviarse el margen de error provocado por los desplazamientos del cerebro tras la actuación sobre el tejido, la administración de [diuréticos osmóticos](#) o la evacuación de [líquido céfalorraquídeo](#) que se producen durante el transcurso de una cirugía (Roessler y col., 1997; Wagner y col., 1997; Dorward y col., 1998; Roberts y col., 1998;).

“Cuando el neurocirujano opera con métodos convencionales y cree que ha realizado una resección total del tumor primario, hasta en un 80% de los casos, quedan restos del tumor que podrían haber sido extirpados”, publicó el Dr. Peter Black, Jefe de neurocirugía del B&W Hospital, Boston (EEUU), y pionero en el mundo en esta tecnología.

En otros trabajos científicos se demostró que en el momento de la operación en que el neurocirujano creía haber terminado el procedimiento bajo condiciones quirúrgicas convencionales, en algunos casos el porcentaje de tumor resecado sólo había sido del 26%. En los controles finales, tras continuar las intervenciones y guiándose con la RM intraoperatoria, el promedio en el porcentaje final de resección, fue del 98% del volumen tumoral.

El neurocirujano puede saber, mediante las imágenes, cuánto tumor ha extirpado, cuánto le resta extirpar y cuándo la extirpación ha finalizado. Esto hace que la cirugía sea más precisa y segura, que las extirpaciones de los tumores sean más completas y que se pueda evitar una posible segunda cirugía para el paciente, con el costo en salud, y riesgos psicológicos y económicos que esto acarrea.

Esta tecnología y metodología neuroquirúrgica, es particularmente útil e innovadora en la cirugía de los gliomas.

En los demás tumores intracraneales, si bien puede ser una importante ayuda en cuanto a localización y abordaje de los mismos, estos también pueden ser operados sin problema con métodos

convencionales.

En la mayoría de los tumores cerebrales llamados gliomas, el neurocirujano no puede distinguir a simple vista el tumor del cerebro normal por lo cual, frecuentemente, se realizan extirpaciones incompletas.

Normalmente y tras intervenir a un paciente con un método convencional, es necesaria una resonancia magnética al día siguiente, máximo 48 horas tras la operación y con contraste para verificar qué cantidad de tumor pudo ser extirpado. Pero si han quedado restos, nada se puede hacer salvo que se decida una reoperación.

El tener la posibilidad de hacer esa resonancia de control durante la cirugía, ayuda al neurocirujano a detectar restos de tumor y a continuar removiéndolos optimizando los resultados quirúrgicos y logrando extirpaciones mas completas en una sola operación.

Tipos

El desarrollo de estos sistemas, ha seguido dos conceptos generales:

El primer concepto es operar con imágenes en tiempo real, para lo cual, todos los instrumentos utilizados en la sala de operaciones, incluyendo el microscopio y los motores tienen que ser RM-compatible lo cual es muy caro (Black y col., 1997; Kollias y col., 1998).

El segundo y más desarrollado es la intervención discontinua lo cual al no precisar compatibilidad con los instrumentos, resulta en un significativo ahorro de costes (Sutherland y col., 1999; Hadani y col., 2001; Hoult y col., 2001; Nimsky y col., 2004; Pamir y col., 2006).

En 1999, Sutherland y col., publicaron sus resultados con RM intraoperatoria de 1,5 T en una única sala con habitación doble.

Una gran ventaja de este sistema es que se puede transferir fácilmente para permitir el uso de instrumentos estándar y así obtener imágenes de alta calidad intraoperatoria.

Además, la habitación doble permite compartir el uso de la RM, tanto para cirugía como fines diagnósticos, lo que puede maximizar el uso del sistema en su conjunto (Sutherland y col., 1999; Hoult y col., 2001).

Situación

Al elegir un sistema de resonancia magnética intraoperatoria, existen decisiones importantes:

Intensidad de campo necesaria (hoy en día la mayoría son sistemas de 0,15 T), pero 1.5-T permite ampliar el espectro de imágenes intraoperatorias (tractografía, navegación en tiempo real, angio-RM....)

Hoy no se sabe si las imágenes de 3 Teslas tienen una ventaja distintiva sobre los sistemas de 1,5-T a nivel intraoperatorio.

Otro punto importante para elegir el sistema correcto es la integración eficiente de la cirugía con el flujo de trabajo y la integración de la neuronavegación.

A pesar de todos los avances, aún no hay una solución ideal, sin embargo, el creciente número de

usuarios de tales sistemas hará que la industria investigue estos aspectos.

Instrumental RM compatible

Doro Radiolucent Headrest system con pins RM compatibles (Pro Med Instruments GmbH, Freiburg, Germany).

MRI-compatible retractor system (Budde Halo, Integra LifeSciences Corp., Plainsboro, NJ, USA).

MR-compatible anesthesia machine (Aestiva/5 MRI, Datex-Ohmeda, Helsinki, Finland)

Monitor (Invivo Precess, Invivo Corporation, Orlando, FL, USA).

Bombas de infusión (MRI-Caddy, Mammendorfer Institute, Mammendorf, Germany)

Nivel de evidencia

El nivel de evidencia encontrado es bajo debido al diseño de los estudios, en general no comparativos, salvo en el caso del glioma donde se ha recuperado información a partir de dos estudios de series de casos comparativas donde en uno de ellos no se establece diferencia estadísticamente significativa a favor de la nueva tecnología en comparación con la cirugía convencional.

En el otro estudio en el que se compara la RM intraoperatoria de alto y bajo campo con y sin neuronavegación, los resultados más óptimos se obtuvieron con la combinación de RM de alto campo con sistema de neuronavegación, al obtenerse menor volumen residual.

En general, se desconoce el seguimiento de los pacientes en los que se ha eliminado más tumor residual visualizado durante la RM intraoperatoria y en los que no hay comprobación histopatológica. En los casos en los que se ha llevado a cabo una resección completa, no hay datos sobre posibles recaídas en el tiempo. La calidad de las imágenes intervencionistas con el sistema RM 0,2 T mejora sustancialmente al fusionar estas imágenes con las preintervencionistas obtenidas con el sistema de alto campo 1,5 T en la inserción de electrodos durante el transcurso de procedimientos neuroquirúrgicos, aunque se trata de resultados obtenidos en un solo estudio.

Bibliografía

Black PM, Moriarty T, Alexander E, Stieg P, Woodard EJ, Gleason PL, Martin CH, Kikinis R, Schwartz RB, Jolesz FA (1997) Development and implementation of intraoperative magnetic resonance imaging and its neurosurgical applications. *Neurosurgery* 41:831-842, discussion 842-845

Bradley WG (2002) Achieving gross total resection of brain tumors: intraoperative MR imaging can make a big difference. *AJNR Am J Neuroradiol* 23:348-349

Dorward NL, Alberti O, Velani B, Gerritsen FA, Harkness WF, Kitchen ND, Thomas DG (1998) Postimaging brain distortion: magnitude, correlates, and impact on neuronavigation. *J Neurosurg* 88:656-662

Hadani M, Spiegelman R, Feldman Z, Berkenstadt H, Ram Z (2001) Novel, compact, intraoperative magnetic resonance imaging-guided system for conventional neurosurgical operating rooms. *Neurosurgery* 48:799-807, discussion 807-809

Hoult DI, Saunders JK, Sutherland GR, Sharp J, Gervin M, Kolansky HG, Kripiakovich DL, Procca A,

Sebastian RA, Dombay A, Rayner DL, Roberts FA, Tomanek B (2001) The engineering of an interventional MRI with a movable 1.5 Tesla magnet. J Magn Reson Imaging 13:78-86

Kollias SS, Bernays R, Marugg RA, Romanowski B, Yonekawa Y, Valavanis A (1998) Target definition and trajectory optimization for interactive MR-guided biopsies of brain tumors in an open configuration MRI system. J Magn Reson Imaging 8:143-159

Nimsky C, Ganslandt O, Von Keller B, Romstock J, Fahlbusch R (2004) Intraoperative high-field-strength MR imaging: implementation and experience in 200 patients. Radiology 233:67-78

Pamir MN, Peker S, Ozek MM, Dincer A (2006) Intraoperative MR imaging: preliminary results with 3 Tesla MR system. Acta Neurochir Suppl 98:97-100

Roberts DW, Hartov A, Kennedy FE, Miga MI, Paulsen KD (1998) Intraoperative brain shift and deformation: a quantitative analysis of cortical displacement in 28 cases. Neurosurgery 43:749-758, discussion 758-760

Roessler K, Ungersboeck K, Czech T, Aichholzer M, Dietrich W, Goerzer H, Matula C, Koos WT (1997) Contour-guided brain tumor surgery using a stereotactic navigating microscope. Stereotact Funct Neurosurg 68:33-38

Schenck JF, Jolesz FA, Roemer PB, Cline HE, Lorensen WE, Kikinis R, Silverman SG, Hardy CJ, Barber WD, Laskaris ET et al (1995) Superconducting open-configuration MR imaging system for image-guided therapy. Radiology 195:805-814

Sutherland GR, Kaibara T, Louw D, Hoult DI, Tomanek B, Saunders J (1999) A mobile high-field magnetic resonance system for neurosurgery. J Neurosurg 91:804-813

Wagner W, Tschiltshke W, Niendorf WR, Schroeder HW, Gaab MR (1997) Infrared-based neuronavigation and cortical motor stimulation in the management of central-region tumors. Stereotact Funct Neurosurg 68:112-116

From:

<https://neurocirugiacontemporanea.es/wiki/> - **Neurocirugía Contemporánea ISSN 1988-2661**

Permanent link:

https://neurocirugiacontemporanea.es/wiki/doku.php?id=resonancia_magnetica_intraoperatoria

Last update: **2025/05/04 00:04**

