

# Resección microquirúrgica estereotáxica de tumores intracraneales guiada por imagen y asistida por ordenador

G. López-Flores<sup>a</sup>, E. Guerra-Figueredo<sup>a</sup>, L. Ochoa-Zaldívar<sup>b</sup>, A. Padrón<sup>a</sup>, A. Torres<sup>a</sup>,  
J.M. Morales<sup>a</sup>, I. García-Maeso<sup>a</sup>, J. Teijeiro-Amador<sup>a</sup>, E. Fermín<sup>c</sup>,  
A. Villegas<sup>a</sup>, B. Estupiñán<sup>a</sup>, J. Jordán<sup>c</sup>

## STEREOTAXIC MICROSURGICAL RESECTION OF INTRACRANIAL TUMORS GUIDED BY IMAGING AND ASSISTED BY COMPUTER

**Summary.** Introduction. *The microsurgical techniques for resection of intracranial lesions are limited where anatomical references do not exist or cannot be used as guides in the dissection of deeply located lesions or in more superficial eloquent areas. The stereotaxic guide, guided by imaging gives precise volumetric and geometric definition in intracranial lesions. Its application in the resection of intracranial tumors has special characteristics due to their biological condition and varied localization.* Objectives. *Spatial orientation during surgery is essential. We show this application of stereotaxic surgery in the Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) in La Habana, Cuba, between May 1994 and February 1998, describing 65 microsurgical operations done using stereotaxis in 62 patients with intracranial cerebral tumors. Patients and methods. The procedure was divided into three stages: acquiring an image, computerized axial tomography and surgical planning, with the STASSIS planning system and microsurgical procedures, including systems of stereotaxis: Leksell, Micromar and Estereoflex. Results. Of the total, 27 of these patients had glial tumors, 33 non-glial tumors and only 2 had non-neoplastic lesions of different sites and sizes. A total of 30 resections were done. Surgical morbidity was minimal and there was no surgical mortality. Conclusions. The main advantages of this method are: exact localization of the site for craniotomy, easy spatial orientation and ease in distinguishing the delimitation between the tumour and the healthy tissue. It has been shown that Estereoflex may be used in cerebral microsurgery. [REV NEUROL 2001; 32:] [<http://www.revneurolog.com/3205/k05pág.pdf>]*

**Key words.** Cerebral tumors. Microsurgery. Neurosurgery guided by imaging. Stereotaxic craniotomy. Stereotaxic resection. Stereotaxic techniques.

## INTRODUCCIÓN

Las técnicas microquirúrgicas para la resección de lesiones intracraneales se limitan donde las referencias anatómicas no existen o no pueden usarse como guía para la disección de lesiones localizadas profundamente o en áreas elocuentes más superficiales [1].

La guía estereotáxica por imágenes de tomografía axial computadorizada (TAC), resonancia magnética (RM) y angiografía por sustracción digital (ASD) ofrece una definición volumétrica y geométrica precisa de las lesiones intracraneales [2-5]. La aplicación de esta guía en la resección de los tumores intracraneales (TIC) presenta algunas particularidades por la propia condición biológica de los mismos, así como por su variada localización.

Para el desarrollo de la cirugía estereotáxica a cráneo abierto en los TIC se aprovecharon las experiencias acumuladas con la biopsia estereotáxica y el implante estereotáxico de fuentes radioactivas. Con el objetivo de abordar y reseccionar tumores profundos y centrales con exactitud y seguridad, Kelly y Alker [1] retomaron en 1980-1981 los principios de la resección volumétrica estereotáxica y practicaron craneotomías estereotáxicas en el abordaje de tumores cerebrales superficiales y tumores profundos, combinando las técnicas microquirúrgicas y el láser de CO<sub>2</sub>.

En la llamada década del cerebro, los avances tecnológicos en

el campo de la neurocirugía se han encaminado al desarrollo de las neuroimágenes y al perfeccionamiento de la neurocirugía mínimamente invasiva. Los sistemas estereotáxicos modernos han incluido nuevos accesorios y desarrollado otros. Esto, unido al desarrollo de las técnicas informáticas y al perfeccionamiento de los programas de planificación quirúrgica, ha contribuido al desarrollo de nuevas aplicaciones en la neurocirugía guiada por imagen y asistida por ordenador; además de subdividir las mismas en dos grandes grupos: por un orificio o a cráneo abierto (Figura).

En este trabajo se presenta la experiencia y los principales resultados acumulados por el Servicio de Neurocirugía del Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) en la resección microquirúrgica estereotáxica.

## PACIENTES Y MÉTODOS

### Pacientes

Durante el período de mayo de 1994 a febrero de 1998, a 62 pacientes portadores de TIC (26 mujeres y 36 varones) se les realizaron 65 intervenciones de resección estereotáxica (RET) aplicando técnicas microquirúrgicas guiadas por imagen y asistidas por ordenador. El intervalo de edad fue de 2 a 84 años.

### Método

La RET volumétrica asistida por ordenador se realizó en tres etapas:

#### 1.ª etapa: adquisición de datos

Esta etapa comprende la colocación del anillo estereotáxico y la realización de la TAC.

#### Colocación del marco estereotáxico

Se utilizaron el sistema estereotáxico de Leksell, modelo G (Instrumentos Elekta, Suecia), el sistema estereotáxico Micromar (Hitchock modificado, Brasil) y el Estereoflex (CIREN-CIE, Cuba).

Recibido: 28.08.00. Aceptado tras revisión externa sin modificaciones: 20.09.00.

<sup>a</sup> Centro Internacional de Restauración Neurológica. <sup>b</sup> Clínica Central Cirugía. <sup>c</sup> Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgicas. Ciudad de La Habana, Cuba.

Correspondencia: Dr. Gerardo López Flores. Avenida 25 No. 15805 e/158 y 160, Playa. 11300 Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: gerardo@neuro.sld.cu

© 2001, REVISTA DE NEUROLOGÍA

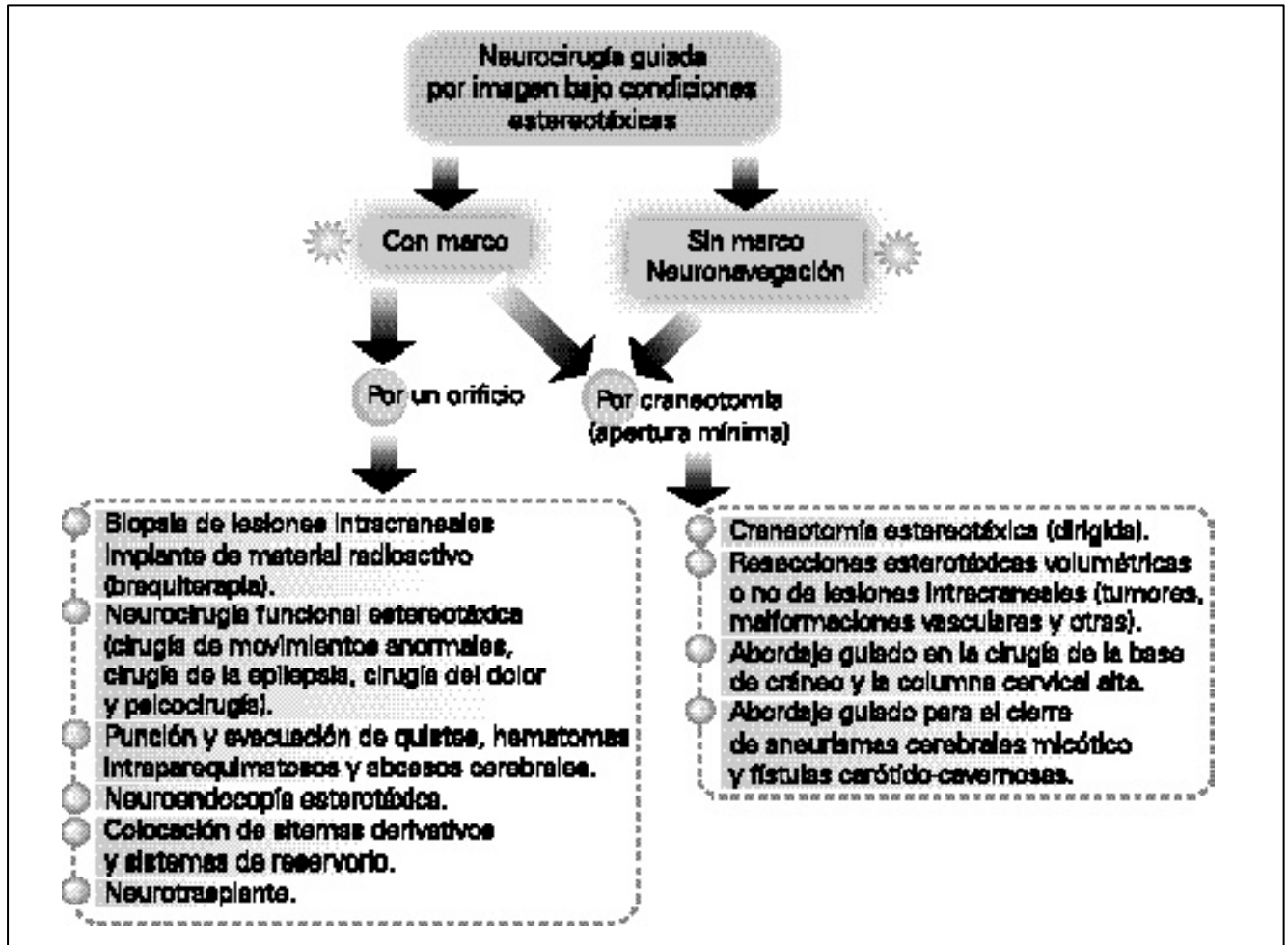


Figura. Aplicaciones de la cirugía guiada por imagen bajo condiciones estereotáxicas.

Previa anestesia local con lidocaína 2%, se realiza la colocación y ajuste del marco mediante cuatro tornillos que lo fijan al cráneo; el cirujano utiliza como referencias anatómicas la línea orbitomeatal, evitando que el marco obstruya el área de trabajo.

Una vez colocado el anillo, se le realizan al paciente los estudios imaginológicos estereotáxicos. A todos los pacientes se les realizó TAC estereotáxica.

*TAC estereotáxica*

Después del traslado del paciente hacia la unidad de radiología (SOMATON DR) se acopla el anillo estereotáxico a la mesa del tomógrafo, a través de un adaptador que garantiza la fijación del mismo. Luego se coloca el sistema de referencias estereotáxicas. Una vez terminado el estudio, las imágenes se transfieren al ordenador de la estación de planificación, en la unidad quirúrgica, utilizando el programa Patris (EiciSoft, Cuba).

**2.ª etapa: planeamiento quirúrgico automatizado**

*Se realizó con el sistema de planeamiento quirúrgico (STASSIS, CIREN)*

El abordaje quirúrgico se seleccionó evitando dañar áreas significativas, para preservar la función neurológica del paciente. Por lo tanto, la posición estereotáxica de estructuras vasculares y neurales de importancia y su relación con el volumen tumoral necesitan establecerse durante el planeamiento del abordaje, para evitar posibles daños. Las lesiones que se localizaron dentro y a pocos milímetros de la superficie cortical usualmente se planificaron a través de una incisión en la prominencia de un giro cerebral no significativo y fundamental. Las lesiones profundas, por su parte, se planificaron transcorticalmente a través de un tejido cerebral no funcional, en una dirección paralela a la proyección mayor de la sustancia blanca o a través de la profundidad del surco.

El abordaje quirúrgico para una variedad de lesiones profundas se ha adaptado de las técnicas convencionales o específicamente desarrollada por nuestros métodos. Los siguientes puntos generales pueden ser beneficiosos en el planeamiento de la exposición quirúrgica. Los tumores que estaban localizados dentro del intervalo de 5 a 10 mm de la superficie cerebral se abordaron transcorticalmente. Sin embargo, las trayectorias para la resección de tumores profundos se realizaron a través de la profundidad de los surcos.

**3.ª etapa: intervenciones quirúrgicas**

Esta técnica de localización y RET es exitosa en tumores intracraniales superficiales y profundos, y localizados en el espacio supra e infratentorial.

*Preparación del paciente*

Primeramente se aplicará anestesia general, el paciente se pone en posición adecuada y se fija a la mesa de operaciones según el abordaje planeado con anterioridad. Con posterioridad, el cabello del paciente es preparado, después de un amplio lavado con soluciones yodadas; si es necesario, se rasura localmente el cabello.

Para localizar el lugar donde se va a realizar la incisión del cuero cabelludo se utilizan fundamentalmente dos variantes: una de ellas, utiliza una cánula o sonda, con la cual se apunta al cuero cabelludo el centro de la craneotomía; la otra forma, más moderna y cómoda para el trabajo microquirúrgico, se realiza mediante una guía láser.

Después de expuesta la corteza cerebral se procede según la localización del tumor, sea superficial, profundo o intraventricular. En los casos que así lo requieran se coloca el microscopio quirúrgico en la guía estereotáxica, visualizando mejor el área de trabajo.

**Tabla I.** Localización de las lesiones supratentoriales.

Localización	Derecha	Izquierda	Total
Frontal	4	4	8
Central	5	4	9
Parietal	3	5	8
Temporal	4	3	7
Occipital	1	0	1
Temporoparietal	1	3	4
Parietoccipital	0	2	2
Tálamo	1	0	1
Ganglios basales	1	1	2
Ventrículo lateral	–	–	3
Supraselar	–	–	2
Total	20	22	47

#### *Tumores superficiales*

La craneotomía estereotáxica se realiza del mismo tamaño o ligeramente mayor que el diámetro mayor del tumor; seguidamente se determina el lugar de entrada al cráneo y la trayectoria quirúrgica; en este momento el cirujano puede ver en la pantalla del ordenador las imágenes del tumor en reconstrucciones de los tres planos ortogonales (sagital, coronal y axial) y una cuarta posibilidad reconstruyendo sobre la trayectoria. Sobre esta última se realiza una reconstrucción perpendicular en el lugar del mayor volumen tumoral y se utilizan los diámetros del mismo para seleccionar el diámetro de la apertura del cráneo; esto tiene determinadas variaciones, según si existe más o menos representación cortical del tumor, de si se trata de una lesión quística o sólida, de la localización de la lesión y del diagnóstico presuntivo realizado.

#### *Tumores profundos*

Después de realizada la craneotomía estereotáxica por la técnica antes descrita y seleccionado el abordaje teniendo en cuenta la localización del tumor y el área significativa del cerebro, según lo comentado en la sección inicial de la metodología, se procede a realizar la corticotomía. Las espátulas estereotáxicas se montan entonces y, con ayuda de la coagulación bipolar o el láser quirúrgico, se realizan, de forma escalonada y progresivamente, incisiones subcorticales de la sustancia blanca, bajo la guía estereotáxica y siguiendo la ruta trazada por el láser guía de He-Ne o una sonda que se extiende desde el instrumento portasondas del arco estereotáxico hasta la superficie externa del tumor en una vista sobre la trayectoria.

#### *Tumores intraventriculares*

Las relaciones anatómicas intraventriculares se usan para mantener la orientación quirúrgica en cirugías convencionales de los tumores intraventriculares. Esto es fácil en pacientes que tienen grandes ventrículos laterales (hidrocefalia); es más difícil el trabajo en pacientes con lesiones que tienen ventrículos pequeños o normales.

En estos casos, se realiza un abordaje más directo usando métodos estereotáxicos.

#### *Abordajes infratentoriales*

En este caso, el marco se coloca de forma invertida; es decir, el anillo se coloca por encima de la lesión y la referencia ahora está por debajo del marco. Esto se utiliza con el objetivo de facilitar un mayor espacio quirúrgico al cirujano.

## RESULTADOS Y COMPLICACIONES

Se realizaron 65 intervenciones a 62 pacientes. La localización de las lesiones,

**Tabla II.** Histología de los tumores gliales.

Astrocitomas	Total
Grado IV	7
Grado III	5
Grado II	9
Grado I	2
Subtotal	23
Oligodendroglioma	2
Neurocitoma	2
Total	27

nes, definida por imagen de TAC, fue 38 intra-axiales y 24 extra-axiales, tanto supra como infratentoriales (Tabla I).

## TUMORES GLIALES

### *Gliomas de alto grado*

Siete pacientes portadores de astrocitoma grado IV (Tabla II) recibieron RET de la zona que captó contraste en la TAC, se les realizó resección total a seis y mayor del 50% a cuatro pacientes. La mayoría de los pacientes presentaban déficit neurológico preoperatorio, seis de los cuales tenían índice de Karnofsky inferior a 70. No empeoró ningún paciente después de la cirugía. A los pacientes con resección parcial se les combinó el tratamiento quirúrgico con la modalidad de braquiterapia intersticial permanente con alambre de Ir<sup>192</sup>.

El promedio de supervivencia postoperatoria fue de 49 semanas.

De cinco pacientes portadores de astrocitomas anaplásicos, resecaados de forma subtotal y parcial, cuatro tenían déficit neurológico preoperatorio, tres mejoraron después de la cirugía, dos se mantuvieron sin modificación y no empeoró ninguno.

### *Gliomas de bajo grado*

De los nueve pacientes con astrocitoma grado II (Tabla II) (seis normales y tres con defecto neurológico preoperatorio), uno tuvo déficit postoperatorio o empeoró después de la cirugía.

Dos pacientes con muy bajo grado (astrocitoma grado I) también fueron operados sin morbilidad quirúrgica con resección total del tumor.

La proporción de resección de los astrocitomas grado II y oligodendrogliomas depende del grado de circunscripción histológica en cada tumor individual.

## TUMORES NO GLIALES

### *Tumores metastásicos*

Se realizaron cuatro resecciones totales de tumores metastásicos (Tabla III); los cuatro pacientes tenían defecto neurológico preoperatorio, tres de ellos mejoraron su estado neurológico y uno empeoró después de la RET. El paciente que empeoró presentaba un tumor metastásico de un adenocarcinoma de pulmón, localizado en región central izquierda; el paciente presentó un déficit motor (hemiparesia contralateral)

Tres de estos pacientes tuvieron un promedio de supervivencia de 4 a 12 meses; uno de ellos murió debido a un tromboembolismo pulmonar y dos por recidiva del tumor metastásico en otras áreas del encéfalo. El otro paciente presentó una sobrevida de 14 meses y murió a consecuencia del tumor primario; todos los pacientes recibieron radioterapia externa posresección.

### *Lesiones misceláneas*

Veintinueve pacientes recibieron RET asistida por ordenador por presentar tumores intracraneales diversos, en localización supra e infratentorial (Tabla III).

A 15 meningiomas se le practicó esta intervención, en 10 se realizó resección

**Tabla III.** Histología de los tumores no gliales.

Metástasis	Total
Pulmonar	2
Mama	1
Piel	1
Subtotal	4
Meningioma	15
Neurinoma	5
Neurofibroma	1
Hemangioblastoma	2
Quiste epidermoide	2
Craneofaringioma	1
Macroadenoma hipofisario	1
Tumor óseo (osteoclastoma)	2
Total	33

ción total y sólo dos con resección menor del 50%; en un caso se repitió la intervención. Nueve de los 15 presentaron algún defecto neurológico preoperatorio, ocho mejoraron después de la cirugía, seis se mantuvieron normales en el examen neurológico y uno empeoró, presentando un cuadro de hemiplejía después de la resección total de un meningioma maligno, localizado en región temporal profunda con invasión del tálamo ventral.

Se reseccionaron cinco neurinomas, dos completos y tres parciales (mayor de un 50%). Cuatro tuvieron déficit neurológico preoperatorio dado por afectación de la audición del lado ipsilateral, afectación del VII en dos casos y afectación del V en un caso; un paciente presentó examen neurológico preoperatorio normal, cuatro pacientes mejoraron postoperatoriamente y un caso con déficit neurológico preoperatorio empeoró al presentar, después de una resección total, parálisis facial periférica no modificable pasado un año. Se realizaron tres resecciones parciales en pacientes con neurinomas mayores de 4 cm, dos de ellos mayores de 65 años de edad. A un paciente con un neurinoma intracanalicular se le realizó resección total.

Se reseccionaron dos quistes epidermoides, localizados uno de ellos en el ángulo pontocerebeloso.

Dos lesiones no tumorales se diagnosticaron en el postoperatorio: una encefalitis focal, de la que sólo se tomó biopsia después de realizada la craneotomía, y un proceso no tumoral (cicatriz glial) de etiología no definida.

#### Lesiones intraventriculares

Se pudo realizar estereotáxicamente un abordaje directo a lesiones intraventriculares. Nosotros utilizamos este método en un total de tres pacientes, dos neurocitomas centrales del ventrículo lateral y un meningioma intraventricular del trigono del ventrículo lateral.

Se reseccionó totalmente el meningioma, sin complicaciones postoperatorias, y los dos neurocitomas de forma parcial >50%.

El examen neurológico postoperatorio se realizó en el momento del alta o aproximadamente a las dos semanas después de la cirugía; éste demostró que 29 pacientes mejoraron en el examen neurológico, si lo comparamos con su estado preoperatorio. Veintisiete pacientes se mantuvieron neurológicamente inmutables; 20 estaban neurológicamente normales en el preoperatorio y cinco tenían déficit preoperatorio, pero no mejoraron después de la cirugía. Las complicaciones presentadas se muestran en la tabla IV.

Se realizó la resección total en 30 pacientes de los 62 operados; los mayores fueron tumores no gliales, donde se destacaron los meningiomas y la metástasis.

**Tabla IV.** Complicaciones frente a localización.

Tumores supratentoriales	N.º de casos
Déficit motor	
Hemiparesia (transitoria)	2
Hemiplejía (permanente)	1
Déficit del campo visual	
Hemianopsia homónima (Permanente)	1
Déficit de pares craneales	
VII (transitoria)	1
Hematoma intraparenquimatoso	1
Hidrocefalia aguda	1
Sepsis de la herida quirúrgica	1
Tumores infratentoriales	
Déficit de pares craneales	
VII (permanente)	1

## DISCUSIÓN

La aplicación de las técnicas estereotáxicas permite localizar estructuras cerebrales y lesiones en el cerebro con gran exactitud. Para practicar una craneotomía bajo condiciones estereotáxicas se combinan las ventajas de la cirugía abierta con la exactitud de una intervención estereotáxica. Esto facilita la resección precisa de lesiones cerebrales, mientras minimiza la exposición y el daño al tejido circundante [6,7].

La indicación para la craneotomía estereotáxica incluye la resección de lesiones bien circunscritas en TAC o en RM en tiempo de relajación T<sub>2</sub>, que se sitúan superficialmente intra o extra-axiales y para aquellas superficiales que lo hacen cerca o en áreas funcionales de la corteza o que son difíciles de localizar. Con la microcirugía estereotáxica volumétrica asistida por ordenador el tumor, localizado en áreas subcorticales importantes, se alcanza por un abordaje planeado previamente o simulado en el ordenador, donde se atraviesa el tejido cerebral no funcional o no esencial [2,3,8-11].

En los tumores de origen glial, cuando la imagen no aporta la información precisa de la extensión de la lesión, la biopsia estereotáxica seriada puede usarse para precisar los márgenes histológicos de la lesión y determinar igualmente dónde la lesión está compuesta solamente de tumor sólido o células tumorales aisladas, infiltrando parénquima intacto o ambos [12,13].

En la práctica, esta técnica mantiene al cirujano orientado tridimensionalmente durante el abordaje; el ordenador puede simular la localización intraoperatoria del instrumental y de los separadores. Con este método se puede realizar una resección 'agresiva' de tumores subcorticales con mínimo daño del tejido cerebral circundante. También se reseccionan lesiones de áreas neurológicamente importantes, con aceptables niveles de morbilidad y mortalidad [14].

La técnica estereotáxica supera a los abordajes neuroquirúrgicos convencionales a manos libres en las lesiones intra-axiales, donde el cirujano corre el riesgo de 'perdersé' al intentar encontrar un tumor subcortical profundo, donde los planos entre el tumor y el tejido cerebral edematoso circundante no son claros [15].

El uso de la localización estereotáxica en la craneotomía ofrece varias ventajas sobre la craneotomía convencional, principalmente por la reducción de la herida quirúrgica y de la morbilidad neurológica. Craneotomías excesivamente grandes pueden potenciar la formación de hematomas extradurales, reducen el volumen intradural, por estiramiento de la dura en el borde óseo y por exponer a la superficie cortical al daño mecánico; además, es bien conocido el síndrome poscraneotomía, caracterizado por molestias y dolores crónicos en relación con el lugar de la apertura del cráneo y que se observa con mayor frecuencia en las aperturas excesivamente grandes [16].

La localización transoperatoria convencional de tumores subcorticales se realiza usando la imagen de TAC preoperatoria, donde el cirujano habitualmente no conoce el ángulo de corte en relación con el plano de la línea orbitomeatal. Esto puede crear errores al localizar lesiones supratentoriales corticosubcorticales. Otra forma está relacionada con referencias óseas o por cambios o distorsión en la superficie cortical, tales como venas arterializadas, alteraciones de coloración, edema del giro o alteraciones en el tacto a la palpación; estas técnicas convencionales no son exitosas para la localización de las lesiones subcorticales sin representación cortical.

La craneotomía estereotáxica es una técnica fácil y exacta. También ayuda al cirujano para determinar si es factible la realización de un abordaje transulcar o transgiral.

La ventaja de la combinación de la craneotomía mínima, la selección preoperatoria automatizada del lugar de entrada y la determinación de las dimensiones de la lesión hacen esta técnica segura incluso para la resección de grandes lesiones superficiales intra o extra-axiales [17, 18].

La intervención realizada en tumores intra-axiales es más beneficiosa en pacientes que tienen lesiones histológicamente circunscritas, compuestas enteramente de tejido tumoral. Se ha demostrado que estos pacientes tienen una probabilidad mayor de salir bien con la aplicación de esta técnica y sobreviven mucho más tiempo que el esperado [19].

Nuestra experiencia con la RET volumétrica indica que se puede realizar una extirpación significativa de las lesiones difusas en TAC, localizadas en áreas neurológicamente importantes, con baja morbilidad.

El relativamente largo período de supervivencia para pacientes con glioblastomas tratados por nuestro método es mejor que el comunicado en otros enfermos tratados por técnicas convencionales más radioterapia externa. Pero la diferencia no es tan significativa en caso de estos tumores de alto grado. Sin embargo, los pacientes descritos en otros estudios tienen mayor porcentaje de tumor localizado en áreas no explícitas, donde la resección puede ser más radical. En nuestro estudio, un gran grupo de tumores se localizaron en áreas significativas, profundos intra-axialmente, lo cual se asocia normalmente con pobres resultados y corta supervivencia; de todos los tumores gliales operados sólo uno empeoró su condición neurológica, sin reportarse mortalidad quirúrgica. Otros autores han notificado intervalos altos, de hasta el 29 %, de mortalidad seguida a la cirugía convencional de gliomas profundos [20, 21].

Como mencionamos anteriormente, los tumores mejor definidos en TAC son los que con mayor frecuencia se pueden reseccionar totalmente en nuestra serie. Sin embargo, la resección total de los glioblastomas multiformes sólo se logró en tres pacientes y en el resto de ellos (cuatro) no se pudo realizar por la localización del tumor, la edad del paciente y el estado neurológico preoperatorio;

se prefirió en ellos sólo la resección de más de un 50 combinada con braquiterapia intersticial permanente, con Ir<sup>192</sup> más radioterapia externa.

En los tumores gliales grado II los resultados fueron parecidos a los publicados por otros autores, primando las resecciones parciales por su alta incidencia de la zona de parénquima intacta, infiltrada por células tumorales aisladas; en dos pacientes con tumores no bien definidos en TAC, con la ayuda de la biopsia estereotáxica seriada se pudo delimitar el borde tumoral y se realizó RET total de la lesión.

Los astrocitomas pilocísticos, por ser tumores bien circunscritos en TAC, fueron más factibles para su resección total. Igualmente, los tumores metastásicos y otros tumores no gliales con una zona tumoral bien demarcada en TAC (p. ej., hemangioblastomas) fueron totalmente reseccionados sin mortalidad y con baja morbilidad. Los autores Haar y Patterson comunicaron en su trabajo una mortalidad de un 10% usando técnicas convencionales.

Los tumores extra-axiales, como los meningiomas, los neurinomas o los quistes epidermoides, se beneficiaron de las técnicas de resección volumétricas. En algunos de ellos, situados en el espacio supratentorial, fue necesario localizar la craneotomía y dirigir el abordaje, así como apoyar de forma interactiva el trabajo microquirúrgico del tumor; en otros, en localizaciones más basales, la apertura del cráneo y el abordaje se realizó según las técnicas convencionales y sólo el trabajo microquirúrgico fue asistido por esta técnica, con objeto de realizar una resección más segura, efectiva, óptima y total del tumor. Los neurinomas del VIII nervio y otros tumores del ángulo pontocerebeloso fueron abordados todos por una craneotomía suboccipital retromastoidea ipsilateral al tumor, asistiéndose en esta técnica el trabajo microquirúrgico. Esto permitió el conocimiento exacto, expresado en dimensiones de las estructuras anatómicas, neurales, vasculares y óseas de la región. Además, en el abordaje transmeatal se pudo simular en el ordenador, con una imagen de TAC del peñasco con ventana ósea, la relación entre la pared posterior del conducto auditivo interno y el conducto endolinfático (laberinto), simulando y calculando la extensión de la resección; todo ello, para poder reseccionar esta estructura ósea sin daño al laberinto y con evitar esto el daño a la audición. Consideramos que esta técnica aplicada al abordaje del ángulo pontocerebeloso es una ayuda para el cirujano, en determinadas situaciones específicas; pero de forma general, las técnicas microquirúrgicas, combinadas con un conocimiento microanatómico y la experiencia del cirujano, continúan siendo, junto al desarrollo del monitoreo electrofisiológico transoperatorio, los elementos más importantes para obtener buenos resultados en esta cirugía.

Igualmente, se aplicaron las técnicas microquirúrgicas estereotáxicas en la resección de meningiomas supra e infratentoriales, con un porcentaje de resección total del 66 %; el tamaño de los mismos varía entre 4 y 10 cm, sin que se produzca mortalidad operatoria y con mínima morbilidad.

Esta intervención es bien tolerada por el paciente y generalmente la estancia hospitalaria es corta. El procedimiento operatorio incluye la colocación del marco, la obtención de la imagen estereotáxica, el planeamiento y la intervención quirúrgica propiamente dicha, siendo de esta manera el tiempo total más prolongado que en las intervenciones convencionales, según nuestra experiencia, optimizando de esta manera el tiempo en cada etapa; con el apoyo de un personal especializado se puede reducir considerablemente el tiempo total, de forma tal que si sopesamos los beneficios obtenidos gracias a las técnicas estereotáxicas frente a un tiempo quirúrgico

relativamente menor en las técnicas convencionales, preferimos una intervención con menos riesgo, más segura y con baja morbimortalidad. En definitiva, mejores resultados con menos coste.

La RET no es un método ordinario para el abordaje de los tumores meníngeos, pero en algunos de ellos, y dependiendo de su localización, tiene verdaderas ventajas.

La microcirugía estereotáxica asistida por ordenador ofrece un control tridimensional para la localización y la resección de

una variedad de lesiones intracraneales intra o extra-axiales. Es aplicable a lesiones superficiales y profundas con una variedad de subtipos histológicos, siendo una técnica efectiva y segura. Permite la resección precisa de lesiones cerebrales bajo una visión directa, apertura ósea pequeña y trayectoria transcortical planeada. Se reducen los riesgos del daño corticosubcortical, con lo que disminuyen los estigmas psicopsíquicos y sociales, aumentando la calidad de vida de nuestros pacientes.

#### BIIBLIOGRAFÍA

- Kelly PJ, Alker GJ Jr. A method for stereotactic laser microneurosurgery in the treatment of deep seated CNS neoplasm. *Appl Neurophysiol* 1980; 43: 210-21.
- Kelly PJ, Kall BA, Goers, BS, Earnet IV F. Computer-assisted stereotaxic laser resection of intra-axial brain neoplasm. *J Neurosurg* 1986; 64: 427-39.
- Kelly PJ, Alker GJ Jr. A stereotactic approach to deep-seated CNS neoplasm's using the carbon dioxide laser. *Surg Neurol* 1981; 15: 331-4.
- Apuzzo MLJ, Sabshin JK. Computed tomographic guidance stereotaxis in the management of intracranial mass lesions. *Neurosurgery* 1983; 12: 277-85.
- Kitchen ND, Lemieux L, Thomas DGT. Accuracy in Frame-Based and Frameless Stereotaxy. *Stereotact Funct Neurosurg* 1993; 61: 195-206.
- Laitinen LV, Liliequist B, Fagerlund M, Eriksson AT. An adapter for computer tomography guided stereotaxis. *Surg Neurol* 1985; 23: 559-66.
- Leksell L, Jernberg B. Stereotaxis and tomography. A technical note. *Acta Neurochir* 1980; 52: 1-7.
- Apuzzo MLJ, Chanrasoma PT, Cohen DL. Computer imaging stereotaxy: Experience and perspective related to 500 procedures applied to brain masses. *Neurosurgery* 1987; 20: 930-7.
- Galloway RL, Maciunas RJ, Edwards CA. Interactive image guided neurosurgery. *IEEE Trans Biomed Engl* 1992; 39: 1226-31.
- Giorgi C, Casolino DS, Ongania E, Franzini A, Broggi G, Pluchino F. Guided microsurgery by Computed-Assisted Three Dimensional analysis of neuroanatomical Data stereotactically acquired. *Stereotact Funct Neurosurg* 1990; 54-55: 482-7.
- Gybels J, Vandermeulen D, Suetens P, Marchal G, Wilms G. A prototype medical workstation for computer-assisted stereotactic neurosurgery. *Stereotact Funct Neurosurg* 1990; 54-55: 493-6.
- Daumas-Duport C. Histological grading of gliomas. *Curr Opin Neurol Neurosurg* 1992; 5: 924-31.
- Daumas-Duport C. Grading System for astrocytomas. *J Neurosurg* 1991; 74: 27-37.
- Kelly PJ, Alker GJ Jr. A method for stereotactic laser microsurgery in the treatment of deep-seated CNS neoplasms. *Appl Neurophysiol* 1980; 43: 210-5.
- Kelly PJ, Alker GJ Jr. A stereotactic approach to deep-seated CNS neoplasm using the carbon dioxide laser. *Surg Neurol* 1981; 15: 331-4.
- Barnet GH, Mckenzie RL, Ramos L, Palmer J. Nonvolumetric stereotaxy-assisted craniotomy. Results in 50 consecutive cases. *Stereotact Funct Neurosurg* 1993; 61: 80-95.
- Kelly PJ. Stereotactic imaging, surgical planning and computer assisted resection of intracranial lesions: methods and results. *Advances and technical standards in neurosurgery*. Springer-Verlag 1990; 17: 78-118.
- Moringlane JR, Reif J, Donque E, Graf N, Feiden W. Microsurgery of cerebral lesions under stereotactic conditions. *Minn Invas Neurosurg* 1995; 38: 117-22.
- Jelsma R, Bucy PC. The treatment of glioblastoma multiforme of the brain. *J Neurosurg* 1967; 27: 388-400.
- Ammirati M, Vick N, Liao YL, Ciric I, Mikhael M. Effect of the extent of surgical resections on survival and quality of life in patients with supratentorial glioblastoma and anaplastic astrocytoma. *Neurosurgery* 1987; 21: 201-6.
- Frankel SA, German WT. Glioblastoma multiforme: review of 219 cases with regard to natural history, pathology, diagnostic methods, and treatment. *J Neurosurg* 1958; 14: 489-503.

#### RESECCIÓN MICROQUIRÚRGICA ESTEREOTÁXICA DE TUMORES INTRACRANEALES GUIADA POR IMAGEN Y ASISTIDA POR COMPUTADORA

**Resumen.** Introducción. Las técnicas microquirúrgicas para la resección de lesiones intracraneales se limitan donde las referencias anatómicas no existen o no pueden utilizarse como guía para la disección de lesiones localizadas profundamente o en áreas elocuentes más superficiales. La guía estereotáxica guiada por imágenes ofrece una definición volumétrica y geométrica precisa de las lesiones intracraneales. Su aplicación en la resección de los tumores intracraneales presenta algunas particularidades por la propia condición biológica de los mismos, así como por su variada localización. Objetivos. La orientación espacial durante la microcirugía constituye un elemento indispensable. Demostramos esta aplicación de la cirugía estereotáxica en el Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) en La Habana, Cuba, desde mayo de 1994 a febrero de 1998, al describir la realización de 65 intervenciones microquirúrgicas en condiciones estereotáxicas a 62 pacientes portadores de tumores cerebrales intracraneales. Pacientes y métodos. El procedimiento se dividió en tres etapas: adquisición de la imagen, tomografía axial computadorizada y planificación quirúrgica, con sistema de planeamiento STASSIS y procedimientos microquirúrgicos, que incluyó los sistemas estereotáxicos: Leksell, Micromar y Estereoflex. Resultados. Del total, 27 de estos pacientes presentaron tumores gliales, 33 no gliales y sólo 2 lesiones no neoplásicas de localización y tamaño variados. Se realizaron 30 resecciones totales, la morbilidad quirúrgica

#### RESSECCÃO MICROQUIRÚRGICA ESTEREOTÁXICA DE TUMORES INTRA-CRANEANOS GUIADA POR IMAGEM E ASSISTIDA POR COMPUTADOR

**Resumo.** Introdução. As técnicas de microcirurgia para a ressecção de lesões intra-craneanas são limitadas, onde não existem referências anatómicas ou onde não podem ser utilizadas como guia para a disseção de lesões localizadas profundamente ou em áreas expressivas mais superficiais. O guia estereotáxico conduzida por imagens oferece uma definição volumétrica e geométrica precisa das lesões intra-craneanas. A sua aplicação na ressecção dos tumores intra-craneanos apresenta algumas particularidades, pela própria condição biológica dos mesmos, bem como pela sua localização variada. Objetivos. A orientação espacial durante a microcirurgia constitui um elemento indispensável. Demonstramos esta aplicação da cirurgia estereotáxica no Centro Internacional de Restauração Neurológica (CIREN) em Havana, Cuba, desde Maio de 1994 a Fevereiro de 1998, descrevendo a realização de 65 intervenções microquirúrgicas em condições estereotáxicas em 62 doentes portadores de tumores cerebrais intra-craneanos. Doentes e métodos. O procedimento foi dividido em três etapas: aquisição da imagem, tomografia axial computadorizada e planificação cirúrgica, com sistema de planeamento STASSIS e procedimento de microcirurgia, que incluiu os sistemas estereotáxicos: Leksell, Micromar e Estereoflex. Resultados. Do total, 27 destes doentes apresentaram tumores gliais, 33 não gliais e apenas 2, lesões não neoplásicas de localização e tamanho variável. Efectuaram-se 30 ressecções totais, a mor-

gica fue mínima y no hubo mortalidad quirúrgica. Conclusiones. Las principales ventajas del método son: localización exacta de la craneotomía, fácil orientación espacial y facilidad para distinguir los límites entre el tumor y el tejido sano. Se demostró la aplicabilidad del Estereoflex a la microcirugía cerebral. [REV NEUROL 2001; 32:] [<http://www.revneurologia.com/3205/k05pág.pdf>]

**Palabras clave.** Craneotomía estereotáxica. Microcirugía. Neurocirugía guiada por imagen. Resección estereotáxica. Técnicas estereotáxicas. Tumores cerebrales.

bilidade cirúrgica foi mínima e não houve mortalidade cirúrgica. Conclusões. As principais vantagens do método são: localização exacta da craneotomia, fácil orientação espacial e facilidade na distinção dos limites entre o tumor e o tecido são. Foi demonstrada a aplicação do Estereoflex à microcirurgia cerebral. [REV NEUROL 2001; 32:] [<http://www.revneurologia.com/3205/k05pág.pdf>]

**Palavras chave.** Craneotomia estereotáxica. Microcirurgia. Neurocirurgia guiada por imagem. Ressecção estereotáxica. Técnicas estereotáxicas. Tumores cerebrais.