

## NEURONAVEGACIÓN EN CIRUGÍAS INTRACRANEALES

Santiago Condomí Alcorta, Jorge Salvat, Juan Carlos Salaberry, Andrés Cervio, Hugo Pomata, Claudio Urbina, Gustavo Piroló y Cristian Fuster

*Departamento de Neurocirugía, Instituto FLENI, Buenos Aires.*

### SUMMARY

**Objectives:** To present our experience with Neuronavigation system in intracranial surgery.

**Material and Methods:** The use of neuronavigation system was evaluated in 104 consecutive patients operated on during the period September 1999-April 2003 (Range of age: 5 months-75 years). Surgical procedures included the remotion of brain tumor, arteriovenous malformation, cavernous angiomas and epilepsy surgeries. The neuronavigation system is the Elekta Insight™/View Scope® (Elekta Instrument).

**Results:** The additional time required for preoperative organization of the Neuronavigation system was 30 minutes. There were no differences during the registration process related to the surgical position (prone, supine and park-bench). The reference system registered movements in 5 patients. Neuronavigation system allows preoperative planning of the surgical approach, to guide endoscopic procedures, perform smaller craniotomies, localize deep-seated subcortical lesions, identify the boundaries of low-grade tumors and evaluate the extent of resection in epilepsy surgeries.

**Conclusions:** Neuronavigation system improves the surgical approach of intracranial surgeries allowing to short the operating time, define the less invasive trajectory, and identify the margins of low-grade lesions.

**Key words:** intracranial surgery, neuronavegation.

**Palabras clave:** cirugía intracraneal, neuronavegación.

### INTRODUCCIÓN

El creciente interés de la comunidad neuroquirúrgica por disminuir la morbilidad de las cirugías intracraneales generó el desarrollo de nuevas tecnologías entre las cuales figuran los sistemas de neuronavegación. La neuronavegación permite obtener imágenes de localización en tiempo real durante el acto quirúrgico respecto a las imágenes obtenidas preoperatoriamente<sup>1</sup>. De esta forma se puede planificar preoperatoriamente el abordaje quirúrgico, la incisión de piel y el tamaño de la craneotomía, elegir la trayectoria quirúrgica menos invasiva, evitar senos venosos, realizar mediciones volumétricas, evaluar el grado de resección tumoral e identificar los límites tumorales de las lesiones de bajo grado, no visibles macroscópicamente<sup>1,2</sup>. Presentamos nuestra experiencia utilizando neuronavegación en procedimientos quirúrgicos intracraneales.

### MATERIAL Y MÉTODO

La utilización de neuronavegación en cirugías intracraneales fue evaluada en 104 pacientes operados en forma consecutiva durante el período septiembre de 1999 – abril de 2003. La edad de los pacientes varió entre 5 meses y 75 años.

Los procedimientos quirúrgicos incluyeron la exéresis de lesiones tumorales intracerebrales, malformaciones arteriovenosas, angiomas cavernosos, procesos inflamatorios/infecciosos, evacuación de quistes y cirugías de epilepsia.

El neuronavegador utilizado fue el Elekta Insight™/View Scope® (Elekta Instrument).

Las imágenes se obtuvieron en un resonador 1,5T (General Electric, Milkwokee) utilizando secuencias volumétricas ponderando T1 (SPGR IR).

Los parámetros utilizados fueron: 1 mm de espesor, matriz de 256 x 256, ángulo de 40°, FOV 24 cm, TR 35 ms y TE 5 ms.

## RESULTADOS

El tiempo quirúrgico adicional requerido para la utilización de neuronavegación fue de 5 minutos. El promedio de electrodos de referencia utilizados durante el procedimiento fue de 7 (rango: 5-10). Se utilizó cabezal de Mayfield en 103 pacientes. No hubo diferencias respecto a la posición quirúrgica del paciente (decúbito ventral, dorsal o banco de plaza). En 5 pacientes no se pudo utilizar neuronavegación debido a movimientos del marco de referencia durante la cirugía.

**Tabla I. Diagnóstico preoperatorio en cirugías con neuronavegador**

Diagnóstico	n
Patología tumoral	74
Patología inflamatoria/infecciosa	2
Malformaciones arteriovenosas	3
Drenaje de quistes	3
Cirugía de epilepsia	7
Cavernomas	15

## DISCUSIÓN

Los sistemas de neuronavegación incluyen :

1. Un dispositivo localizador (Probe) (Fig 1).
2. Un dispositivo que informa la localización y eventual movimiento de la cabeza del paciente en el recinto quirúrgico (Tracker) (Fig. 2).
3. Un sistema de hardware, constituido por una CPU y un monitor (Fig. 3).
4. Un sistema de software que localiza o representa en una configuración espacial bi o tridimensional del cerebro las estructuras buscadas por el cirujano.



Fig 1. Dispositivo localizador

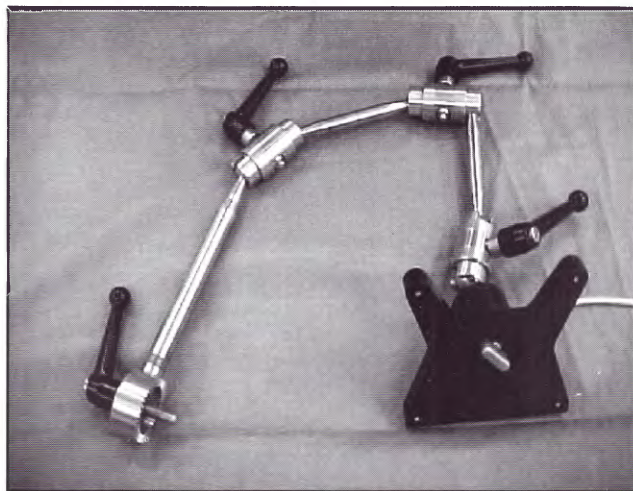


Fig. 2. Marco de referencia

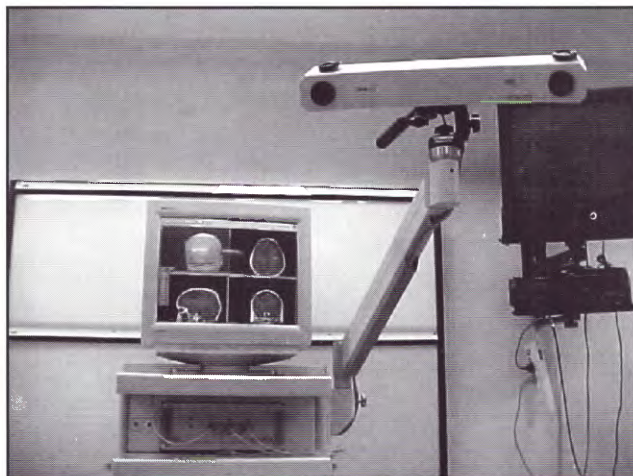


Fig. 3. Monitor y visores infrarrojos

El procedimiento incluye la realización de una resonancia magnética o de una tomografía computada con contraste horas previas a la cirugía utilizando electrodos referenciales de superficie craneales. Si bien 3 es el número mínimo de referencias necesarias para un procedimiento estereotáctico, se recomienda la utilización de 7 a 10 electrodos para garantizar la certeza del procedimiento. Los mismos deben ser distribuidos en forma asimétrica en ambos hemisferios craneales con predominancia en el sector correspondiente al abordaje quirúrgico. Deben evitarse las áreas con excesiva movilidad cutánea que posibiliten el desplazamiento de los mismos durante el proceso de registro. Una vez anestesiado el paciente y colocado en la posición quirúrgica deseada con cabezal de Mayfield, se procede con el registro anatómico. El mismo consiste en correlacionar las imágenes preoperatorias con la posición de la cabeza del



paciente en el quirófano utilizando el dispositivo localizador que informa a la CPU la ubicación de los electrodos de referencia mediante diodos que emiten luz infrarroja. El margen de error del procedimiento oscila entre 1 y 2 mm<sup>1</sup>. Una vez completo el proceso de registro se chequea la certeza del mismo, localizando estructuras anatómicas como el násion, epicanto externo de los ojos o el conducto auditivo externo. Durante el acto quirúrgico se pueden localizar estructuras intracraneales e intracerebrales con el dispositivo localizador o con el rayo láser del microscopio y correlacionar las mismas respecto a las imágenes preoperatorias.

La neuronavegación permite<sup>1-3</sup>:

1. La planificación preoperatoria del abordaje quirúrgico, desde la incisión de piel hasta el flap

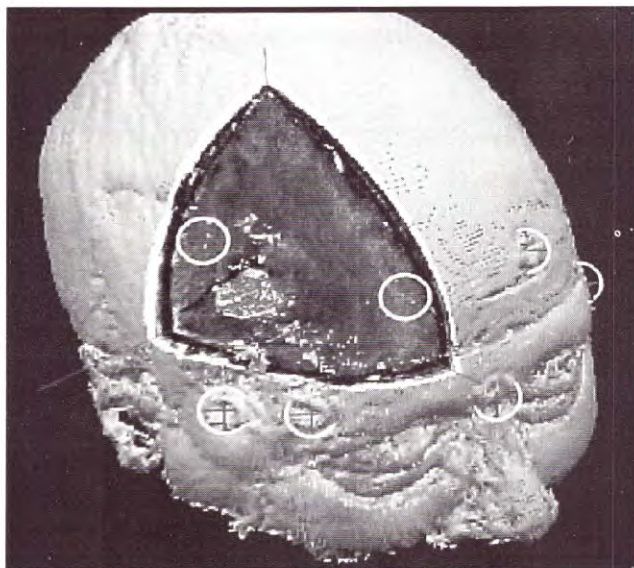


Fig. 4. Planeamiento del abordaje quirúrgico

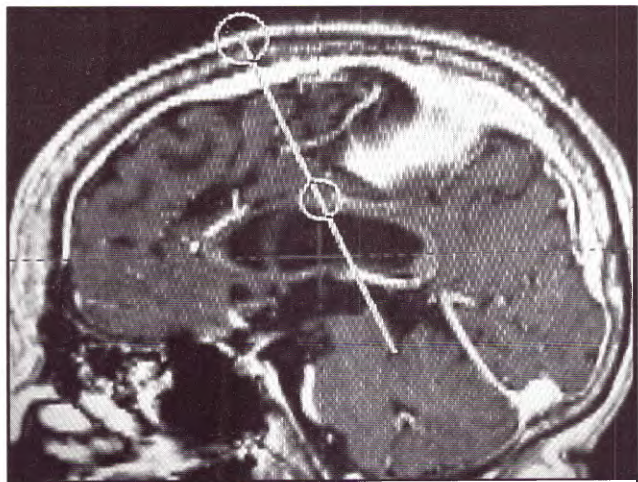


Fig. 5. Planamiento de la trayectoria quirúrgica

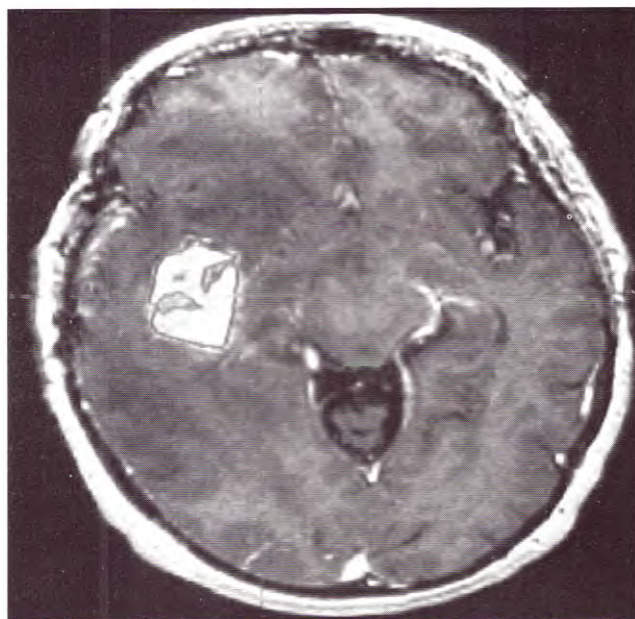


Fig. 6. Volumetría tumoral

óseo, permitiendo realizar craneotomías más pequeñas con menor dolor postquirúrgico y menor tiempo de internación (Fig. 4).

2. La elección del sitio más seguro para la corticotomía y la trayectoria menos invasiva a las lesiones profundas (Fig. 5).

3. La identificación de estructuras elocuentes

4. La realización de mediciones volumétricas y de distancias (Fig. 6).

5. La evaluación de la remoción quirúrgica de lesiones tumorales.

6. Guiar los procedimientos endoscópicos.

7. Evaluar la extensión de la resección en los procedimientos quirúrgicos en cirugías de epilepsia.

8. Localizar los márgenes tumorales en lesiones de bajo grado no identificables macroscópicamente.

9. Identificar las estructuras vasculares intratumorales mediante la fusión de imágenes angiográficas tridimensionales a la resonancia o tomografía preoperatoria.

10. Fusionar imágenes de resonancia con tomografía permitiendo localizar estructuras óseas y cerebrales con igual grado de certeza.

Las desventajas de la neuronavegación incluyen:

1. La curva de aprendizaje para su correcta utilización.

2. Tiempo quirúrgico adicional.

3. Espacio físico adicional en el quirófano.

El procedimiento puede tener errores inheren-

tes al sistema debido a movimientos intraoperatorios del tracker, o aumento del margen de error por deslizamiento de los electrodos de referencia o secundarios al procedimiento quirúrgico debidos al desplazamiento cerebral asociado a la evacuación de líquido cefalorraquídeo, quistes o hematomas intracerebrales, utilización de manitol e hiperventilación preoperatoria o marcado edema perilesional<sup>1</sup>.

Una de las mayores críticas que recibieron los neuronavegadores es el hecho de que dan al cirujano permanente información respecto a su ubicación durante la cirugía pero no en tiempo real sino respecto a las imágenes preoperatorias.

La resonancia magnética intraoperatoria es la única tecnología que aporta información de localización y detalles anatómicos en tiempo real durante la cirugía, pero implica la utilización de material quirúrgico y anestesiológico no ferromagnético con un importante gasto operativo adicional. El futuro de la neuronavegación incluye el agregado de imágenes de resonancia funcional y de espectroscopia incorporando de esta manera datos funcionales y fisiológicos al procedimiento.

La resonancia magnética funcional permitiría localizar las áreas sensoriomotoras y del lenguaje, facilitando la remoción de lesiones adyacentes a las mismas mientras que la fusión de imágenes espectroscópicas permitiría biopsiar áreas lesionales específicas<sup>4,5</sup>.

## CONCLUSIÓN

Si bien la neuronavegación no reemplaza el detallado conocimiento de la anatomía neuroquirúrgica ni mejora la destreza del cirujano, permite en distintas formas optimizar los procedimientos quirúrgicos intracraneales.

## Bibliografía

1. Lemole GM, Henn JS, Riina HA, Spetzler RF. Cranial application of frameless stereotaxy. **BNI Quarterly** 2001; 17:16-24.
2. Maciunas R. Overview of interactive image-guided neurosurgery: Principles, applications, and new techniques. In Alexander E III, Maciunas RJ, editors. *Advanced Neurosurgical Navigation*. 1 st ed. New York-Stuttgart: Thieme; 1999: pp 15-32.
3. Gerber M, Smith KA. Frameless stereotaxy and minimally invasive neurosurgery: Case report. **BNI Quarterly** 2001; 17: 33-4.
4. Alexander E III, Garada B, Schwartz RB, Hill JW, Kooy HM. Fusion of imaging modalities: Single photon emission computed tomography, magnetic resonance imaging, computed tomography and angiography. In Alexander E III, Maciunas RJ, editors. *Advanced Neurosurgical Navigation*. 1 st ed. New York-Stuttgart: Thieme; 1999: pp 125-36.
5. Cosgrove GR, Buchbinder BR, Jiang H. Functional magnetic resonance imaging for planning cortical resections. In Alexander E III, Maciunas RJ, editors. *Advanced Neurosurgical Navigation*. 1 st ed. New York-Stuttgart: Thieme; 1999: pp 201-07.