

# Monitoreo Intraoperatorio Multimodal En Neurocirugía

[Drs. Luciano Basauri](#), [Enrique Concha-Julio](#) (1), [Francisco Mena](#) (2) y [Francisco Soto](#) (3)

1 [Departamento de Neurocirugía](#),

2 [Neurorradiólogo Intervencionista](#),

3 [Departamento de Neurofisiología](#), *Clínica Las Condes*

En el presente trabajo se analizará la experiencia de un grupo de 313 pacientes intervenidos quirúrgicamente por el mismo cirujano (LB) del Departamento de Neurocirugía de Clínica Las Condes. En 60 pacientes (19%) se realizó más de un acto quirúrgico completando un total de 373 intervenciones quirúrgicas.

El propósito de este trabajo será describir y comentar las técnicas quirúrgicas utilizadas, su relación e indicación de acuerdo con el tipo de cirugía, las eventuales ventajas y desventajas y las dificultades que representa su empleo para el neurocirujano.

## Material y Método

El grupo comprendió 313 pacientes, 145 mujeres y 168 hombres, en los cuales se realizaron 373 intervenciones quirúrgicas en el período agosto 1989-diciembre 2000. En 142 de ellos se hizo más de un procedimiento de monitoreo intraoperatorio, lo que explica el número total de 540 técnicas realizadas. La edad promedio del grupo fue de 37 años con un rango de 1 a 78.

El tipo de cirugía practicada correspondió a extirpación de tumores cerebrales intraaxiales y extraaxiales, biopsia esterotáxica guiada con marco Leibinger ZD, aneurismas arteriales y malformaciones arteriovenosas, fístulas durales, extirpación de tumores medulares, tumores del raquis y patología de la charnela occipitocervical con especial mención de la malformación de Chiari 1 y la siringomielia (Tabla 1). Hay un grupo de tumores de base de cráneo tratados con técnicas complejas, craneotomías ampliadas guiadas por esterotaxia con marco ZD o por navegación virtual utilizando el Instatrak Vti 3000 con información de neuroimagen proporcionada por la Resonancia Magnética (RM), o la tomografía computarizada (TC) según fuera el caso. Del total del grupo en estudio, 242 pacientes fueron sometidos a procedimientos de alto riesgo constituido por el tipo de patología de base y 131 a procedimientos quirúrgicos de riesgo moderado o bajo. Estos últimos comprenden cirugía de nervios periféricos, discopatías cervicales o lumbosacras y raquiostenosis.

La Tabla 2 muestra las diferentes técnicas empleadas.

<b>TABLA 1. Total de Intervenciones Quirúrgicas Monitorizadas en 313 Pacientes</b>		
Cirugías monitorizadas N=37	N	%

Extirpación de tumor intra-axial	72	19,3
Extirpación de hernia discal	48	12,8
Liberación de nervio periférico	39	10,4
Extirpación de tumor de Base de cráneo	37	9,9
Biopsia estereotáxica	32	8,5
Raquiestenosis	24	6,4
Extirpación de tumor Medular	17	4,5
Clipaje de aneurisma	14	3,7
MAV	14	3,7
Extirpación de tumor Vertebral o raquídeo	12	3
Drenajes cisto Subaracnoideo en Siringomielia	10	2,6
Cirugía descompresiva Occipito cervical en Chiari I	9	2,4
Tumor de tronco Encefálico	8	2,1
Cirugía endoscópica Ventricular	6	1,6
Fístulas durales Medulares	4	1,0
Otros	27	7,2
Total	373	100

**TABLA 2. Procedimientos de Monitoreo Intraoperatorio en 373 Intervenciones**

Modalidades de monitoreo Intraoperatorio	Número de procedimientos	Porcentaje
Neurofisiología	208	39
Ecografía	127	24
Biopsia rápida intraoperatoria	86	16
Neuronavegación con marco	62	11

Angiografía	28	-
Neuronavegación sin marco	23	-
Endoscopia	6	1
Total Intervenciones	540	100

## Resultados

Analizaremos en forma separada cada una de las técnicas empleadas:

**1. Ultrasonografía Intraoperatoria** Se utilizó en 127 pacientes localizando en 101 la lesión y evaluando el grado de resección o el remanente tumoral permitiendo optimizar la resección radical. Localizó fístulas arteriovenosas meningomedulares usando la asociación con Eco-Dopler-Duplex (EDD) certificando de paso el cierre de la fístula. En 4 enfermos se demostró en forma dinámica el "efecto pistón" de la malformación de Chiari I (Figura 1) y el empleo de la EDD contribuyó a la recolocación de clips por persistencia de flujo dentro el saco aneurismático. Se utilizó en 9 pacientes con patologías raquímedulares y en 4 enfermos con patologías de los nervios periféricos.



Figura 1. Chiari I A: RM cerebral preoperatoria. B. Fotografía intraoperatoria con aracnoides intacta. C: Ecografía intraoperatoria antes de la apertura dural "Efecto Pistón". D: Ecografía intraoperatoria después de la durtomía. E: Eco Doppler Duplex de Arteria Cerebelosa Postero Inferior. F: Neuronavegación con Instatrak 3000.

**2. Angiografía intraoperatoria DSA** Se empleó en 28 casos. En 5 confirmó la exclusión del saco aneurismático y la preservación del lumen de las ramas vasculares aferentes o eferentes a la malformación. En otros 7 llevó a la corrección de la posición del clips por persistencia del flujo en el saco o compromiso del lumen de las ramas aferentes y/o eferentes (Figura 2). Confirmó la extirpación de MAV encefálica o medulares en 11 enfermos. En una MAV medular demostró un nido residual intra medular que se extirpó reconfirmándose que se había efectuado una extirpación completa con el uso de EDD. Se utilizó para guiar un balonaje de la carótida primitiva en un aneurisma carótido oftálmico y el control posterior al clipaje del mismo. En dos pacientes portadores de fístulas arteriovenosas meningomedulares confirmó su desaparición.

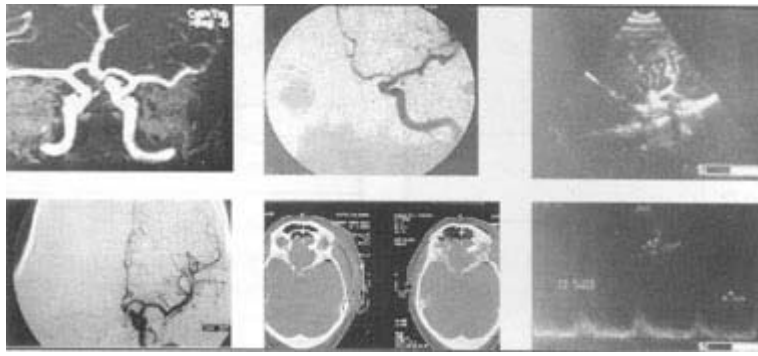


Figura 2. Aneurisma arterial. A: Angiografía por RM. B: Angiografía por Sustracción Digital (DSA) preoperatoria. C: DSA intraoperatoria postclipaje. D: TAC postoperatoria inmediata; ventana osea. E: Ecografía intraoperatoria. F: Eco Doppler Duplex (DD) Intraoperatorio.

**3. Biopsias Rápidas Intraoperatorias** Se realizó biopsia rápida intraoperatoria en 86 enfermos, 26 de ellos guiadas por neuronavegación con marco ZD. En 60 se tomó la muestra de biopsia a cielo abierto durante la extirpación de los tumores. De ellos en 48 confirmó la resección de tejido tumoral; en 9 casos, no existió correspondencia entre el informe de biopsia rápida intraoperatoria y el informe final correspondiendo todas ellas a tejido tumoral. En 3 pacientes la información no fue concluyente en cuanto a la presencia de tejido patológico en la muestra.

**4. Endoscopia Guiada por Marco Esterotáxico Leibinger ZD** Se empleó el marco ZD para guiar endoscopios en navegaciones intraventriculares y realización de 3° ventrículo cisternostomía guiada en 5 pacientes portadores de hidrocefalia. En un caso se vació un quiste tumoral y concomitantemente se realizó biopsia de la pared.

**5. Monitoreo Neurofisiológico Intraoperatorio** Se utilizó en 208 pacientes, 43 portadores de tumores cerebrales, 39 enfermos con atrapamiento nervioso, 48 con hernias del núcleo pulposo, monitorizándose asimismo 36 intervenciones por raquiestenosis y por tumores vertebrales. Se vigiló con monitorización neurofisiológica la resección de 17 tumores medulares y 5 tumores de la cola caballo. Los potenciales evocados somatosensoriales se utilizaron en 7 malformaciones de Chiari I y/o siringomielia, existiendo finalmente un grupo variado de diferentes patologías (9% de la serie) descompresiva neurovascular de Jannetta en 2 pacientes, y estimulación de nervios craneanos en 9.

**6. Neuronavegación. La neuronavegación esterotáxica con marco** utilizando el marco Leibinger ZD, se empleó en 62 casos permitiendo el diseño de crancotomía y la localización de la lesión en 25 de ellos. Sirvió como guía para endoscopia y realización de 3° ventrículo cisternotomía en otros 5 y en 26 enfermos se empleó para obtener muestra de tejido tumoral en biopsia esterotáxica guiadas por computación. En un caso se empleó el programa Angio-LOC asociado a angiografía DSA intraoperatoria en un tumor de la región pineal evitando el daño de los elementos venosos centrales. **La neuronavegación virtual con el equipo Instatrak 3000 Vti** fue de gran utilidad en 4 lesiones tumorales de la base de] cráneo obteniendo la información proporcionada por la neuroimagen por TC. Se empleó en 5 casos de cirugía transepto esfenoide y en 2 síndromes de Jannetta con acceso al ángulo pontocerebeloso. Permitted diseñar la craneotomía y remodelar un defecto óseo craneano postraumático y 2 tumores de la calota. Se empleó la información proporcionada por la IRM en la navegación de 4 tumores intraaxiales y 2 tumores de tronco encefálico. En un paciente portador de una epilepsia intratable secundaria a ganglioglioma del hipocampo posterior guió con gran exactitud la localización y su resección total (Figura 3). En la malformación de Chiari I y/o siringomielia como primer tiempo permitió la ubicación de los senos venosos en el acceso de la fosa poste- rior los que con frecuencia son anómalos en esta patología evitando la injuria eventual en los mismos que son la principal causa de morbilidad asociada a esta técnica.

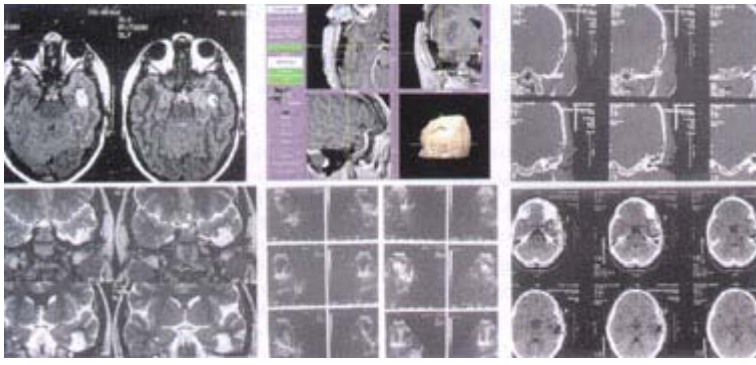


Figura 3. Ganglioglioma del Hipocampo: Epilepsia quirúrgica. A: RM preoperatoria axial. B: RM preoperatoria coronal. C: Neuronavegación virtual con Instatrak 3000. D: Ecografía intraoperatoria. E: TAC cerebral con ventana osea para reparto de electrodos. F: TAC cerebral postresección.

**7. Monitoreo de la corteza cerebral con electroencefalografía y PESS** Se empleó en cirugía de tumores, malformaciones vasculares epilepsia, pesquizando caídas locales de la irrigación cerebral siendo útil en cirugía de MAV y aneurismas. La experiencia inicial con el test de WADA con Propofol permitió ubicar la dominancia cerebral, el lenguaje y la memoria siendo muy útil y un paso indispensable antes de decidir cirugía en lesiones vecinas a zonas elocuentes del encéfalo.

La mortalidad del grupo en estudio fue de 3 casos: 1 por hemorragia intraventricular secundaria a un tercer ventrículo-cisternostomía endoscópica en una paciente de alto riesgo, 1 por shock séptico postoperatorio en un tumor talámico y el tercero por ruptura de un aneurisma gigante de la arteria basilar antes de la durosotomía. Se produjeron 5 hemorragias postoperatorias: 1 extradural, 3 del lecho, y 1 intraventricular las cuales se reexploraron con solución del problema.

La morbilidad comprendió 24 casos: solamente en 1 de ellos fue definitiva, una afasia en un tumor de hemisferio dominante. Las restantes complicaciones fueron transitorias, constituidas por 1 afasia, 4 déficit motores, 3 edemas de vía aérea, una embolia arterioarterial, 1 estado confusional transitorio, 5 fístulas de líquido cefalorraquídeo postoperatorias tratadas con drenaje espinal, 1 hidrocefalia secundaria a una hemorragia subaracnoidea por aneurisma roto, 1 tercer par transitorio en un tumor de la base del cráneo y 1 infección de la craneotomía.

## Discusión

Analizaremos la utilidad y los eventuales problemas que pueden tener los diferentes métodos de monitoreo intraoperatorio (1) empleados en la presente serie de la Clínica Las Condes. *La Ultrasonografía intraoperatoria* (2) tiene un mayor poder de definición y de exactitud en la localización de las lesiones medulares o intracaniculares que la información cine proporciona la IRM. Permite ubicar y delimitar la patología bulbo medular y es de utilidad en las malformaciones de la charnela occipito cervical. Siendo un examen dinámico agrega connotaciones terapéuticas y muestra el "efecto pistón" y su solución o desaparición luego de la descompresión del agujero magno y canal cervical alto. Comprueba la eficacia de los drenajes cistoaracnoidales en quistes intramedulares al demostrar la desaparición de la tensión de la pared y la presencia de latidos sincrónicos con la actividad cardíaca. Como complemento muestra la ubicación del catéter dentro del quiste. Si se asocia a la EDD en la patología vascular comprueba la desaparición del flujo dentro del saco luego del cierre. Hace posible la ubicación dinámica de remanentes de MAV encefálicas o medulares comprobando su extirpación total.

En los tumores intra-axiales da una buena localización intraoperatoria. Es el método que tiene mayor definición en la detección de remanentes tumorales, optimizando la resección. Hay que recordar que una vez abierto el cráneo se produce un desplazamiento del cerebro o "*brainshift*" el que hace perder la correlación con la neuroimagen preoperatoria, especialmente en la neuronavegación virtual con Intatrak.

La manera más práctica de corregir esta distorsión es asociar el empleo de ultrasonografía intraoperatoria que corregirá los parámetros. *La angiografía intraoperatoria* (3-5) DSA muestra la estenosis de ramos aferentes y/o eferentes incluidos en el clip o la mala oclusión del cuello del aneurisma. Su uso nos llevó a la recolocación de clip en 7 casos (20% del grupo). En otro paciente demostró un remanente de MAV que reexplorado llevó a su extirpación total. Es un examen útil como complemento en el estudio de las fistulas durales, meningodurales y duropiales. Si el enfermo está en posición boca abajo se debe invertir la posición para hacer la angiografía intraoperatoria de control, lo que obliga a recolocar el catéter femoral.

*La neuronavegación con o sin marco* (6-8) permite diseñar la craneotomía, localizar la lesión y en el caso de la navegación virtual acceso de gran precisión en cirugía de la base de cráneo. La neuronavegación con marco ZD tiene un alto rendimiento en las biopsias estereotáxicas, ya que solamente en 3 casos el estudio histopatológico no confirmó la presencia de tejido anormal. Asociado al programa Angio-loc, permite el respeto de los elementos vasculares con una disminución de la morbilidad en lesiones profundas y mediales del cerebro. *La Neuronavegación con marco y virtual* tiene sus indicaciones precisas y aparte de disminuir el tamaño de la craneotomía permite una exacta localización de la lesión. Es de alta seguridad en patologías que involucran la base del cráneo respetando los elementos vasculares vulnerables y la preservación de las vías largas en la cirugía bulbo-cervical y medular.

*El monitorio neurofisiológico* (9) es muy útil en la vigilancia de atrapamientos de nervios periféricos, en las raquiostenosis y en los tumores de la cola de caballo. En la vigilancia de las lesiones tronco encefálicas y bulbos medulares los PESS y potenciales auditivos son un buen predictor de daño neurológico cuando las alteraciones detectadas persisten una vez finalizado el acto quirúrgico. En las oscilaciones transitorias juegan un papel importante los factores hemodinámicos y la disrregulación térmica del paciente. En los nervios periféricos los estudios de conducción sensitiva motora y neural directa proveen información valiosa y confiable para reconocer dichos elementos. Como complemento de los nervios craneales la estimulación de los núcleos del piso del 4° ventrículo contribuyen a la localización de la lesión o a la presencia de alteraciones intraoperatorias.

El monitoreo electromiográfico de los electores del nervio facial en ausencia de relajantes musculares, disminuye el riesgo de lesión yatrogénica. La experiencia inicial con el test de WADA con Propofol es promisorio y altamente selectivo en la pesquisa de dominancia cerebral; es un paso importante antes de decidir cirugía en lesiones vecinas a áreas elocuentes del encéfalo (10). El monitoreo de la corteza cerebral con electroencefalografía y PESS pesquisa caídas focales de la inigación cerebral siendo útil en cirugía de patología vascular. La biopsia intraoperatoria se considera una forma de monitoreo ya que la información que proporciona permite decidir una cirugía mas o menos agresiva de acuerdo con la mayor o menor malignidad del tumor. En los tumores malignos se da prioridad a la obtención de mejores resultados en términos de calidad de vida que a la optimización de la resección del tumor.

## **Bibliografía**

1. Loftus C, Traynelys V *Intraoperative monitoring techniques in neurosurgery* By McGraw Hill. 1994.
2. Basauri L, Pinto F Selman JM. *Ecografía intraoperatoria en neurocirugía. Cuadernos Chilenos de Cirugía* 1988; 32: 109-10.
3. Barrow D, Bayer K, Joseph G. *Intraoperative angiography in the management of neurovascular disorders. Neurosurgery* 1992; 30: 153-9.
4. Derdeyn CP, Moran Cj, Cross DT, Grubb RL Jr, Dacey RG Jr *Related Articles Intraoperative digital subtraction angiography: a review of 112 consecutive examinations. ATNR* 1995; 16: 307-18.
5. Gallardo S. *Angiografía intraoperatoria en cirugía cerebrovascular. Revista Médica*



*Clínica Las Condes 1995; 6: 104-6.*

6. Basauri L, Concha Julio E. [Neuronavegación I Técnicas.](#) *Revista Médica Clínica Las Condes 2000; 11: 119-24.*

7. Basauri L, Concha Julio E. [Neuronavegación II.](#) *Revista Médica Clínica Las Condes 2001; 12: 22-6.*

8. Concha Julio E, Basauri L, Las Heras J. [Utilidad de la biopsia estereotáxica con marco en el manejo de lesiones cerebrales.](#) *Revista Médica Clínica Las Condes 2001;12: 56-66.*

9. Morota N, Deletis V, Epstein FJ, Kofler M, Abbot R, Lee M, Ruskin K. *Braitl stem mapping: Neurophysiological localization of motor nuclei on the floor of the fourth ventricle. Neurosurgery 1993; 37: 922-230. ??*

10. Wada J, Rasmusen T *Intracarotid injection of sodium amytal for lateralization cerebral speech dominance. J Neurosurg 1960;17: 226-32.*

#### *Agradecimientos*

*Agradecemos la colaboración del Dr. Pablo Holmgren en la revisión del material clínico.*