

11232

20



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

HOSPITAL JUAREZ DE MEXICO

RESECCION ESTEREOTAXICA DE LESIONES INTRACRANEALES GUIADA POR IMAGEN Y ASISTIDA POR COMPUTADORA

TESIS DE POSTGRADO QUE PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN NEUROCIRUGIA PRESENTA DRA. LAURA SILVIA HERNANDEZ GUTIERREZ



MEXICO, D. F.

2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

HOSPITAL JUAREZ DE MEXICO

Departamento de Neurocirugía

RESECCION ESTEREOTAXICA DE LESIONES INTRACRANEALES  
GUIADA POR IMAGEN Y ASISITIDA POR COMPUTADORA

TESIS DE POSTGRADO

Que para obtener él titulo de:

**ESPECIALISTA EN NEUROCIRUGIA**

Presenta:

Dra. Laura Silvia Hernández Gutiérrez

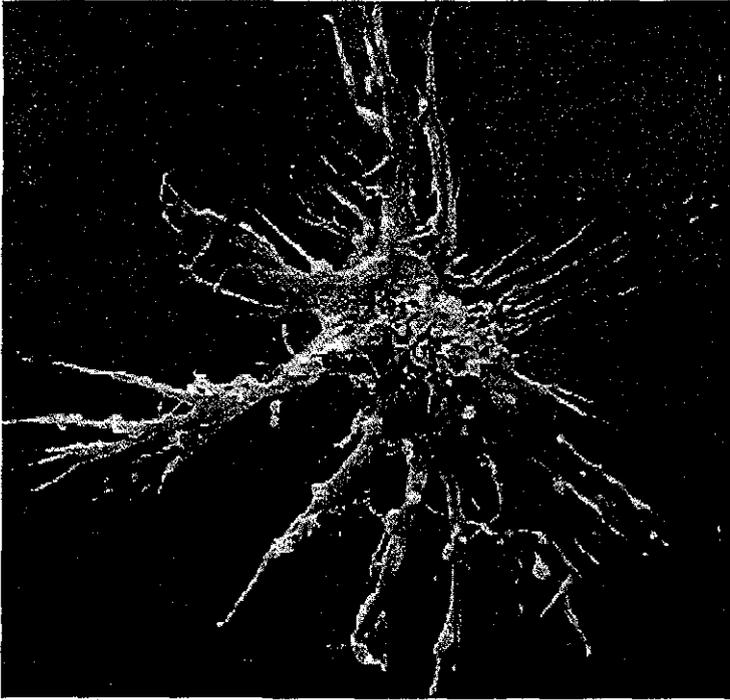
Asesores de Tesis:

Dr. José María Sánchez Cabrera

Dra. Lucía J. Zamorano

Dr. Rafael Mendizábal Guerra

México DF 2002



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INDICE

PREFACIO	5
INTRODUCCION	6
MATERIAL Y METODO	18
RESULTADOS	33
DISCUSION	41
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFIA	47

## PREFACIO

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 resección de lesiones localizadas profundamente o en áreas elocuentes más superficiales.

Nunca antes como ahora en las últimas décadas, el desarrollo y la consecutiva actividad de la cirugía estereotáxica, había sido usada por muchos neurocirujanos en el mundo. La cirugía estereotáxica ha cambiado de una esotérica subespecialidad a una técnica que ha empezado a incorporarse dentro de toda la práctica neuroquirúrgica. Esto ha sido gracias a los avances tecnológicos en el campo de la neurocirugía, que han estado encaminados al desarrollo de la neuroimagen 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.

La guía estereotáxica por imágenes de Tomografía Axial Computada (IAC), Resonancia Magnética (RM) y Angiografía por Sustracción Digital (ASD) ofrecen una definición volumétrica y geométrica precisa de las lesiones intracraneales. La aplicación de esta guía en la resección de lesiones intracraneales presenta algunas particularidades por la propia condición biológica de estas, así como por su variada localización.

Para el desarrollo de la cirugía estereotáxica a "cráneo abierto" en las lesiones intracraneales, 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 1981 retomaron los principios de la resección volumétrica estereotáxica y practicaron craneotomías estereotáxicas en el abordaje de tumores cerebrales superficiales y profundos, y combinaron las técnicas microquirúrgicas y/o el láser de CO<sub>2</sub>.

En este trabajo se presenta la experiencia y resultados acumulados en un año por el Servicio de Cirugía Neurológica del Centro Médico de Detroit y la Universidad de Wayne State en la ciudad de Detroit, Michigan.

## INTRODUCCION

La neurocirugía es una de las especialidades quirúrgicas más exigentes en cuanto a la precisión en el procedimiento quirúrgico. A la hora de intervenir el cerebro del paciente, la presencia de marcas de referencia son relativamente raras, y se encuentran totalmente inmersas en la corteza cerebral. Si una estructura anatómica cerebral es equivocadamente dañada debido a un mínimo error de posicionamiento, las consecuencias para el paciente pueden reflejarse como daños funcionales irreparables y en algunos casos la muerte. Sin embargo, por una parte, el cerebro presenta una posición relativamente estable respecto al cráneo, y por otra, en las últimas décadas se han desarrollado complejas modalidades de imagen médica tridimensional muy avanzadas. Estos dos hechos han originado que históricamente la neurocirugía sea una firme candidata para mejorar los procedimientos quirúrgicos mediante técnicas de Cirugía Asistida por Computadora (CAC).

Antes de la utilización de avanzadas técnicas neurorradiológicas, la neurocirugía tradicional era un ejercicio técnico cualitativo consistente en técnicas manuales basados en la coordinación mano-vista del cirujano, utilizando para ello información indirecta proveniente de estudios radiográficos (ventriculografía, neumoencefalografía), e indicios clínicos deducidos a partir de estudios neurológicos (6,8). Para ello, las intervenciones quirúrgicas eran más largas y costosas de lo necesario, siendo en algunos casos muy difícil la localización de la lesión a tratar, y presentando secuelas importantes para el paciente debido, a la excesiva manipulación de la anatomía cerebral durante la intervención.

La introducción en las últimas décadas de técnicas neurorradiológicas avanzadas tal como el TAC y la RM han revolucionado la radiología y con ella a la neurocirugía. Mediante dichas técnicas, el clínico puede "ver" la lesión a tratar y su situación exacta con relación a la anatomía normal (8).

Cualquier intervención actual en neurocirugía comienza con una fase de adquisición de datos con objeto de definir las lesiones patológicas (las cuales deben ser eliminadas y/o tratadas) y su relación espacial con la anatomía normal del paciente (la cual debe ser preservada). (9)

Dicha fase de adquisición incluye un profundo examen radiológico de la anatomía craneal del paciente. Para ello se utilizan, en la gran mayoría de casos, estudios de TAC y RM. Mediante el TAC es posible obtener imágenes en cortes axiales del cerebro, las cuales mediante diferentes niveles de gris muestran las distintas densidades de los tejidos. La técnica de RM al responder ante propiedades magnéticas de dipolos de hidrogeno presentes en tejidos vivos, permite obtener imágenes del cerebro que describen con gran exactitud la anatomía cerebral del paciente. De forma ocasional se practican al paciente técnicas alternas de diagnostico, que colaboran con los diagnósticos, realizadas mediante TAC y RM. Dichas técnicas incluyen Angiografía Digital por Sustracción (DSA), Tomografía de Emisión de Positrones (PET), Tomografía de Emisión de Fotos Simple (SPECT) y electroencefalografía (EEG) (9)

Basándose en dichas técnicas exploratorias y en otras pruebas clínicas, los médicos realizan un diagnostico de la lesión a tratar, para continuar con la fase de planificación quirúrgica. El fin de dicha fase es definir la vía de abordaje más segura a una lesión intracraneal, es decir aquella que inflija el mínimo daño posible a las estructuras anatómicas adyacentes a la lesión. (10) Por regla general, se intenta definir trayectorias de acercamiento a lesiones subcorticales a través de tejidos cerebrales no funcional, paralelos a proyecciones de materia blanca y de la forma menos invasiva posible. Todas las técnicas de imagen médica preoperatorias suministran información de la localización de procesos patológicos y su relación espacial con el resto de la anatomía normal.

El diseño y definición de la vía de abordaje es realizada en la actualidad por los clínicos, mediante visualización de las imágenes radiológicas correspondientes a cada modalidad utilizada (TAC, RM y DSA). La visualización de dichas imágenes las cuales son bidimensionales (2D), y basándose en su experiencia, el clínico debe realizar una composición tridimensional (3D) de la anatomía del paciente, y de la localización de la lesión a tratar. (11)

Una vez concluida la fase de planificación quirúrgica, se pasa a la fase de cirugía propiamente dicha. Durante dicha fase, el cirujano debe en el quirófano reproducir y llevar a cabo todas las intervenciones y vías de abordaje previamente planificadas. Es lógico pensar, que esta fase es la mas critica, porque si el neurocirujano no dispone de un sistema que le permita trasladar del sistema de imagen a las coordenadas físicas reales del paciente, ya que el acto quirúrgico es un ejercicio de intervención manual, cuya precisión puede ser en todo momento validada de forma solamente cualitativa.

Ello representa una importante pérdida de información cuantitativa que las modalidades de imagen han previamente suministrado. Con el objeto de minimizar dicha pérdida, muchos servicios de neurocirugía utilizan la Cirugía Estereotaxica. Dicha técnica permite trasladar las coordenadas de las modalidades de imagen, a las coordenadas físicas del paciente en el quirófano. Para ello se fija al cráneo del paciente en un anillo estereotaxico. O en otras ocasiones se colocan marcas de referencia, semipermanentes (superficiales o implantadas) en el cráneo del paciente sin necesidad de utilizar el anillo estereotaxico. Dichas marcas o el propio anillo estereotaxico sirven como una guía en el quirófano para llevar a cabo lo planificado sobre las imágenes radiológicas. Todo el procedimiento quirúrgico se lleva a cabo a través de un pequeño agujero de trepano y con la ventaja de realizar craniotomias minimamente necesaria y poder llegar a estructuras cerebrales profundas lesionando al mínimo estructuras adyacentes (8,9,10)

### **Concepto de Cirugía Asistida por Computadora**

La CAC constituye un área tecnológica relativamente reciente, que intenta desarrollar y suministrar al neurocirujano una serie de herramientas que lo asistan en la planificación y ejecución de procedimientos quirúrgicos. La idea subyacente en CAC no es la sustitución del neurocirujano en tareas quirúrgicas, hecho imposible de llevar a cabo en la actualidad, sino el de desarrollar técnicas y sistemas que le ayuden en las fases del procedimiento quirúrgico, que le den una mayor precisión, permitiéndole así una mejor resección de la lesión a tratar, con el menor daño a estructuras adyacentes. Si bien en la actualidad, la CAC tiene aplicaciones en prácticamente todas las disciplinas médicas, en la neurocirugía ha logrado su mayor avance. (Fig 1)

La CAC en neurocirugía persigue el desarrollo de sistemas que permitan al neurocirujano llevar a cabo en quirófano, las intervenciones que han sido previamente planificadas conociendo en todo momento y de forma precisa la posición del instrumental quirúrgico respecto a la anatomía cerebral del paciente. (6, 8,22)

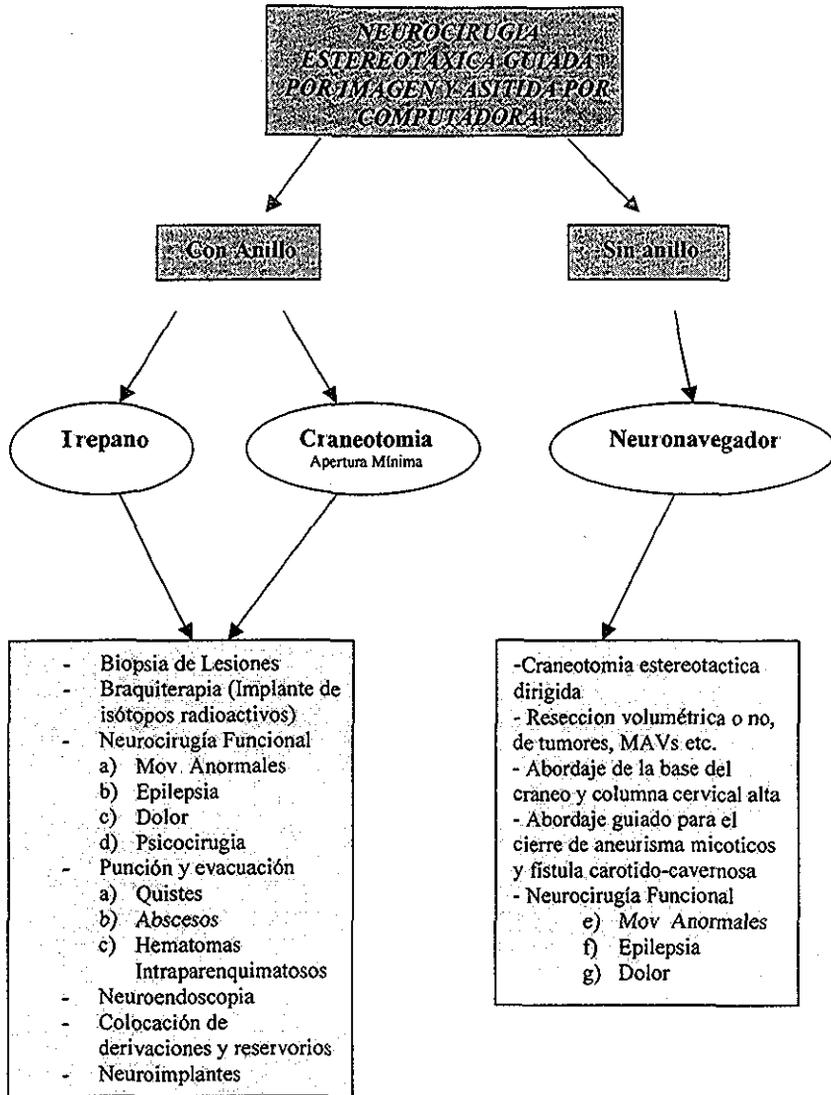


Fig 1. Aplicaciones de la cirugía estereotáctica en Neurocirugía

Estos sistemas tienen pasos comunes a seguir, que son los siguientes:

**Fase de adquisición:** En esta fase se obtiene toda la información relevante con el objeto de emitir un adecuado diagnóstico. Cualquier patología susceptible de ser abordada mediante neurocirugía, implica siempre un estudio de TAC, RM y a veces de ADS y PET. Dichas imágenes son adquiridas y visualizadas la mayoría de las veces sobre placas. Sin embargo, en los centros hospitalarios con más recursos tecnológicos, cuentan con sistemas de exploración radiológica que presentan salidas digitales de imagen médicas en el formato estándar DICOM 3.0. Esto permite mediante conexión digital directa a los escáneres TAC y RM visualizar sobre un ordenador los estudios radiológicos realizados.

La visualización digital de estudios presenta evidentes ventajas frente a la visualización tradicional, ya que permite mejorar notablemente la visión de los estudios al aplicar técnicas de tratamiento digital de imágenes y técnicas de visión en 3D. Por ello, el primer paso básico y fundamental de un sistema de CAC consiste en disponer de un sistema de adquisición y visualización digital de imagen médica. (6,8)

**Fase de Planificación:** Durante esta fase y utilizando programas de visualización digital de imagen médica, el cirujano planifica la intervención quirúrgica a efectuar posteriormente. Para ello los sistemas de planificación quirúrgica deben disponer de una serie de herramientas que permitan al clínico definir dicha fase de manera adecuada. Dichas herramientas son entre otras:

A) *Visualización avanzada de imágenes médicas:* es decir visualización de varias modalidades a la vez, visión de planos de corte en el espacio en cualquier orientación, filtros de mejora de imagen, etc. (Fig. 2)

B) *Segmentación de imagen médica:* reconocer y marcar en cada imagen los distintos tejidos y estructuras anatómicas relevantes (hueso, tumor, vasos sanguíneos, etc). Resulta imprescindible el desarrollar técnicas de segmentación automática o semiautomática, ya que los actuales sistemas de contorno semimanual, de las distintas regiones en cada uno de los cortes de imagen presentan un costo temporal totalmente prohibitivo (Fig. 3)

Para la segmentación de estructuras cerebrales normales se utilizan atlas cerebrales estereotáticos. En este punto se han desarrollado y validado los modelos digitales desarrollados Schaltenbrand-Wahren y Talairach-Tournoux que son los más clásicos (Fig 4 a. b. c y d)

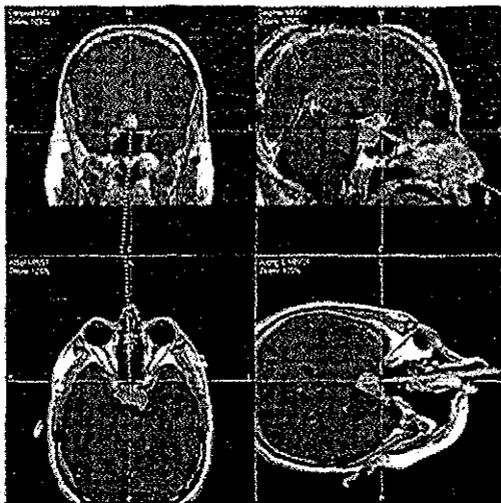


Fig 2. Visualización de imágenes médicas en diferentes cortes

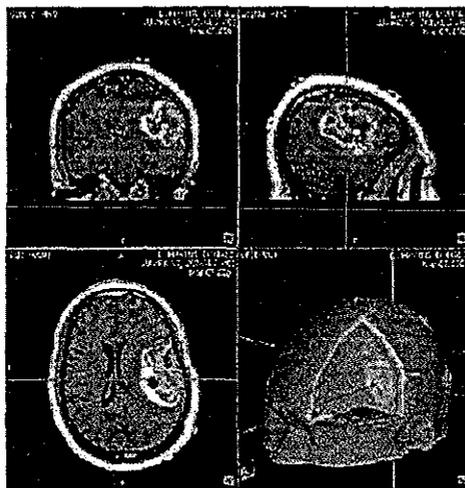


Fig 3 Segmentación de imagen, como se observa en cuadro inferior izq

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

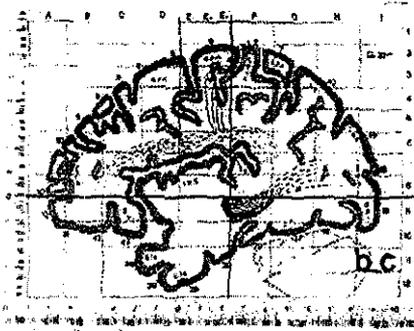
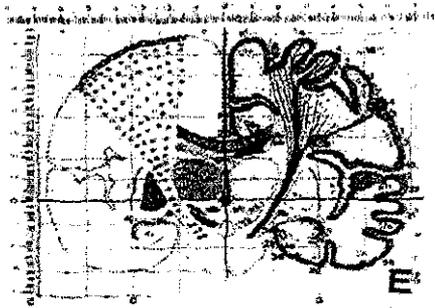


Fig 4 A. Corte sagital atlas Talairach-Tournoux

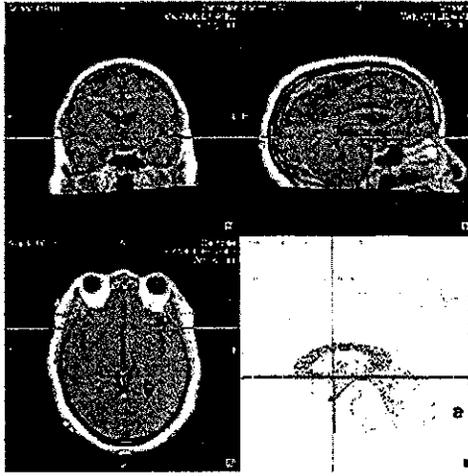


B. Corte coronal atlas Talairach-Tournoux



C Corte axial atlas Talairach-Tournoux

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



D Atlas estereotactico en el modulo de planificación

C) *Fusión de imagen médica:* mediante esta herramienta es posible fusionar las distintas modalidades de imagen médica utilizadas. Esta herramienta resulta imprescindible ya que cada modalidad contiene información complementaria que es conveniente ver superpuesta. (Fig 5 a y b)

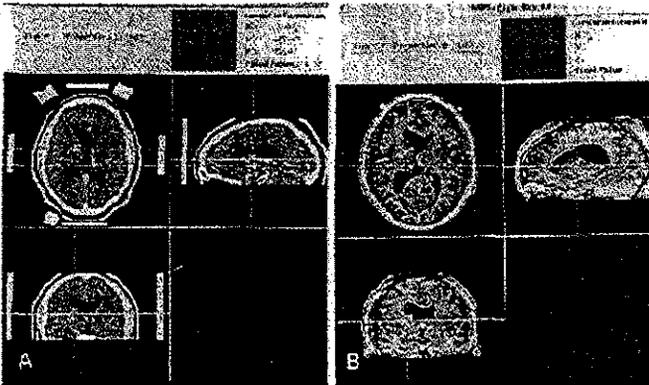


Fig 5 a. Imagen fusionada de diferentes imágenes medicas TAC y RM

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

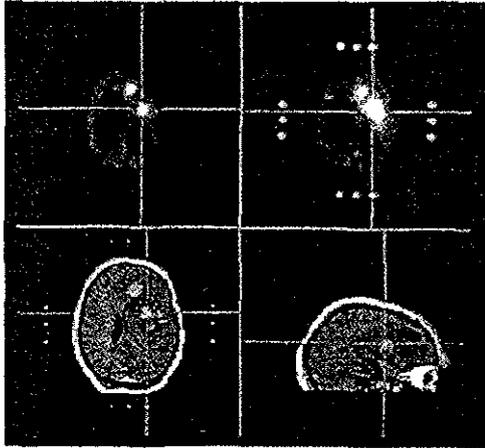


Fig. 5 b. Fusión de imágenes médicas PET y RM

D) *Visualización 3D de imagen médica*: Una vez segmentadas las distintas estructuras resulta conveniente poder visualizar de forma tridimensional toda la anatomía del paciente, y de esta forma poder definir las vías de abordaje óptimas de intervención quirúrgica. Conviene disponer de herramientas de visualización 3D mediante reconstrucción por superficies y de visualización volumétrica. (Fig. 6) (22.24)

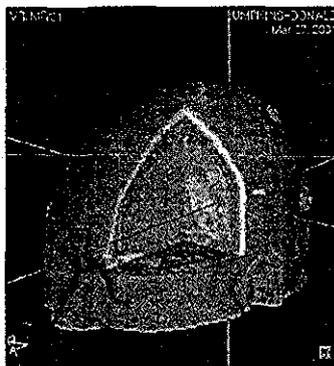


Fig. 6 Visualización en 3D

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Fase de intervención:** Una vez realizada la fase de planificación se pasa a la fase de intervención la cual se lleva a cabo en quirófano. El subsistema más importante de un sistema CAC en neurocirugía es el navegador quirúrgico también llamada "neuronavegación". Dichos sistemas consisten básicamente, en un digitalizador tridimensional que proporciona en tiempo real, las coordenadas tridimensionales del instrumental quirúrgico utilizado. Dichas coordenadas son visualizadas en una pantalla del ordenador, sobre las imágenes médicas previamente tratadas en la fase de planificación. De esta forma el cirujano ve en todo momento la posición espacial del instrumental utilizado, disponiendo por este medio de un sistema de navegación anatómica que le va guiando durante la intervención, de ahí el nombre de navegador quirúrgico. (Fig 7) (6, 22,24)

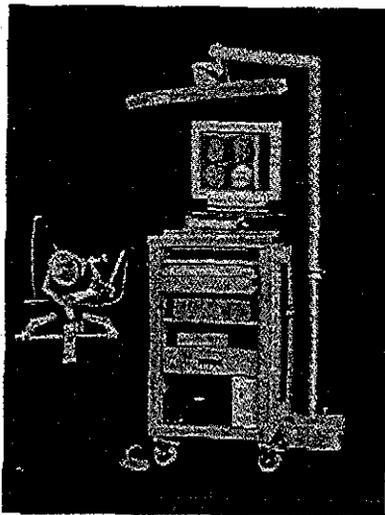


Fig 7. Modulo de Navegación

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Existen diversas técnicas de navegación quirúrgica dependiendo de la tecnología del digitalizador utilizado y de la visualización. La utilización del neuranavegador exige el desarrollo de un sistema de registro 3D de imagen médica. Mediante dichas técnicas se lleva a cabo un cambio de coordenadas que permite pasar del sistema de coordenadas de imagen médica, al de coordenadas del digitalizador 3D y de este a su vez al de la pantalla del ordenador sobre el cual se visualiza la posición del instrumental quirúrgico Y de esta forma realizar intervenciones quirúrgicas en áreas que antes eran casi imposibles de acceder bajo las técnicas quirúrgicas convencionales (6,10)

Esta técnica quirúrgica asistida por computadora, también en muchos casos y dependiendo del área anatómica y funcional puede ser apoyada por el monitoreo electrofisiológico transoperatorio.

Que al igual que en las técnicas quirúrgica convencional, le dará mayores beneficios tanto al paciente como al propio cirujano, al brindarle una mayor seguridad en el momento de la resección microquirúrgica El uso de mapeo cerebral, registro de potenciales provocados, así como estimulación cerebral o electrocorticografía y electroencefalograma son estudios básico funcionales transoperatorios. que deben de acompañar, a los procedimientos neuroquirurgicos Fig 8. (6.17)

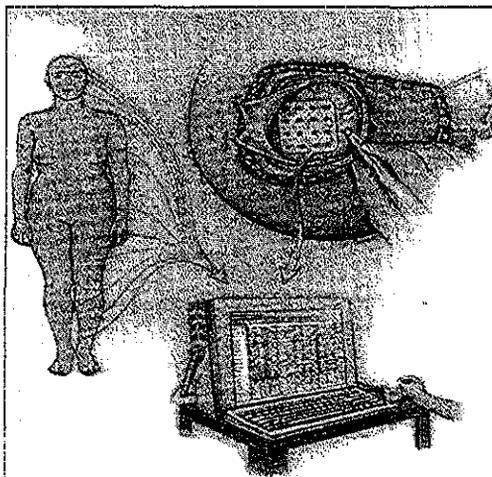


Fig. 8 Apoyo electrofisiológico transoperatorio

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Se ha definido diferentes criterios para la aplicación de la resección estereotáctica en lesiones intracraneales, las cuales van a depender muchas veces del subtipo histológico de las lesiones, de la localización y del estado neurológico del paciente. Pero básicamente un criterio en general que la lesión sea bien definida en los estudios radiológicos, TAC, RM, ADS o PET ya esto es la base para la adecuada planeación estereotáctica automatizada.

Muchos autores han demostrado a través de su experiencia, que las técnicas microquirúrgicas convencionales, en muchas ocasiones son limitadas para la resección de lesiones intracraneales, sobre todo en lesiones de alto grado de malignidad, donde el grado de resección, repercutirá en la supervivencia y en la funcionalidad neurológica de estos pacientes dependiendo en cada caso. (1, 2,3)

En este aspecto se reporta por muchos autores que entre más extensa sea la resección, mayor será el déficit neurológico postoperatorio, con las técnicas microquirúrgicas convencionales, algunos clasifican este daño neurológico en transitorio o permanente, el cual dependerá del tiempo de duración del déficit, posterior a la intervención, el cual es calculado en 21 días, dependiendo del grado de afectación y el tiempo de recuperación del tejido nervioso (1, 2,3)

Como criterios generales en neurocirugía se aceptan que una resección total se considera más del 90% de resección, una subtotal entre el 70-90% de resección y una parcial en casos donde solo se tomó una biopsia o la resección fue menos del 50% (1.18)

## Materiales y métodos

Durante el periodo de Marzo del 2000 a Marzo del 2001. 180 pacientes fueron sometidos a procedimientos neuroquirurgicos con técnica estereotaxica asistida por computadora, para la reseccion de lesiones intracraneales, en el Centro Medico de Detroit (Harper Hospital) y la Universidad de Wayne State en la ciudad de Detroit Michigan

Se realizo un análisis retrospectivo de los expedientes clínicos de estos pacientes, de los cuales fueron extraídos los siguientes datos; edad, sexo, fecha del diagnostico, Karnofsky (KPS) pre y postoperatorio, localización de la lesión, método estereotactico aplicado, uso de electrocorticografia y mapeo cerebral transoperatorio, tipo de complicaciones en caso de presentarse, tiempo de estancia en el hospital o en salas de cuidados intensivos.

También se analizaron las ventajas de la técnica estereotactica realizada en estos pacientes, en comparación con la reseccion microquirurgica convencional y la experiencia reportada por otros autores. El seguimiento de estos pacientes fue considerado desde el día del diagnostico, hasta el día de la ultima visita del paciente en clínica, o en su defecto hasta el día de la muerte. Calculando de esta forma la sobrevivencia media en los casos de pacientes con tumores gliales con alto grado de malignidad; la cual fue comparada con resultados de otros autores como análisis estadístico.

Así mismo se analizaron retrospectivamente las complicaciones que se presentaron y sus repercusiones en la funcionalidad neurológica de los pacientes

Se aplicaron dos metodologías de técnica estereotaxica, usados como sistemas de referencia un anillo estereotaxico ZD (Zamorano-Dujovny) o marcas semipermanentes radiópacas superficiales en piel (fiducial), y marcas semipermanentes implantadas en cráneo, como referencia para el uso del neuronavegador

La reseccion estereotaxica asistida por computadora se realizo en 3 etapas: adquisición de datos (imagen), planeación quirúrgica, y procedimiento quirúrgico

## I ADQUISICION DE DATOS (PRIMERA PARTE)

En esta etapa comprende la colocación del anillo esterotaxico o de las marcas semipermanentes radiópacas y la realización del TAC, RM. O ADS dependiendo del caso.

### a) Colocación del Anillo Estereotaxico

Se utilizo el sistema ZD (Unidad Localizadora. FISE-Leibinger, Freiburg, Germany) (Fig 9) El anillo es colocado en un cuarto equipado con todo lo necesario para una emergencia, en el área de radiología.

Se coloca al paciente en decúbito dorsal sobre una camilla, o sentado en una silla de ruedas dependiendo de cada caso. Con una canalización en vena periférica con solución fisiológica al 0.9%.

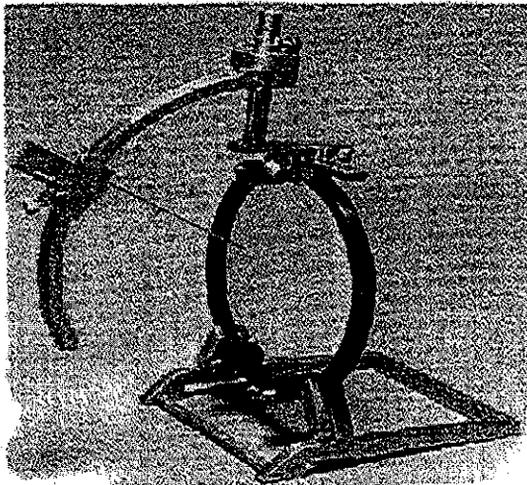


Fig 9 Sistema de localización estereotaxica Zamorano-Dujovny

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Previa infiltración anestésica con lidocaina al 2% en las cuatro áreas donde se fijara el anillo al cráneo, se efectuó la colocación y ajuste del mismo mediante 4 tornillos. el neurocirujano utiliza como referencias anatómicas la línea orbitomeatal, para evitar que el marco obstruya el área de trabajo, sin embargo este sistema de referencia ZD, permite al neurocirujano colocar el marco de tal forma que mas le convenga sin preocuparse por los inconvenientes de posicionamiento del anillo durante la intervención quirúrgica. Ya que el arco localizador de este sistema puede ser montado en 4 posiciones en la base del anillo, en 0°, 90°, 180° y 270° y esto le permite moverse dentro del plano negativo por debajo de la base del anillo haciendo posible realizar 8 diferentes abordajes. (Fig 10 a, b) (24, 26, 27)

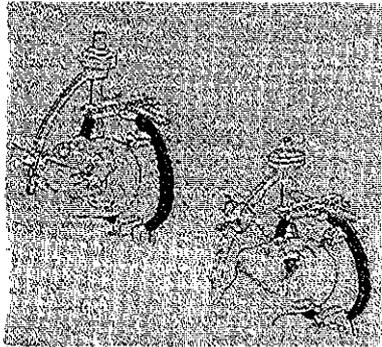


Fig 10 a Sistema ZD, con arco de referencia anterior (transesfenoidal y transoral)

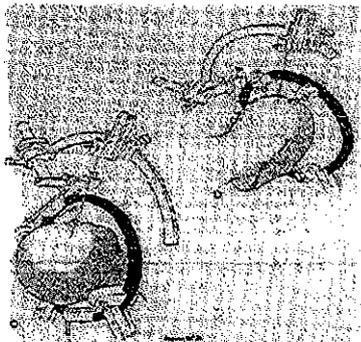


Fig. 10 b. Sistema ZD con arco de referencia posterior (Suboccipital) y lateral (Pterional)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Después de colocar el anillo al paciente, se coloca en la base de este, el sistema de referencias estereotáxicas, que consisten en cuatro platos triangulares con marcas radiopacas, que se transmiten al estudio y permiten calcular las coordenadas X, Y, Z, y son retiradas posterior al estudio radiológico (Fig 11). Una vez que se colocaron las referencias, se fija el anillo a la mesa ya sea de TAC o de RM mediante un adaptador que garantiza su fijación, evitando así errores de cálculo y distorsión de imágenes a la hora de realizar la planeación quirúrgica asistida por computadora (24)



Fig 11 Anillo estereotactico con referencias

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

b) Colocación de marcas semipermanentes

En este caso se usaron pequeños parches adhesivos en la cabeza del paciente y visibles el TAC o RM, colocando un mínimo de tres, y un máximo de 10. (Fig 12) En pocos casos se usaron otro tipo de marcas implantadas en el cráneo del paciente. estas consisten en pequeños botones con tornillos de titanio con una longitud que varia de 10 a 18 mm (Fig 13) Los botones contienen una solución radiopaca que lo hace visible en TAC o RM. Estos son colocados haciendo una pequeña incisión en la piel cabelluda y galea del paciente, previa asepsia e infiltración de anestésico, en este caso se uso lidocaina al 2%, las incisiones se realizan de 0.5cm para ser colocado el tornillo en el cráneo del paciente, insertándolos con un pequeño desarmador a una profundidad de 0.7mm en el cráneo del paciente, estos se colocan un mínimo de 3 y un máximo de 5. (Fig 14), se realizan posteriormente los estudios necesarios, en este caso solo se fija la cabeza del paciente. con el propio sistema del equipo radiológico (22,24)

En el caso del paciente con marcas semipermanentes, estas mismas sirven como referencias para la planeación y realizan la función de los platos triangulares como en el anillo estereotaxico, las marcas que son colocadas superficialmente en piel nunca deben de retirarse hasta tenerlas registradas en el sistema digital del neuronavegador e inclusive deben de permanecer durante el procedimiento quirúrgico.

Cuando se usan marcas implantada en cráneo estas se podrán retirar y se usaran los agujeros del cráneo hechos por estas, como referencias para la planeación. Después de terminado el estudio, las imágenes se transfieren a la computadora de la estación de planificación en la unidad quirúrgica (25, 26,27)

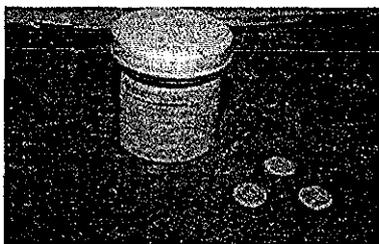


Fig. 12. Marcas semipermanentes adhesivas

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

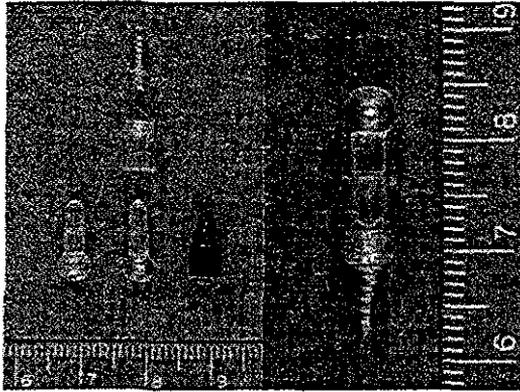


Fig. 13 Marcas semipermanentes para ser implantadas en cráneo

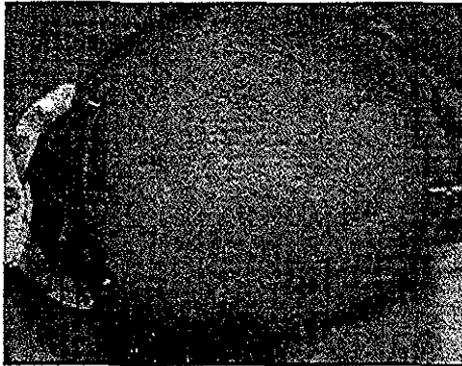


Fig. 14 Marcas implantadas en el cráneo de los pacientes

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## II PLANEACION QUIRURGICA AUTOMATIZADA (SEGUNDA PARTE)

Este se realizo utilizando el sistema de planeación quirúrgica estereotactica STP (Stereotactic Treatment System) o Stryker Leibinger (Navigation System Image Guided). (Fig 15) Los cuales contienen dos módulos uno de planificación quirúrgica y un segundo de neuronavegacion el cual se describirá en la tercera etapa

El modulo de planificación quirúrgica permite la captura de los estudios de imagen, la visualización en 3D de la anatomía, la segmentación de estructuras y la planificación de las vías de abordaje y puntos de alcancé de la intervención. Estos diseños de planificación quirúrgica están especialmente adaptados a la neurocirugia (Fig 16) La interfase de dichos módulos incluye entre otras las siguientes posibilidades: visión triplanar, reformateado oblicuo y rápida localización de blancos, mediante la definición de puntos. (22 25)

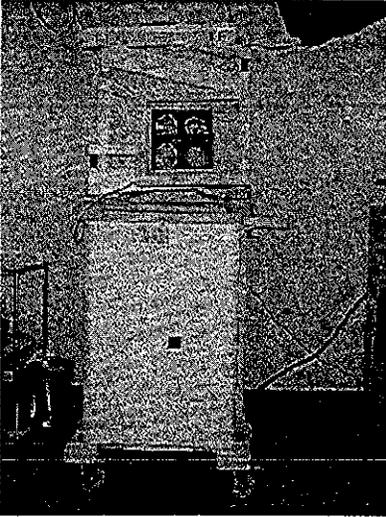


Fig 15 Modulo de Neuronavegacion Stryker

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

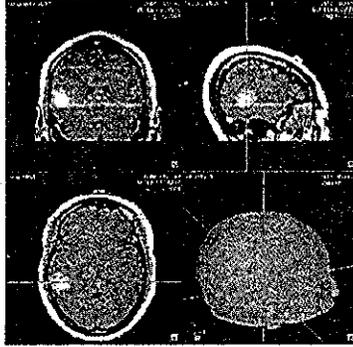


Fig 16 Captura de imágenes y planeación quirúrgica

Para la segmentación de estructuras cerebrales normales se utilizan atlas cerebrales estereotáticos. En este punto se han desarrollado y validado los modelos digitales desarrollados Schaltenbrand-Wahren y Talairach-Tournoux que son los más clásicos. (Fig. 17)

El abordaje quirúrgico se selecciono evitando dañar áreas elocuentes para preservar la función neurológica del paciente. Por lo tanto, la posición estereotaxica de estructuras vasculares y neurales de importancia y su relación con el volumen tumoral, se establecieron durante la planeación y el abordaje para evitar posibles daños (22, 26, 27)

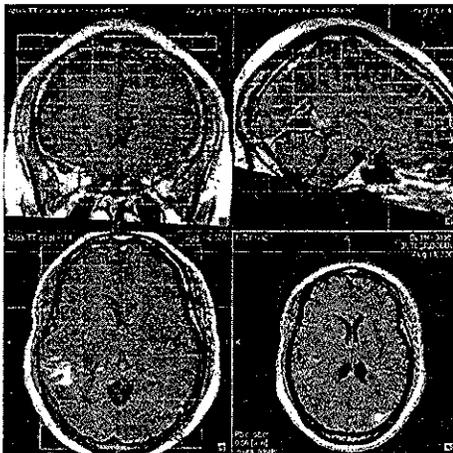


Fig 17 Modelo digital de atlas estereotaxico

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### III PROCEDIMIENTO QUIRURGICO (TERCERA ETAPA)

#### a) Preparación del paciente:

Primero se aplicara la anestesia general y en algunos casos solo sedacion cuando se realiza craniotomias con paciente despierto y se requiere un monitoreo de las áreas elocuentes (lenguaje, motor, sensibilidad), con la ayuda del mapeo funcional cerebral, electrocorticografia, potenciales provocados, electromiografia y estimulación cerebral, todo esto con el paciente despierto

El personal de electrofisiología se encargo de colocar los electrodos necesarios para el registro funcional transoperatorio según convino en cada caso (17)

Una vez iniciado el procedimiento anestésico elegido en cada caso, se pone al paciente en posición adecuada y se fijara a la mesa de operaciones según el abordaje planeado con anterioridad, ya sea fijando el anillo estereotactico con su adaptador, al cabezal de Mayfield, (Fig. 18) o colocando el sistema de Mayfield en los casos en donde solo se usaron marcas semipermanentes. (Fig. 19) Posteriormente el cabello del paciente se prepara y si es necesario se rasura localmente, para realizar luego un amplio lavado con soluciones yodadas en área quirúrgica (asepsia y antisepsia) Y se cubren con campos de forma rutinaria, en los casos donde se usaron marcas semipermanentes, siempre se cuida de dejar las referencias visibles en el campo quirurgico

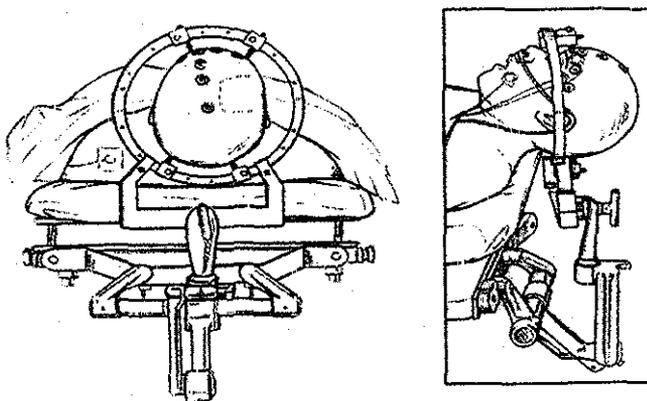


Fig. 18 Fijación del paciente con anillo estereotactico sobre el cabezal de Myfield

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Fig 19 Fijación del paciente de forma convencional con marcas semipermanentes

En estos casos se utilizó un registro previo de las referencias o marcas semipermanentes donde se utilizó el neuronavegador, y con ayuda de una cámara de rayo infrarrojo, y como digitalizador óptico el sistema registro (Flashpoint), conectado a una estación multiprocesador sobre el cual se ejecuta el software desarrollado en lenguaje C++ bajo entorno Windows NT (Fig. 20 a y b)

Cuando se trató de tomar registro sobre el anillo estereotaxico, se usaron las diferentes marcas, que hacen referencia a los grados, en la circunferencia del mismo, tomando como mínimo 5 puntos y máximo 7. En el caso de marcas semipermanentes, superficiales, se colocó el sistema de registro en cada una de ellas, al mismo tiempo que eran leídas por el sistema infrarrojo y procesadas por la estación. Lo mismo ocurrió para las marcas implantadas en cráneo, con la diferencia de estas últimas, que cada vez que se tomaba un registro, eran retiradas y la lectura se hacía en el pequeño orificio dejado por las mismas. (Fig. 21 a y b) (22, 26-27)



Fig. 20 a Registro de marcas semipermanentes

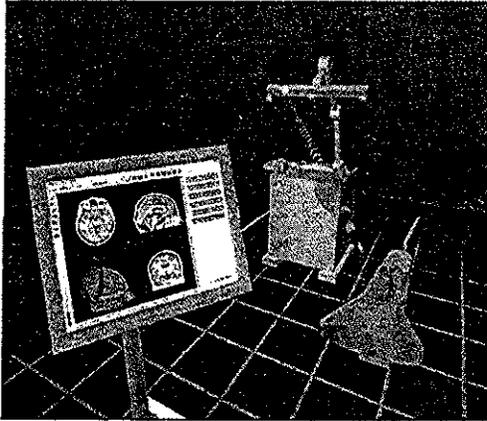


Fig. 20 b. Lectura y registro de referencias por el módulo de neuronavegacion

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

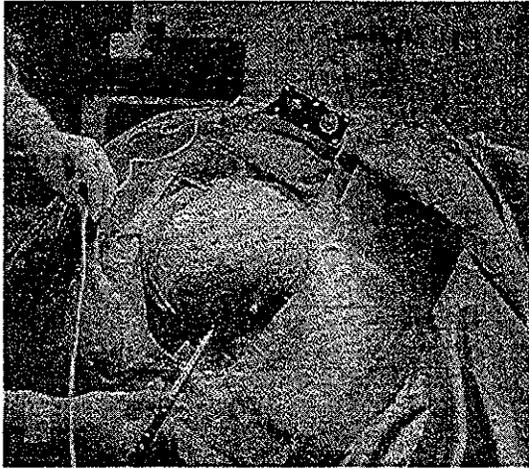


Fig. 21 a. Registro de Marcas semipermanentes implantadas

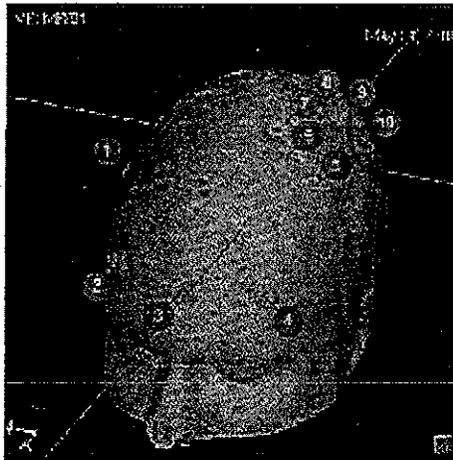


Fig. 21 b Visualización y lectura de las referencias semipermanentes por el módulo de planeación

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Una vez hecho el registro de referencias, el modulo de navegaci3n permite al cirujano en quir3fano estar en todo momento guiado, y viendo la posici3n del instrumental sobre una pantalla de la estaci3n. (Fig 22)

Las lesiones que se localizaron dentro y a pocos mil3metros de la superficie cortical usualmente se planificaron a trav3s de una incisi3n en la prominencia de un giro cerebral no elocuente fundamentalmente. Las lesiones profundas por su parte se planificaron transcorticalmente a trav3s de tejido cerebral no funcional, en una direcci3n paralela a la proyecci3n mayor de la sustancia blanca o a trav3s de la profundidad del surco. (8)

El abordaje quir3rgico para una variedad de lesiones profundas fue adaptado de las t3cnicas neuroquirurgicas convencionales. Los siguientes puntos pueden ser de ayuda para la planeaci3n de la exposici3n quir3rgica. Los tumores que estaban localizados dentro de un rango de 5 a 10 mm de la superficie cerebral se abordaron transcorticalmente, y la trayectoria para los tumores profundos se realiz3 a trav3s de la profundidad de los surcos (9)



Fig 22 Planeacion automatizada (Neuronavegacion) utilizando el Flashpoin como gui3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

b) Tumores superficiales:

La craneotomía estereotáxica se realizó del mismo tamaño o ligeramente mayor que el diámetro mayor del tumor, enseguida se determinó el lugar de entrada al cráneo y la trayectoria quirúrgica, en este momento el neurocirujano 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. Y sobre esta última se realizó una reconstrucción perpendicular en lugar del mayor volumen tumoral y se utilizaron los diámetros del mismo, para seleccionar el diámetro de la apertura del cráneo, esto tuvo determinadas variaciones, y dependió si se trató de una lesión quística o sólida, o de su localización y del diagnóstico presuntivo realizado. (Fig. 23) (8,9)

c) Tumores Profundos:

Después de realizada la craneotomía estereotáxica por la técnica antes descrita se seleccionó el abordaje teniendo en cuenta la localización del tumor y el área elocuente del cerebro, según lo comentado en la 3ª fase de procedimiento quirúrgico, se procedió a realizar la corticotomía, las espátulas estereotáxicas fueron montadas y con ayuda de la coagulación bipolar, de forma escalonada y progresivamente, se realizaron incisiones subcorticales de la sustancia blanca bajo la guía estereotáxica (flashpoint) siguiendo la ruta hasta la superficie externa del tumor en una vista sobre la trayectoria. Apoyados siempre por la resección microquirúrgica bajo visión microscópica con ayuda del MKM, que es un microscopio que da un punto virtual de magnificación intraoperatoria. (Fig. 24) (6, 8, 9)

d) Abordajes Infratentoriales:

En este caso el anillo estereotáxico se colocó de forma invertida, es decir se colocó por encima de la lesión y la referencia ahora está debajo del marco, esto se utilizó con el objeto de facilitar mayor espacio quirúrgico al cirujano. (8)

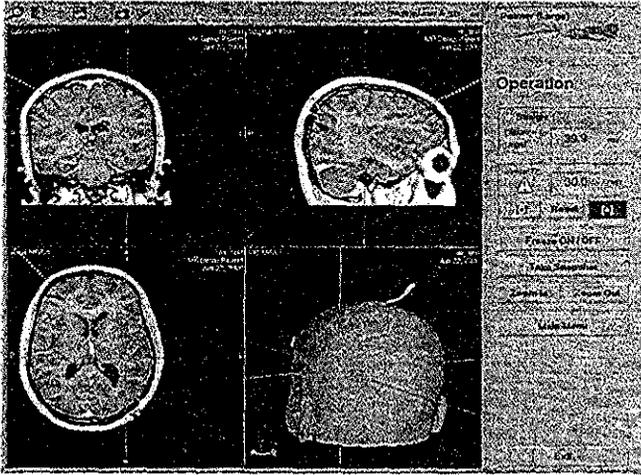


Fig 23 Planeacion esterotaxica guiada computadora

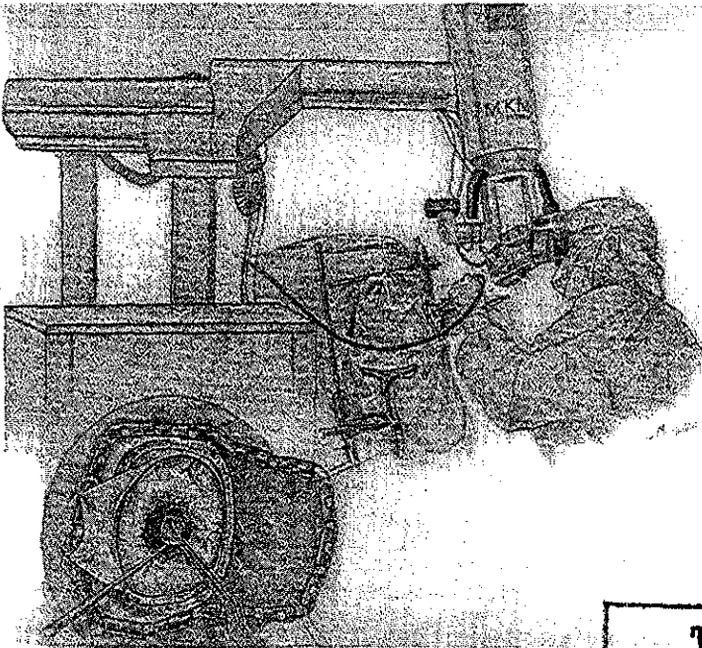


Fig 24 Uso intraoperatorio del microscopio robotico

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## RESULTADOS

### *Características generales de los pacientes*

Se realizaron 180 procedimientos neuroquirúrgicos con técnica estereotáxica a 180 pacientes con lesiones intracraneales. Fueron 77 mujeres (42.7%) y 103 hombres (58.3%), con un rango de edad de 4-87 años. Solo un paciente presenta un Karnofsky menor a 70, el resto se encontró en un rango de 70-100. El tiempo de seguimiento de los pacientes fue en promedio de 16 meses, con un rango de 4-23 meses. (Tabla 1)

Del total de los pacientes 55 (30.5%) presentaron déficit neurológico previo a la cirugía, 38 de ellos mejoraron su estado neurológico posterior a la resección estereotáxica (déficit transitorio), 12 pacientes e mantuvieron sin cambios, y solo tres pacientes empeoran su condición neurológica (déficit permanente). Los 125 pacientes (69.4%) restantes presentaron un estatus neurológico intacto previo y posterior a la resección estereotáxica (Tabla 2)

La resección total (>90%) se efectuó en 107 pacientes (59.4%), la resección subtotal (70-90%) en 55 (30.5%), resección parcial o biopsia en 18 (10.1%) (Tabla 3)

La localización definida por imagen de IAC y RM revela 90 lesiones intraaxiales y 90 extraaxiales tanto supra como infratentorial

Tabla I. Característica de Pacientes.	
Edad ( años)	
Media	35 años
Rango	4 – 87 años
Sexo	
Masculino	103 (58.3%)
Femenino	77 (42.7%)
Karnofsky	
Media	70
Rango	60-100
Seguimiento (meses)	
Media	16 meses
Rango	4 -23 meses

Tabla 2. Déficit Neurológico	
Total de pacientes	180
- Sin déficit pre y postcirugía	125 (69.4%)
- Déficit previo a la cirugía	55 (30.5%)
- Déficit transitorio postcirugía	38 (21.1%)
- Déficit Permanente postcirugía	3 (1.6%)

### *Característica de las lesiones*

#### TUMORES GLIALES

##### *Gliomas de alto grado*

56 pacientes con astrocitoma grado IV (31.1%) y 24 pacientes (13.3%) con astrocitoma anaplasico para un total de 80 pacientes. Los cuales recibieron reseccion estereotaxica de la lesión hipercaptante en los estudios radiológicos TAC y RM.

Los pacientes con glioblastoma multiforme se les realizo una reseccion total a 18 y el resto se les realizo reseccion subtotal la cual se combino con braquiterapia intersticial permanente, con la colocación estereotactica de semillas radiactivas de I-125. 18 de estos pacientes presentaron déficit neurológico previo a la cirugía en donde en 10 hubo mejoría de los síntomas posterior a la reseccion estereotaxica, en 6 no hubo cambios y solo en 2 pacientes el déficit aumento. De estos 12 pacientes murieron en el transcurso de su enfermedad.

Tabla 3. Grado de Reseccion.	
Total de lesiones	180
Reseccion total	107 (59.4%)
Reseccion subtotal	55 (30.5%)
Reseccion Parcial	18 (10.1%)

De los 24 pacientes con astrocitoma anaplasico, en 15 de ellos se presento déficit neurológico previo a la cirugía, donde 12 de ellos presentaron mejoría posterior a la reseccion estereotaxica, y en 3 de ellos no hubo ningún cambio. En estos se realizo una reseccion total en 15, y en 9 de ellos también se combino la reseccion quirúrgica con la braquiterapia intersticial permanente de I-125.

#### *Gliomas de bajo grado*

5 pacientes con astrocitoma grados II, 3 sin déficit neurológico y 2 con defecto neurológico preoperatorio, de los cuales presentaron mejoría de los síntomas posterior a la reseccion estereotaxica. 5 pacientes con astrocitomas de muy bajo grado de malignidad fueron operados sin morbilidad quirúrgica con reseccion total de la lesión en 2 pacientes con la ayuda de biopsia estereotactica seriada (Tabla 4)

Tabla 4. Histología de Tumores Gliales

Astrocitomas	Total 90 (50%)
Grado IV (Glioblastoma Multiforme)	56 (31.1%)
Grado III (Anaplasico)	24 (13.3%)
Grado II	5 (2.7%)
Grado I	5 (2.7%)

#### TUMORES NO GLIALES

##### *Tumores Metastáticos:*

Se realizaron 25 resecciones totales de tumores metastáticos y 8 pacientes se les realizo biopsia bajo técnica estereotaxica asistida por computadora. 13 pacientes con déficit neurológico previo, de los cuales 10 mejoraron su estado neurológico posterior a la reseccion estereotaxica, 2 se mantuvieron igual y 1 paciente empeoro, el cual presentaba una metástasis de adenocarcinoma pulmonar en región central izquierda, presentando un déficit motor ( hemiparesia contralateral) Todos los pacientes fueron llevados a radioterapia externa posterior a la reseccion estereotaxica. (Tabla 5)

Tabla 5. Histología de Tumores Metastáticos.

Metástasis	Total 33 (5.1%)
Pulmonar	13
Mama	9
Melanoma	7
Renal	4

#### LESIONES DIVERSAS

57 pacientes recibieron resección estereotáxica asistida por computadora por presentar lesiones intracraneales diversos, supra e infratentorial. Fueron 19 meningiomas, 8 adenomas, 5 abscesos, 5 angiomas cavernosos, 5 malformaciones arteriovenosas (MAV), 4 lesiones por toxoplasma, 4 craneofaringiomas mixtos, 3 lesiones por citomegalovirus, 3 por tumor epidermoide, y un granuloma eosinófilo (Tabla 6)

En los 19 pacientes con meningioma se le practicó la resección estereotáxica en donde se realizó una resección total en 15 pacientes, y una resección subtotal en 4 pacientes. 7 de estos pacientes presentaron déficit neurológico previo a la resección estereotáxica, 6 mejoraron y 1 se mantuvo igual posterior a la resección. Se resecaron, 3 quistes epidermoides localizados en el ángulo pontocerebeloso, 10 lesiones vasculares, 5 angiomas cavernosos y 5 MAVs. 6 lesiones se diagnosticaron en el transoperatorio por medio de biopsia estereotáxica, de las cuales 4 fueron por toxoplasma y 3 lesiones por citomegalovirus. Se puncionaron 4 lesiones quísticas por craneofaringioma mixtos.

Tabla 6. Histología de Tumores no Gliales.

Subtipo	No %
Meningioma	19 (10.5%)
Adenoma hipofisiario	8 (4.4%)
Abscesos	5 (2.7%)
Angioma cavernoso	5 (2.7%)
Malformación arteriovenosa	5 (2.7%)
Toxoplasma	4 (2.2%)
Craniofaringioma	4 (2.2%)
Quiste epidermoide	3 (1.6%)
Citomegalovirus	3 (1.6%)
Granuloma Eosinófilo	1 (0.5%)

#### COMPLICACIONES OBSERVADAS

Se presentaron un total de 32 (17.7%) complicaciones, de las cuales se clasificaron en neurológicas y no neurológicas.

##### *a) Neurológicas*

En estas se presentaron en 15 pacientes (8.3%) las cuales a su vez se clasificaron en transitorias y permanentes dependiendo del tiempo de recuperación (21 días) Fueron 12 (6.6%) complicaciones neurológicas transitorias, 5 con hidrocefalia la cual se resolvió colocando una derivación ventrículo peritoneal (DVP), 3 presentaron hematoma, los cuales necesitaron una segunda intervención para drenar el sangrado y realizar hemostasis, y 2 pacientes presentaron fistula de LCE, un paciente por reseccion quiste epidermoide a través de un abordaje suboccipital y otro por reseccion de adenoma hipofisario transesfenoidal, los cuales se resolvieron con la colocacion de drenaje subaracnoideo en region lumbar, 2 pacientes con meningitis, fueron uno de los pacientes con fistula y un paciente que requirió DVP. Las cuales se resolvieron bajo atibioticoterapia específica

De las complicaciones neurológicas permanentes se observaron 3 (1.6%), 1 paciente con afasia con diagnostico de Glioblastoma multiforme y 2 con hemiparesia con diagnósticos de metástasis y Glioblastoma multiforme.

##### *b) No neurológicas*

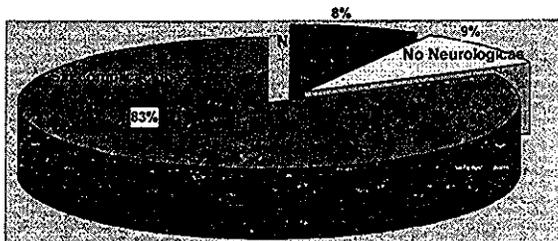
Se observaron 17 (9.4%) complicaciones de los cuales: 7 pacientes con neumonía, 3 con celulitis, 3 con trombosis venosa profunda de miembros inferiores, 2 con secreción inadecuada de hormona antidiurética. (Fig. 25)

#### SOBREVIDA

Se analizo la supervivencia de los pacientes con Glioblastoma multiforme determinándola a partir del día de la intervención quirúrgica hasta el día de su muerte o en su defecto hasta el último día de visita del paciente en la clinica; también se calculo la supervivencia media desde el momento del diagnostico hasta su muerte o el último día de seguimiento

Obteniendo que la supervivencia media posterior a la reseccion estereotaxica fue de 56 semanas Y posterior al día del diagnostico fue de 64 semanas. (Fig. 26)

Complicaciones Postquirurgicas en 180 pacientes con lesiones Intracraneales Operadas bajo condiciones Estereotacticas

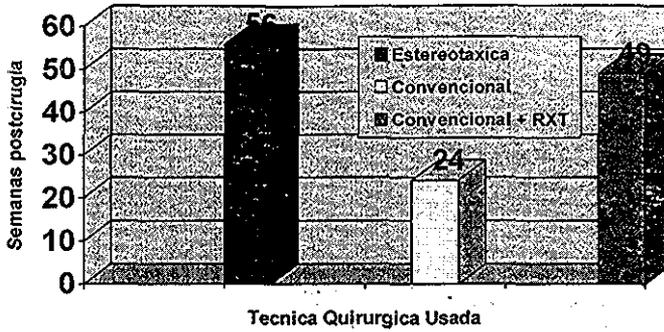


Se analizaron estadísticamente los factores que podrían contribuir a esta supervivencia, sin embargo ningún factor, como edad, sexo, localización, KPS, y el grado de resección del tumor no resultaron con un valor significativo en estos pacientes

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Fig 26

### Sobrevida de Pacientes con Astrocitoma de Alto grado de acuerdo a la Técnica Quirúrgica Usada



(1, 2, 3,4)

#### MORTALIDAD

La mortalidad se presenta en 14 (7.7%) pacientes durante el tiempo de seguimiento. 12 correspondieron a Glioblastoma multiforme sin embargo no fueron de causa quirúrgica ya que ocurrieron en un periodo de mas de dos meses posteriores a la reseccion estereotaxica Y 2 pacientes uno por trastorno endocrinológico secundario a una secreción inadecuada de hormona antidiurética secundario a reseccion transesfenoidal de adenoma hipofisiario y otro desarrollo sepsis paciente con metástasis que desarrollo neumonía y secundariamente sepsis

El promedio de estancia hospitalaria en todos los pacientes fue de 3 días, con un rango de 2-23, solo un paciente requirió los cuidados de terapia intensiva por sepsis.

## MONITOREO ELECTROFISIOLÓGICO

Se realizó monitoreo electrofisiológico intraoperatorio en 137 (76.1%) pacientes, en sus diferentes modalidades de electroencefalograma, electrocorticografía, mapeo cerebral, y potenciales provocados. Para delimitar áreas funcionales (lenguaje, Motor, Sensitiva), circundantes a la lesión tratada. Y de estas 102 (56.6%) se llevaron a cabo con el paciente despierto, bajo sedación con propofol. (Fig. 26)

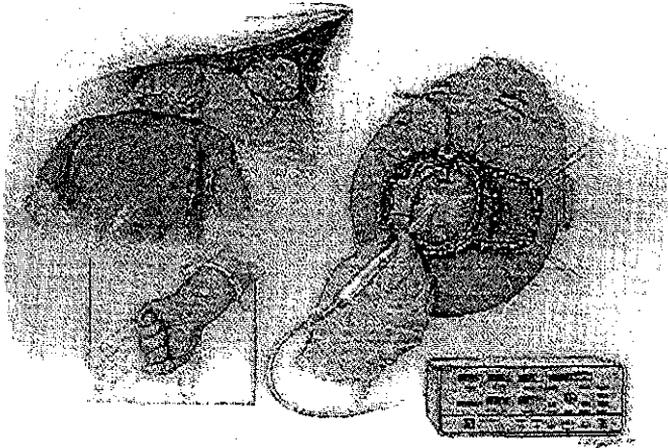


Fig 26 a Monitoreo electrofisiológico con paciente despierto (mapeo y estimulación de área motora)



Fig. 26 b Monitoreo electrofisiológico mapeo cerebral

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DISCUSION

La aplicación de las técnicas estereotaxicas permite localizar estructuras cerebrales y lesiones en el cerebro con gran exactitud. Para practicar una craneotomia en condiciones estereotacticas se combinan las ventajas de la cirugía abierta con la exactitud de un procedimiento estereotactico. Esto facilita la reseccion precisa de lesiones cerebrales, mientras minimiza la exposición y el daño al tejido circundante. (6,9)

La indicación para la craneotomia estereotaxica incluye la reseccion de lesiones bien definidas en los estudios radiológicos TAC o RM, que se sitúan superficialmente intra o extraaxiales, y para aquellas superficiales que se sitúan cerca de áreas funcionales de la corteza y que son difíciles de localizar. (9)

Con la reseccion estereotaxica asistida por computadora, la lesión localizada en áreas subcorticales importantes se llega por un abordaje planeado previamente o simulado en la computadora, donde se atraviesa el tejido cerebral no funcional.

En los tumores de origen glial cuando la imagen no aporta la información precisa de la extensión de la lesión, la biopsia estereotaxica seriada se puede utilizar para precisar los márgenes quísticos de la lesión y determinar igualmente donde la lesión esta compuesta solamente por tumor sólido o células tumorales aisladas que infiltran el parénquima intacto o ambos.

En el sentido práctico de esta técnica mantiene al neurocirujano orientado en 3D durante el abordaje, la computadora puede simular la localización intraoperatoria del instrumental y de los separadores. Con este método se puede realizar la reseccion agresiva de tumores subcorticales con mínimo daño del tejido cerebral circundante. También se resecan lesiones en áreas neurológicas importantes, con aceptables niveles de morbilidad y mortalidad (5, 6,7)

La técnica estereotáctica supera a los abordajes neuroquirúrgicos convencionales lesiones intraaxiales donde el neurocirujano corre el riesgo de perderse, al intentar hallar un tumor subcortical profundo, donde los planos entre el tumor y el tejido cerebral edematoso no están bien definidos.

La craneotomia con el uso de la localización estereotaxica ofrece varias ventajas sobre la craneotomia convencional, principalmente por la reducción de las dimensiones quirúrgicas en el plano óseo y de la morbilidad quirúrgica que esta con lleva (6,9)

Craneotomias excesivamente grandes pueden potenciar la formación de hematomas extradurales, al reducir el volumen intradural, por estiramiento de la dura en el borde óseo y por exponer la superficie cortical al daño mecánico, además son bien conocidos los síndromes postcraniotomía, caracterizado por molestias y dolores crónicos en relación en el lugar de la apertura del cráneo, el que se observa con mayor frecuencia, en las aperturas excesivamente grandes (8,9)

La localización transoperatoria convencional de tumores subcorticales se realiza usando la imagen de TAC o RM preoperatorio, 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 corticosubcorticales. Otra forma esta relacionada con referencias óseas por cambios o distorsión en la superficie cortical tales como, venas arterializadas, cambios de coloración, edema del giro o alteraciones al tacto o palpación, estas técnicas convencionales no son exitosas para la localización de las lesiones subcorticales (7 10)

La craneotomía estereotáctica es una técnica fácil y exacta. Esta ayuda al cirujano para determinar si es factible la realización de un abordaje transulcar o transgirial. La ventaja de la combinación de la craneotomía mínima y 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 (6, 9,10)

El procedimiento realizado en tumores intracraneales tiene mas beneficios en pacientes que tiene lesiones circunscritas, compuestas enteramente de tejido tumoral, y se ha demostrado que estos pacientes tienen una probabilidad mayor de salir sin déficit neurológico, lo cual repercutirá principalmente en la calidad de vida del paciente, así como en la sobrevida. (1, 2,21)

Esta experiencia con la resección estereotáctica de lesiones intracraneales guiada por imagen y asistida por computadora, demuestra que se puede realizar una resección significativa de lesiones intracraneales, localizadas en áreas necrológicamente importantes, con baja morbilidad. Haar y Patterson reportaron una mortalidad del 10% con el uso de técnicas convencionales. (7) La mortalidad general en nuestros pacientes fue de 7.7% con la técnica estereotáctica.

Así también en nuestra serie observamos que el periodo de supervivencia para pacientes con astrocitoma de alto grado, tratados con resección estereotáctica, fue de 56 semanas, el cual es superior al reportado en pacientes con el mismo diagnóstico, pero tratados por técnicas convencionales más radioterapia externa, donde reportan una supervivencia media de 24 semanas. (1, 2, 3, 14, 15, 17, 19) Como se mencionó antes, los tumores mejor definidos en los estudios radiológicos son los que con mayor frecuencia se pueden reseccionar totalmente.

Sin embargo la resección total de los astrocitomas de alto grado, solo se logró en 33 (41%) pacientes y en el resto de ellos 47 (58%) pacientes, no se pudo realizar la resección total por la localización del tumor y se eligió en estos casos realizar una resección subtotal combinada con braquiterapia intersticial permanente con I-125, más radioterapia externa. Y esta combinación terapéutica puede influir en la mayor supervivencia de nuestros pacientes.

Sin embargo un hecho importante de resaltar fue la presentación de complicaciones neurológicas que en nuestra serie solo 15 (8.3%) pacientes presentaron complicaciones neurológicas de las cuales solo 3 (1.6%) correspondieron a complicaciones permanentes y solo 2 de ellas en pacientes con glioma de alto grado. Ammirati y colaboradores mencionan un 33% de complicaciones neurológicas, en una serie de 240 pacientes con gliomas de alto grado donde se les practicó resección microquirúrgica con técnica convencional (1).

Ahora bien, en este estudio un gran número de tumores se localizaron en áreas eloquentes, profundos e intraaxiales, lo cual se asocia con pobres resultados y corta supervivencia, de todos los tumores gliales reportados solo 2 pacientes empeoraron su condición neurológica sin reportarse mortalidad quirúrgica. Otros autores han reportado una mortalidad hasta del 29% seguida de la cirugía convencional de gliomas profundos. (1, 4, 5, 13, 14, 15) Nosotros tuvimos una mortalidad, donde solo el 6.6% correspondió a gliomas profundos.

En los tumores gliales de bajo grado, los resultados fueron parecidos a los reportados por otros autores, donde destacan las resecciones parciales por la alta incidencia en ellos, de presentarse en zonas de parénquima intactas, con infiltración de células tumorales aisladas. En dos pacientes con la ayuda de la biopsia estereotáctica seriada se pudo determinar el borde tumoral y se realizó resección estereotáctica total de la lesión. (15, 17, 19)

Los tumores metastásicos por ser tumores bien circunscritos en TAC o RM fueron más factibles para la resección total al igual que otros tumores no gliales con una zona bien demarcada en los estudios de TAC o RM (ejemplo adenomas) fueron totalmente resecados sin mortalidad y con baja morbilidad.

Los tumores extraaxiales como los meningiomas, los quistes epidermoides y las lesiones vasculares; como las MAVs y angiomas venosos se beneficiaron de la resección estereotáctica asistida por computadora, 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, o lesión vascular (23)

En otros de localización más basales, la apertura del cráneo y el abordaje, se hizo según las técnicas convencionales y solo el trabajo microquirúrgico fue asistido por la técnica, estereotáctica para lograr una resección más segura, efectiva, óptima y total del tumor.

La resección estereotáctica asistida por computadora 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.

Los tumores localizados en el ángulo pontocerebeloso se abordaron todos por una craneotomía suboccipital retromastoidea ipsilateral al tumor, y se asistió con esta técnica estereotáctica el trabajo microquirúrgico. Esto permite el conocimiento exacto, expresado en dimensiones de las estructuras anatómicas, neurales, vasculares y óseas de la región

Sin embargo considero, 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 de la base del cráneo.

La resección estereotáctica guiada por imagen y asistida por computadora es bien tolerada por el paciente y generalmente la estancia hospitalaria es corta (8, 9, 19, 11 2125) En nuestra serie tuvimos un promedio de estancia hospitalaria de 3 días, con un rango de 2-28 días, solo un paciente requirió el apoyo de terapia intensiva en el periodo postoperatorio (21 días)

Aunque el procedimiento incluye la colocación del marco, las marcas semipermanentes ya descritas, la obtención de las imágenes, el planeamiento y el procedimiento quirúrgico propiamente dicho, de manera que el tiempo total es mas prolongado, que en los procedimientos convencionales, sin embargo el tiempo se optimiza en cada etapa apoyado por un personal especializado, logrando reducirlo considerablemente, de tal forma que si ponemos en una balanza los beneficios obtenidos por la reseccion estereotaxica asistida por computadora, contra un tiempo quirúrgico relativamente menor en las tecnicas convencionales, preferimos un procedimiento con menos riesgos, con baja morbilidad y mortalidad, y con mejores resultados y menos costos

## CONCLUSION

La técnica estereotaxica guiada por imagen y asistida por computadora ofrece un control tridimensional para la localización y la reseccion de lesiones intracraneales intra o extraaxiales. Esta es aplicable a lesiones superficiales y profundas con una gran variedad de subtipos, ya sean lesiones tumorales sólidas, quísticas o mixtas, así como lesiones vasculares, o procesos inflamatorios que requieren de un diagnostico preciso para su tratamiento

La técnica estereotaxica tiene múltiples ventajas con las tecnicas microquirúrgicas convencionales, 1) permite una máxima reseccion del volumen tumoral con una apertura ósea pequeña pero efectiva y segura que permite la reseccion precisa de lesiones cerebrales bajo visión directa, 2) una baja incidencia de complicaciones neurológicas por el manejo adecuado de zonas funcionales y anatómicamente criticas, 3) una corta estancia hospitalaria y en unidades de terapia intensiva, 4) mínimo edema postoperatorio, que permite el uso de terapias adyuvantes, 5) mejor sobrevivencia, y 6) una mejoría clínica que puede ser reflejada en mejor calidad de vida, y una rápida integración de nuestros pacientes al área laboral y social

## BIBLIOGRAFIA

1. Ammirati M, Vick N, Liao YL, Ciric I, Mikhael M: Effect of the extent of surgical resection on survival and quality of life in patients with supratentorial glioblastomas and anaplastic astrocytomas *Neurosurgery* 21(2): 201-6, 1987
2. Black P: Management of malignant glioma: Role of surgery in relation to multimodality therapy. *J Neurovirol* 4(2): 227-36, 1998
3. Daneyemez M, Gezen F, Canacki Z, Kahraman S: Radical surgery and reoperation in supratentorial malignant glial tumors *Min Invas Neurosurg* 41(4): 209-13, 1998.
4. Devaux B, O'Fallon J, Kelly P: Resection, biopsy and survival in malignant glial neoplasms A retrospective study of clinical parameters, therapy, and outcome *J Neurosurg* 78(5): 767-75, 1993.
5. Fadul C, Wood J, Thaler H, Galicich J, Patterson RH Jr, Posner JB: Morbidity and mortality of craniotomy for excision of supratentorial tumors *Neurology* 38(9): 1374-9, 1988.
6. Gildenberg Philip L, tasker Ronald R. textbook of Stereotactic and Funcional Neurosurgery. Capitulos 21, 22, 23, 24, 26, 59 y 60. Mcgraw-Hill. New York 1998
7. Haar Ben, Patterson Wallace et al. Experience of 238 craniotomies for intracranial lesion with conventional technique *Neurosurgery* 45 (3): 456-467. 1992.
8. Hess K. Extent of resection as a prognostic variable in the treatment of gliomas. *J Neurooncol* 42(3): 227-31, 1999.
9. Kelly PJ *Stereotaxis Tumor*. Philadelphia, WB Saunders, 1991, p 296-356.
10. Kelly PJ. Cap II: Stereotactic Craniotomy. *Neurosug Clinic of North Am.* 1990. 1; 4:781-800.
11. Kelly PJ. Computer assisted volumetric resection of superficial and deep seated intra-axial brain mass lesion. *Acta Neurochir Suppl* 53:26-29, 1991
12. Kelly Pj, Kall B: Seterotactic CT scanning for the bipsy of intracranial lesions and functional neurosurgery *Appl Neurophysiol* 46:193-199, 1993.
13. Kondziolka D, Lunsford D: The role of stereotactic biopsy in the management of gliomas. *J Neuroonco* 1 42: 205-13, 1999.
14. Koprowski C. Confounding factor in clinical studies in gliomas. *Am J Clin Oncol* 10(4): 293-5, 1987
15. Nitta I, Sato K: Prognostic implications of the extent of surgical resection in patients with intracranial malignant gliomas. *Cancer* 75(11): 2727-31, 1995
16. Obwegeser A, Ortler M, Seiwald M, Ulmer H, Kostron H: Therapy of glioblastoma multiforme: A cumulative experience of 10 years *Acta Neurochir (Wien)* 137(1): 29-33, 1995.

17. Rezaei AR, Mogilner AY, Cappell J et al: Integration of preoperative and intraoperative functional brain mapping in image-guided neurosurgery *Acta Neurochir Suppl* 68:85-89, 1997.
18. Salomon M: Malignant gliomas management. *Neurosurg Clin N Am* (1):49-62, 1990
19. Sawaya R, Hammoud M, Schoppa D, Hess K, Wu S, Shi W, Wildrick D: Neurosurgical outcomes in a modern series of 400 craniotomies for treatment of parenchymal tumors. *Neurosurgery* 42(5):1044-1056, 1998.
20. Toms S, Ferson D, Sawaya R: Basic surgical techniques in the resection of malignant gliomas. *J Neurooncol* 42:215-226, 1999
21. Vives K, Piepmeyer J: Complications and expected outcome of glioma surgery. *J Neurooncol* 42(3): 289-302, 1999.
22. Zamorano L, Pérez-de la Torre R: Stereotactic volumetric resection of malignant gliomas *Neurosurgical Operative Atlas Vol. 9. American Association of Neurological Surgeons.* pp 154-167, 2000
23. Zamorano L, Nolte LP, Jiang Z et al. Image-guided neurosurgery Frame-based and frameless approach. *Neurological Operative Atlas III*, pp 403-422. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993
24. Zamorano L, Lis Planells M, Jiang Z, et al Vascular Malformations of the brain. Surgical management using interactive image guidance. *Neurosurg Clin North Am.* 1996 7:201-213.
25. Zamorano L, Dujovny M, Chavantes MC, et al Z-D Multipurpose Neurosurgical Image-Guided Localizing Unit. *Stereotact Funct Neurosurg* 1990; 54-55:498.
26. Zamorano L, Dujovny M, Metha B et al. Image-guided stereotaxis. Our experience in 345 consecutive cases. *Stereotact Funct Neurosurg*, 1990; 54-55:422.
27. Zamorano L, Viñas FC, Jiang Z, et al Use of surgical wands in neurosurgery. *Advance and Technical Stands in Neurosurgery* Springer-Verlag, New York 1998

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA