

ARTÍCULOS ORIGINALES

Centro Internacional de Restauración Neurológica, Ciudad de La Habana

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

Dr. Gerardo López Flores,¹ Lic. Eritk Guerra Figueredo,² Dr. Luis Ochoa Zaldívar,³ Dr. Arnaldo Padrón,⁴ Lic. Abel Torres,⁵ Ing. Juan Miguel Morales,⁶ Dr. Iván García Maeso,⁷ Ing. Juan Teijeiro Amador,⁸ Dr. C. Eduardo Fermín,⁹ Dr. Alexei Villegas,¹⁰ Dra. Bárbara Estupiñán¹¹ y Dr. José Jordán¹²

RESUMEN

Se reporta que la orientación espacial durante la microcirugía, constituye un elemento indispensable. Se demuestra esta aplicación de la cirugía estereotáxica en el Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) de mayo de 1994 a febrero de 1998, al describir la realización de 65 intervenciones microquirúrgicas en condiciones estereotáxicas, a 62 pacientes con tumores cerebrales intracraniales. El proceder se dividió en 3 etapas: *adquisición de la imagen*, tomografía axial computadorizada, *planificación quirúrgica*, con sistema de planeamiento STASSIS y *procederes microquirúrgicos*, que incluyeron los sistemas estereotáxicos: Leksell, Micromar y Estereoflex. 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 fue mínima y no hubo mortalidad quirúrgica. Las principales ventajas del método son: localización exacta de la craneotomía, fácil orientación espacial, facilidad para distinguir los

¹ Doctor en Medicina. Especialista de II Grado en Neurocirugía. Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN).

² Licenciado en Física Nuclear. Especialista en Sistemas de Computación. CIREN.

³ Doctor en Medicina. Especialista de II Grado en Neurocirugía. Clínica Central «Cira García»

⁴ Doctor en Medicina. Especialista de I Grado en Medicina Interna. CIREN.

⁵ Licenciado en Cibernética y Matemáticas. CIREN.

⁶ Ingeniero Nuclear. Master en Ciencias. CIREN.

⁷ Doctor en Medicina. Especialista de I Grado en Neurocirugía. CIREN.

⁸ Ingeniero Nuclear. Doctor en Ciencias Técnicas. CIREN.

⁹ Doctor en Ciencias. CIMEQ.

¹⁰ Doctor en Medicina. Especialista de I Grado en Anestesiología. CIREN.

¹¹ Doctor en Medicina. Especialista de I Grado en Anatomía Patológica. CIREN.

¹² Doctor en Medicina. Especialista de I Grado en Radiología. CIMEQ.

límites entre el tumor y el tejido sano. Se verificó la aplicabilidad del Estereoflex a la microcirugía cerebral.

Descriptores DeCS: NEOPLASMAS CEREBRALES/cirugía; TECNICAS ESTEREOTAXICAS; MICROCIROLOGIA/métodos; TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA POR RAYOS X/métodos; PROCESAMIENTO DE IMAGEN ASISTIDA POR COMPUTADOR/métodos.

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

La guía estereotáxica por imágenes de TAC (tomografía axial computadorizada), RM (resonancia magnética) y ASD (angiografía por sustracción digital) ofrecen 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 éstos, 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 radiactivas. Con el objetivo de abordar y reseccionar tumores profundos y centrales con exactitud y seguridad, *Kelly* y *Alker* en 1980 y 1981¹ retomaron los principios de la resección volumétrica estereotáxica y practicaron craneotomías estereotáxicas en el abordaje de tumores cerebrales superficiales y tumores profundos combinaron las técnicas microquirúrgicas y el láser de CO₂.

En la llamada década del cerebro, los avances tecnológicos en el campo de la neurocirugía han estado encaminados 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 de computación y al perfeccionamiento de *software* de planificación quirúrgica, ha contribuido al desarrollo de nuevas aplicaciones en la neurocirugía guiada por imagen y asistida por computadora. Además de subdividir las en 2 grandes grupos: por un orificio o a cráneo abierto (fig.).

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

MÉTODOS

Durante el período de mayo de 1994 a febrero de 1998, se les realizaron a 62 pacientes con TIC (26 mujeres y 36 hombres), 65 procedimientos de resección estereotáxica con la aplicación de técnicas microquirúrgicas guiadas por imagen y asistida por computadora. El rango de edad fue de 2 a 84 años.

La resección estereotáxica volumétrica asistida por computadora se realizó en 3 etapas: adquisición de datos (imagen), planeamiento y proceder quirúrgico.

I. ADQUISICIÓN DE DATOS (PRIMERA ETAPA)

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

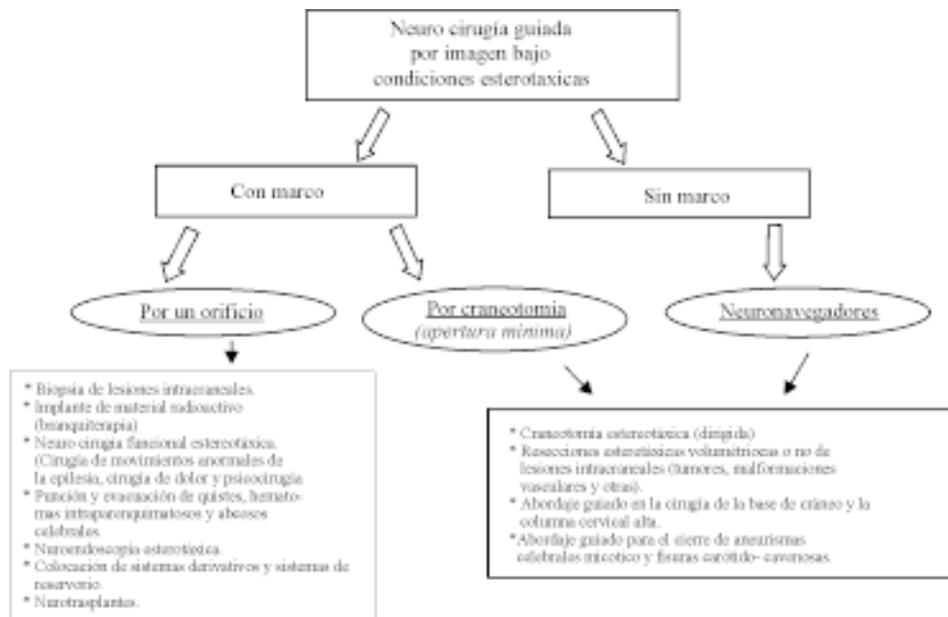


FIG. Aplicaciones de la cirugía guiada por imagen bajo condiciones estereotáxicas.

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).

Previo anestesia local con lidocaína al 2 % se efectúa la colocación y ajuste del marco mediante 4 tornillos que lo fijan al cráneo; el cirujano utiliza como referencias anatómicas la línea órbito-meatal, para evitar que el marco obstruya el área de trabajo.

Después de colocado el anillo, al paciente se le realizan los estudios imagenológicos estereotáxicos. A todos los pacientes se les realizó TAC estereotáxica.

TOMOGRFÍA AXIAL COMPUTADORIZADA ESTEREOTÁXICA

Después del traslado del paciente hacia la unidad de radiología (SOMATON

DR), se acopla el anillo estereotáxico a la mesa del tomógrafo mediante un adaptador que garantiza la fijación de él. Luego se coloca el sistema de referencias estereotáxicas. Después de terminado el estudio, las imágenes se transfieren a la computadora de la estación de planificación en la unidad quirúrgica con la utilización del *software* Patris (EiciSoft, Cuba).

II. PLANEAMIENTO QUIRÚRGICO AUTOMATIZADO (SEGUNDA ETAPA)

Éste se realizó utilizando el sistema de planeamiento quirúrgico (STASSIS, CIREN). El abordaje quirúrgico se seleccionó evitando dañar áreas elocuentes 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 ser establecidas 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 elocuente fundamentalmente. 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 ha sido adaptado de las técnicas convencionales o específicamente desarrolladas por nuestros métodos. Los siguientes puntos generales pueden ser beneficiosos en el planeamiento de la exposición quirúrgica. Los tumores que estaban localizados dentro del rango 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.

III. PROCEDERES QUIRÚRGICOS (TERCERA ETAPA)

Esta técnica de localización y resección estereotáxica es exitosa en tumores intracraneales superficiales y profundos y localizados en el espacio supra e infratentoriales.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Primeramente se aplicará anestesia general y el paciente se pondrá en posición adecuada y fijará a la mesa de operaciones según el abordaje planeado con anterioridad. Con posterioridad el cabello del paciente se preparará, luego de un amplio lavado con soluciones yodadas; si es necesario se rasurará localmente el cabello.

Para localizar el lugar donde se va a realizar la incisión del cuero cabelludo se utilizan fundamentalmente 2 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 es mediante una guía láser.

Después de expuesta la corteza cerebral el proceder continúa en dependencia de 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 para visualizar mejor el área de trabajo.

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 de la computadora las imágenes del tumor en reconstrucciones de los 3 planos ortogonales (sagital, coronal y axial) y una cuarta posibilidad al reconstruir sobre la trayectoria. Sobre esta última se realiza una reconstrucción perpendicular en el lugar del mayor volumen tumoral y se utilizan los diámetros del él para seleccionar el diámetro de la apertura del cráneo; esto tendrá determinadas variaciones, en dependencia de 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 al tener en cuenta la localización del tumor y el área elo-cuente del cerebro, según lo comentado en la sección inicial de la metodología, se procede a realizar la corticotomía. Las espátulas estereotáxicas entonces son montadas y con ayuda de la coagulación bipolar o el láser quirúrgico, de forma escalonada y progresivamente, se realizan incisiones subcorticales de la sustancia blanca bajo la guía estereotáxica y se sigue 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 intraven-triculares se usan para mantener la orien-tación quirúrgica en cirugías conven-cionales de los tumores intraventriculares. Esto es fácil en pacientes que tienen grandes ventrículos laterales (hidrocefalia); más difícil es el trabajo en pacientes con lesiones que tienen ventrículos pequeños o normales. En estos casos un abordaje más directo se realiza usando métodos estereotáxicos.

ABORDAJES INFRATENTORIALES

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

RESULTADOS

Se realizaron 65 procedimientos a 62 pa-cientes. La localización de las lesiones defi-

nida por imagen de TAC fue 38 intraaxiales y 24 extraaxiales tanto supra como infratentoriales (tabla 1).

TUMORES GLIALES

GLIOMAS DE ALTO GRADO

Siete pacientes con astrocitoma grado 4 (tabla 2), recibieron resección estereotáxica de la zona que captó contraste en la TAC; se les realizó resección total a

TABLA 1. 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
Temporo - parietal	1	3	4
Parieto-occipital	0	2	2
Tálamo	1	0	1
Ganglios basales	1	1	2
Ventrículo lateral	-	-	3
Supraselar	-	-	2
Total	20	22	47

TABLA 2. 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

6 y mayor del 50 % a 4 pacientes. La mayoría de los pacientes mostraban déficit neurológico preoperatorio, 6 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-192. El promedio de supervivencia posoperatoria fue de 49 semanas.

De 5 pacientes que presentaban astrocitomas anaplásicos reseccionados de forma subtotal y parcial, 4 tenían déficit neurológico preoperatorio, mejoraron 3 después de la cirugía, 2 sin modificación y no empeoró ninguno.

GLIOMAS DE BAJO GRADO

Nueve pacientes con astrocitoma grado II (tabla 2) (6 normales y 3 con defecto neurológico preoperatorio), 1 tuvo déficit posoperatorio 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.

El tanto por ciento de resección de los astrocitomas grado II y oligodendrogliomas depende del grado de circunscripción histórica en cada tumor individual.

TUMORES NO GLIALES

TUMORES METASTÁSICOS

Se realizaron 4 resecciones totales de tumores metastásicos a los 4 pacientes con defecto neurológico preoperatorio, 3 de ellos mejoraron su estado neurológico y uno empeoró después de la resección estereotáxica. El enfermo que empeoró presentaba un tumor metastásico de un adenocarcinoma de pulmón localizado en la región central izquierda; dicho paciente

presentó un déficit motor (hemiparexia contralateral).

Tres de estos enfermos tuvieron un promedio de supervivencia de 4 a 12 meses, uno de ellos murió por tromboembolismo pulmonar y 2 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 resección estereotáxica asistida por computadora por presentar tumores intracraneales diversos, supra e infratentoriales (tabla 3).

TABLA 3. *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 (ostecondroma)	2
Total	33

A 15 meningiomas se les practicó este proceder, en 10 se realizó resección total y sólo 2 con resección menor del 50 %; en un caso se repitió el proceder. Nueve de los 15 presentaron algún defecto neurológico preoperatorio, 8 mejoraron después de la cirugía, 6 se mantuvieron normales en el examen neurológico y uno empeoró con un cuadro de hemiplejía después de la resección total de un meningioma

maligno, localizado en región temporal profunda con invasión del tálamo ventral.

Se resecaron 5 neurinomas, 2 completos y 3 parciales (mayor del 50 %). Cuatro tuvieron déficit neurológico preoperatorio dado por afectación de la audición del lado ipsilateral, afectación del VII en 2 casos y afectación del V un caso; un paciente mostró examen neurológico preoperatorio normal, 4 pacientes mejoraron posoperatoriamente y un caso con déficit neurológico preoperatorio empeoró al presentar después de una resección total, parálisis facial periférica no modificable pasado 1 año. Se realizaron 3 resecciones parciales en pacientes con neurinomas mayores de 4 cm, 2 de ellos mayores de 65 años de edad. A un paciente con un neurinoma intracanalicular se le realizó resección total.

Se resecaron 2 quistes epidermoides, localizados uno de ellos en el ángulo pon-to-cerebeloso.

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

LESIONES INTRAVENTRICULARES

El abordaje directo a lesiones intraventriculares se pudo realizar estereotáxicamente. Este método se utilizó por nosotros en un total de 3 pacientes: 2 con neurocitoma central del ventrículo lateral y uno con meningioma intraventricular del trígono del ventrículo lateral.

Se resecó totalmente el meningioma sin complicaciones posoperatorias, y de forma parcial mayor del 50 % los 2 neurocitomas.

El examen neurológico posoperatorio se realizó en el momento del alta o aproxi-

madamente a las 2 semanas después de la cirugía, éste demostró que 29 pacientes mejoraron al examen neurológico si lo comparamos con su estado preoperatorio. Se mantuvieron neurológicamente incambiables 27 pacientes; 20 estaban normal neurológicamente en el preoperatorio y 5 tenían déficit preoperatorio, pero no mejoraron a continuación de la cirugía. Las complicaciones presentadas se muestran en la tabla 4.

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

TABLA 4. *Complicaciones vs localización*

Tumores supratentoriales	No. 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 un proceder estereotáxico. 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 T2, que se sitúan superficialmente intra o extraaxiales y para aquellas superficiales que se sitúan cerca o en áreas funcionales de la corteza, o que son difíciles de localizar. Con la microcirugía estereotáxica volumétrica asistida por computadora, al tumor localizado en áreas subcorticales importantes se llega por un abordaje planeado previamente o simulado en la computadora, 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 se puede usar para precisar los márgenes histológicos de la lesión y determinar igualmente donde la lesión esté compuesta solamente de tumor sólido o células tumorales aisladas que infiltran el parenquima intacto, o ambos.^{12,13}

En el sentido práctico esta técnica mantiene al cirujano orientado tridimensionalmente durante el abordaje, la computadora 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 resecan 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 intraaxiales donde el cirujano corre el riesgo de "perderse" al intentar hallar un tumor subcortical profundo, donde los planos entre el tumor y el tejido cerebral edematoso circundante no son claros.¹⁵

Las craneotomías con el uso de la localización estereotáxica ofrece varias ven-

tajas 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, reducir 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, el 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 de forma habitual no conoce el ángulo de corte en relación con el plano de la línea orbitomeatal. Esto puede crear errores al localizar lesiones supratentoriales córtico-subcorticales. (fig.). 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. Ésta 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 aun para la resección de grandes lesiones superficiales intra o extraaxiales.^{17,18}

El proceder realizado en tumores intraaxiales tiene más beneficio en pacien-

tes que tienen lesiones hísticamente 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.

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

El relativante largo período de supervivencia para pacientes con glioblastomas tratados por nuestro método es mejor que el reportado en otros enfermos tratados por técnicas convencionales más radioterapia externa. Pero la diferencia no es tan significativa en el caso de estos tumores de alto grado. Sin embargo, los pacientes reportados en otros estudios tienen mayor tanto por ciento de tumor localizado en áreas elocuentes, donde la resección puede ser más radical. En nuestro estudio un gran grupo de tumores se localizaron en áreas elocuentes, profundos intraaxialmente, lo cual se asocia usualmente con pobre resultados y corta sobrevida; de todos los tumores gliales operados sólo uno empeoró su condición neurológica sin reportarse mortalidad quirúrgica. Otros autores han reportado rangos altos de hasta el 29 % de mortalidad, seguida a la cirugía convencional de gliomas profundos.^{19,20}

Como se mencionó 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 3 pacientes y en el resto de ellos (4) no se pudo realizar por la localización del tumor, la edad del paciente y el estado neurológico prepara-

torio, y se prefirió en ellos sólo la resección de más del 50 % combinada con braquiterapia intersticial permanente con Ir-192 más radioterapia externa.

En los tumores gliales grado II los resultados se mostraron parecidos a los publicados por otros autores, donde priman las resecciones parciales por la alta incidencia en ellos de la zona de parénquima intacta infiltrada por células tumorales aisladas. En 2 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 resección estereotáxica 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 (ejemplo: hemangioblastoma), fueron totalmente reseccionados sin mortalidad y con baja morbilidad. *Haar y Patterson* en su trabajo reportaron una mortalidad del 10 % con el uso de técnicas convencionales.

Los tumores extraaxiales como los meningiomas, los neurinomas, los quistes epidermoides, se beneficiaron de las técnicas de resección volumétricas. En algunos de ellos localizados en el espacio supratentorial, se hizo necesario localizar la craneotomía y dirigir el abordaje, así como apoyar de forma interactiva el trabajo microquirúrgico del tumor; en otros en localización más basales la apertura del cráneo y el abordaje se hizo, según las técnicas convencionales y sólo el trabajo microquirúrgico fue asistido por esta técnica, para la realización de una resección más segura, efectiva, óptima y total del tumor. Los neurinomas del VIII nervio y otros tumores del ángulo pontocerebeloso se abordaron todos por una craneotomía

suboccipital retromastoidea ipsilateral al tumor, y se asistió 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 la computadora 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); se simuló y calculó la extensión de la resección para poder resecar esta estructura ósea sin daño al laberinto y con esto evitar el daño a la audición. Consideramos que esta técnica aplicada al abordaje del ángulo ponto-cerebeloso, 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 tanto por ciento de resección total del 66 %. El tamaño de éstos osciló entre 4 y 10 cm; no existió mortalidad operatoria y con mínima morbilidad.

Este proceder es bien tolerado por el paciente y generalmente la estadía hospitalaria es corta. Aunque el procedimiento operatorio incluye la colocación del marco, la obtención de la imagen

estereotáxica, el planeamiento y el proceder quirúrgico propiamente dicho, es de esta manera el tiempo total más prolongado que en los procedimientos convencionales, según nuestra experiencia; el tiempo se optimiza en cada etapa apoyado por un personal especializado, se puede reducir considerablemente el tiempo total, de forma tal que si sopesamos los beneficios obtenidos por las técnicas estereotáxicas contra un tiempo quirúrgico relativamente menor en las técnicas convencionales preferimos un proceder con menos riesgo, más seguros y con baja morbilidad y mortalidad, con mejores resultados a menos costo.

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

En conclusión podemos decir:

La microcirugía estereotáxica asistida por computadora ofrece un control tridimensional para la localización y la resección de una variedad de lesiones intracraneales intra o extraaxiales. Ésta es aplicable a lesiones superficiales y profundas con una variedad de subtipos hísticos; es una técnica efectiva y segura que permite la resección precisa de lesiones cerebrales bajo una visión directa, apertura ósea pequeña y trayectoria transcortical planeada, se reducen los riesgos del daño córtico-subcortical, con lo que se reducen igualmente los estigmas psicopsíquicos y sociales, con aumento de la calidad de vida de nuestros pacientes.

SUMMARY

It is reported that spatial guidance during microsurgery is an essential element. This application of stereotaxic surgery is shown at the International Center of Neurological Restoration (CIREN, in Spanish) from May, 1994, to February, 1998, on describing the performance of 65 microsurgical procedures under stereotaxic conditions

among 62 patients with cerebral intracranial tumors. The procedure was divided into 3 stages: *image acquisition*, *CAT*, *surgical planning*, with STASSIS planning system, and *microsurgical procedures* that included the Leksell, Micromar and Esteroflex stereotaxic systems. 27 of the total of patients presented glial tumors; 33, non-glial; and only 2 non-neoplastic lesions of diverse localization and size. 30 total resections were made. Surgical morbidity was minimum and there was no surgical mortality. The main advantages of this method are: exact localization of the craniotomy, easy spatial guidance, and the opportunity to distinguish the limits between the tumor and the sound tissue. The possibility to apply Esteroflex to cerebral microsurgery was demonstrated.

Subject headings: BRAIN NEOPLASMS/surgery; STEREOTAXIC TECHNIQUES; MICROSURGERY/methods; TOMOGRAPHY, X-RAY COMPUTED/methods; IMAGE PROCESSING, COMPUTER-ASSISTED/methods.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kelly PJ, Alker GJ Jr. A method for stereotaxic laser microneurosurgery in the treatment of deep seated CNS neoplasm. *Appl Neurophysiol* 1980;43:210-21.
2. Kelly PJ, Kall BA, Goers BS, Earnet IVF. Computer-assisted stereotaxic laser resection of intra-axial brain neoplasm. *J Neurosurg* 1986;64:427-39.
3. Kelly PJ, Alker GJ Jr. A stereotaxic approach to deep-seated CNS neoplasms using the carbon dioxide laser. *Surg Neurol* 1981;15:331-4.
4. Apuzzo MLJ, Sabshin Jk. Computed tomographic guidance stereotaxis in the management of intracranial mass lesions. *Neurosurgery* 1983;12:277-85.
5. Kitchen ND, Lemieux L, Thomas DGT. Accuracy in Frame-Based and Frameless Stereotaxy. *Stereotact Funct Neurosurg* 1993;61(4):195-206.
6. Laitinen LV, Liliegnist B. An adapter for computer tomography guided stereotaxis. *Surg Neurol* 1987;23:559-66.
7. Leksell L, Jernberg B. Stereotaxis and tomography. A technical note. *Acta Neurochir* 1980;52:1-7.
8. 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.
9. Galloway RL, Maciunas RJ, Edwards CA. Interactive image guided neurosurgery. *IEEE Trans Biomed Eng* 1992;39:1226-31.
10. Giorgi C, Gasolino DS, Ongania E. Guided microsurgery by computed-assisted three dimensional analysis of neuroanatomical data stereotaxically acquired. *Stereotact Funct Neurosurg* 1990;54-55:482-7.
11. Gybel J, Vandermeulen D, Suetens P. A prototype medical workstation for computer-assisted stereotaxic neurosurgery. *Stereotact Funct Neurosurg* 1990;54-55:493-6.
12. Daumas-Duport C. Histological grading of gliomas. *Curr Opin Neurol Neurosurg* 1992;5:924-31.
13. _____. Grading system for astrocytomas. *J Neurosurg* 1991;74:27-37.
14. Kelly PJ, Alker GJ Jr. A method for stereotaxic laser microsurgery in the treatment of deep-seated CNS neoplasms *Appl Neurophysiol* 1980;43:210-5.
15. Kelly PJ, Alker GJ Jr. A stereotaxic approach to deep-seated CNS neoplasm using the carbon dioxide laser *Surg Neurol* 1981;15:331-4.
16. Barnett GH, McKenzie RL, Ramos L, Palmer J. Nonvolumetric stereotaxy-assisted craniotomy. Results in 50 consecutive cases. *Stereotact Funct Neurosurg* 1993;61:80-95.
17. Kelly PJ. Stereotaxic imaging, surgical planning and computer assisted resection of intracranial lesions: methods and results. *Adv Tech Stand Neurosurg* 1990;17:78-118.
18. Moringlane JR, J Reif, Donque E, Graf N, Feiden W. Microsurgery of cerebral lesions under stereotaxic conditions. *Minn Invas Neurosurg* 1995;38:117-22.
19. Ammirate M, Vick N, Liao Y. 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.
20. 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.

Recibido: 12 de octubre de 1999. Aprobado: 4 de diciembre de 1999.

Dr. Gerardo López Flores. Centro Internacional de Restauración Neurológica, Ciudad de La Habana, Cuba.