

## EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA INTRAOPERATORIA EN NEUROCIRUGÍA (REMAIN) Y SU APLICACIÓN EN 83 INTERVENCIONES EN LA ARGENTINA

Roberto R. Herrera, José Luis Ledesma, Hugo Pomata, Jorge Lambre, Hector Rojas, Alfredo Houssay, María Andrea Uez Pata, Fabiana Lubieniecki, Blanca Diez

Servicio de Neurocirugía REMAIN, de la Clínica Adventista Belgrano. Buenos Aires. Argentina.

### ABSTRACT

**Objective:** To show implementation and development of an operating room in which we operated 83 patients using intraoperative MRI (REMAIN).

**Method:** We used a side-opening-Magnet, 0,23 Tesla, installed in a surgical area specially designed with all the advances of the modern operating rooms.

**Results:** A great variety of neuro-surgical procedures can be made with REMAIN controls. The obtained images are clear, without devices and with an excellent definition of the anatomical structures and the pathology, that allows the neurosurgeon to make more precise and safer interventions.

**Conclusions:** The images of REMAIN in a surgical scope, make possible that injuries can be identified and located with absolute precision. It is particularly useful in determining with exactitude the tumor-like limits, optimizing the surgical approaches, obtaining complete extirpations of brain injuries and controlling the possible intraoperative complications.

**Key words:** intraoperative MRI control, surgical resection.

### INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la cirugía guiada por imágenes, en sus distintos métodos en la década pasada, constituye uno de los mayores avances en la neurocirugía. Estos métodos permiten mayor certeza y precisión en la localización de una lesión intracraneana, en la determinación de sus márgenes y en la optimización de un abordaje seguro. El uso de la información que aportan las imágenes, representa una mejoría sustancial en el armamentario quirúrgico del neurocirujano, en el tratamiento de los tumores cerebrales, malformaciones vasculares y otras lesiones cerebrales<sup>1</sup>.

Desde la introducción de la resonancia magnética, se reconoció inmediatamente en numerosos trabajos científicos su utilidad y ventajas en las biopsias guiadas, ablaciones térmicas percutáneas y también en otros procedimientos intervencionistas<sup>2,3</sup>.

La resonancia magnética ofrece varias ventajas para evaluar el sistema nervioso central y para los tratamientos guiados por imágenes<sup>4</sup>. La capacidad de obtener imágenes multiplanares, la excelente resolución de contraste para definir las estructuras anatómicas normales y patológicas y la de adquirir imágenes volumétricas del encéfalo en tres dimensiones, hacen de la resonancia magnética un instrumento de precisión cuando es aplicado a la neurocirugía. La posibilidad de efectuar distintas secuencias rápidas y ultrarrápidas posibilita evaluar, casi en tiempo real, los movimientos fisiológicos en el endocráneo, el movimiento de los instrumentos quirúrgicos y los cambios morfológicos del encéfalo inducidos por el tratamiento<sup>5</sup>.

### OBJETIVO

Exponemos la forma en que hemos desarrollado e implementado un quirófano equipado con un resonador magnético abierto en el cual realizamos intervenciones neuroquirúrgicas con control de imágenes intraoperatorias. Nuestra experiencia quirúrgica inicial es de 83 casos que incluyen 75 craneotomías, 6 biopsias, 1 tumor de hipófisis por vía transseptoefenoidal y una cirugía espinal por tumor medular dorsal. Presentamos las ventajas que atribuimos a esta nueva modalidad neuroquirúrgica.

### MÉTODO

Utilizamos un resonador magnético de apertura lateral, de 0,23 Tesla, desarrollado por Philips, instalado en un área quirúrgica de 250 metros cuadrados especialmente diseñada con todos los adelantos de los quirófanos modernos. Las imágenes intraoperatorias obtenidas, pueden ser examinadas por el equipo quirúrgico en el mismo quirófano en pantalla de Plasma de 42 pulgadas, conectada con la consola de comando del resonador y simultáneamente con el microscopio quirúrgico. Antes de iniciar la intervención, se chequea el funcionamiento normal de todo el sistema y se realiza control de imágenes en la secuencia de mejor visualización de la lesión en base a las cuales se planea la craneotomía. Cuando es necesario se realiza comparación y fusión de las imágenes obtenidas previamente en equipos de alto campo magnético con las obtenidas por nuestro sistema a efectos de reconocer las áreas funcionales y el trayecto de las fibras y tractos nerviosos.

La cirugía se desarrolla en forma habitual y se realiza el primer control intraoperatorio cuando el neurocirujano

no cree que ha extirpado completamente la lesión o cuando tiene dudas respecto de los límites, localización o relaciones de la misma. Se obtienen imágenes tantas veces como sea necesario según el curso de la operación en secuencias T1, T2, STIR y/o FLAIR.

### RESULTADOS

En todos los casos, tanto en la cirugía de tumores cerebrales como en la extirpación de áreas corticales displásicas, las imágenes obtenidas como primer control intraoperatorio demostraron que la resección era incompleta. Fueron necesarios de 2 a 8 controles de imágenes de REMAIN hasta considerar que no había remanentes de lesión (Figs 1 a 4).

### DISCUSIÓN

Todos los neurocirujanos aceptan que el cerebro modifica su anatomía y disposición intracraneana durante la cirugía<sup>6</sup>.

La posibilidad de obtener imágenes de REMAIN en un ámbito quirúrgico, permite que las lesiones a tratar puedan ser identificadas y localizadas con absoluta

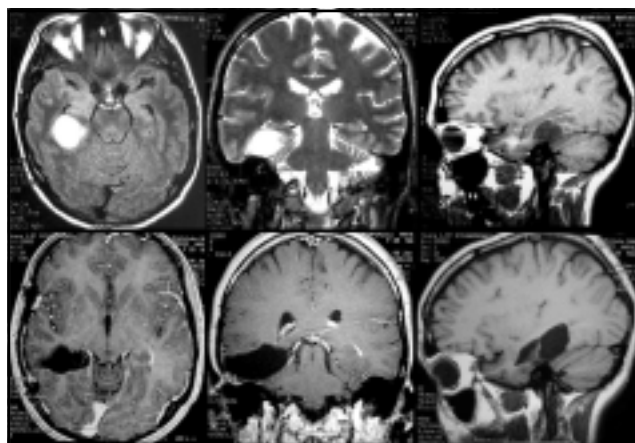


Fig 1. NC, fem 24 años. Glioma de bajo grado, pre y postoperatorio.

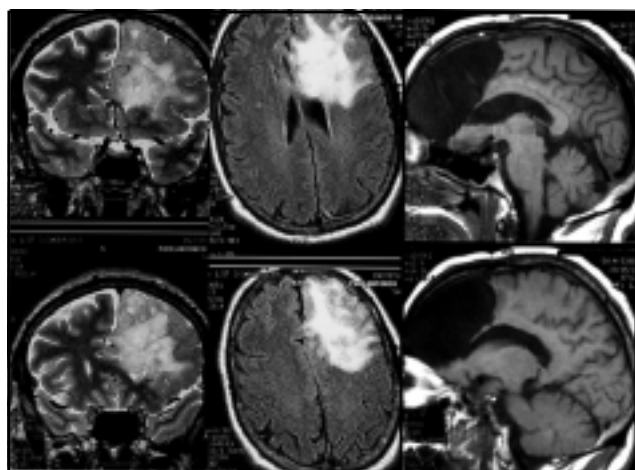


Fig 2. PH, masc, 54 años: Oligodendroglioma pre y postoperatorio.

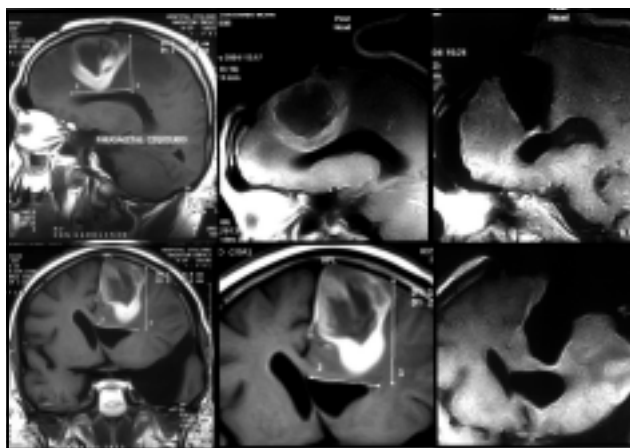


Fig. 3. VD, masc 39 años. Glioblastoma multiforme

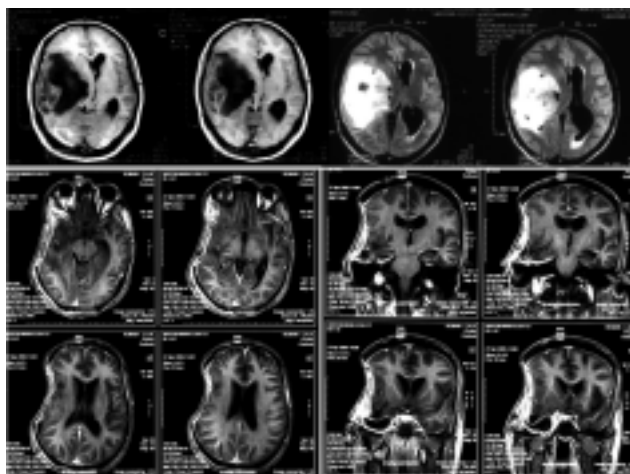


Fig. 4. NME, fem, 22 años: oligodendroglioma pre y postoperatorio

precisión y que el neurocirujano tenga a través de las mismas, información anatómica del momento quirúrgico en tiempo real para evaluar el progreso de la operación. En esto se diferencia y aventaja a los procedimientos guiados, como la estereotaxia o la neuronavegación, en los cuales la información se obtiene de imágenes preoperatorias, no pudiendo evitarse con estas técnicas el margen de error provocado por los desplazamientos del parénquima encefálico tras la remoción de tejido, la administración de diuréticos osmóticos o la evacuación de líquido cefalo raquídeo que se producen durante el transcurso de una neurocirugía.

Una gran variedad de procedimientos neuroquirúrgicos pueden realizarse con controles de REMAIN. Las imágenes obtenidas son nítidas, sin artefactos y con una definición excelente de las estructuras anatómicas y de la patología, que permite al neurocirujano realizar intervenciones más precisas y seguras y resecciones más completas y radicales, principalmente en lesiones difíciles de distinguir del tejido encefálico sano. Es de principal utilidad en la cirugía de los tumores encefálicos y de las áreas cerebrales patológicas generadoras de epilepsia. La información que aportan las imágenes que se adquieren durante el transcurso de la intervención,

contribuye ampliamente a la mejor orientación del procedimiento y a la identificación y preservación del tejido sano, especialmente importante en las áreas elocuentes.

### CONCLUSIÓN

La resonancia magnética intraoperatoria es particularmente útil para determinar con precisión los márgenes tumorales, optimizar los abordajes quirúrgicos, lograr extirpaciones completas de lesiones intracerebrales y monitorear las posibles complicaciones intraoperatorias.

El desarrollo de la resonancia magnética intraoperatoria, permite al neurocirujano trabajar en el encéfalo, complementando los datos que le aporta su visión directa y magnificada por el microscopio quirúrgico, con la visión tridimensional y volumétrica de todo el contenido intracraneano que le aporta la resonancia magnética<sup>1</sup>.

En nuestra experiencia, el sistema utilizado es sencillo y confortable para el cirujano y en los últimos casos,

la información obtenida de las imágenes intraoperatorias, disminuyó la duración de la cirugía y mejoró la morbilidad quirúrgica y el pronóstico de los pacientes.

### Bibliografía

1. Black PM et al. Development and implementation of intraoperative magnetic resonance imaging and its neurosurgical applications. **Neurosurgery** 1997; 41: 831-45.
2. Cline HE, Schenck JF, Hynynen K, Jolesz FA. Magnetic resonance thermal guided surgery. **Magnetic Resonance Medicine** 1993; 30: 98-106.
3. Gronemeyer DHW, Seibel RMM, Melzer A, Schmidt A, Deli M, Friebe M, Busch M. Future of advanced guidance techniques by interventional CT and MRI. **Minimally Invasive Therapy** 1995; 4: 251-9.
4. Kikinis R, and others: Computer assisted interactive three-dimensional planning for neurosurgical procedures. **Neurosurgery** 1996; 38: 640-6.
5. Chenevert TL, Pipe JG. Dynamic 3D imaging at high temporal resolution via reduced K-space sampling. En: SMRM conference abstracts 1993.
6. Gregory J, Rubino M et al. Magnetic Resonance Imaging-Guided : the next step in Neuronavigation. **Neurosurgery** 2000; 46(3): 245-51.