

REVISION BIBLIOGRAFICA**Estereotaxia: Historia, generalidades y actualidades.****Stereotaxis: Its history, generalities and updating.**Dr. José Ramón Tejera del Valle¹, Dr. Juan Francisco Piñeiro Martí¹, Dr. Osmany Morales Sabina¹.¹*Especialista de I Grado en Neurocirugía. Hospital Provincial Universitario "Dr. Gustavo Aldereguía Lima". Cienfuegos.***RESUMEN**

El cerebro es considerado el órgano rector del ser humano, se caracteriza por su fragilidad, complejidad y delicadeza, por ende cualquier intervención quirúrgica sobre él debe ser precisa y certera. La presente publicación revisa de manera cronológica aspectos de relevancia nacional e internacional relacionados con la historia de la estereotaxia, aborda los principios médicos y técnicos en que se sustenta su funcionamiento, y resume las indicaciones, complicaciones y contraindicaciones de la técnica. Se explica la concepción de trabajo en equipo que requieren estos procedimientos, basado en la experiencia del Servicio de Neurocirugía de Cienfuegos, y se emiten consideraciones actuales del presente y futuro de la estereotaxia.

Palabras Clave: Cerebro; técnicas estereotáxicas; historia de la Medicina

ABSTRACT

The brain is considered the human being's organ rector, it is characterized by its fragility, complexity and fineness, therefore any surgical intervention on him should be precise and sure. The present publication revises in way chronological aspects of national and international relevance related with the history of the stereotaxy, the medicals principles and technicians in that its operation is sustained approaches, and it summarizes the indications, complication and contraindications of the technique. The work conception is explained in team that they require these considerations, based on the experience

of Service of Neurosurgery of Cienfuegos, current considerations of the present and future of the stereotaxy are emitted.

Key words: Brain; stereotaxic technique; history of Medicine

INTRODUCCIÓN

Desde siempre se ha planteado en Neurocirugía la necesidad de acceder quirúrgicamente a zonas o sitios profundos del encéfalo para dar solución a innumerables situaciones ocasionadas por diferentes enfermedades que pueden afectar el sistema nervioso. Con tal finalidad se ha realizado históricamente un gran esfuerzo en el diseño de metodologías y equipos que permitan (con una alta precisión, eligiendo el camino más corto, con la mínima alteración de las estructuras cerebrales circundantes) localizar determinados sitios "diana", o llevar hasta ellos algún material, objeto o tipo de energía, para alcanzar el propósito médicamente deseado.

Así, surgieron los sistemas de estereotaxia, sistemas y aparatos más o menos complejos, de forma variable (de cubo, de esfera, y otros) que se fijan al cráneo del paciente. Su funcionamiento consiste básicamente en adaptar estos dispositivos a la cabeza del enfermo (por lo general, con anestesia local) y realizar a continuación los estudios de neuroimágenes. Se pueden obtener así unas coordenadas (en los tres ejes del espacio) de la zona dentro del cráneo a la que se desea acceder (punto diana). Posteriormente se llega a dicha diana con gran seguridad.

Recibido: 24 de enero de 2005**Aprobado:** 20 de marzo de 2005**Correspondencia:**

Dr. José Ramón Tejera del Valle

Hospital Provincial Universitario "Dr. Gustavo Aldereguía Lima". Cienfuegos

DESARROLLO

Etimología:

El término fue introducido en la práctica médica por Horsley y Clarke alrededor de 1908 (1). Estereotaxia se origina del griego stereos: tridimensional y taxis: colocación. El uso moderno ha sustituido el segundo término por el término latino tactus: tacto. De ahí el origen de las palabras estereotáxico y estereotáctico.

Aspectos históricos:

Cronograma de acontecimientos importantes en el surgimiento e historia (1) de la estereotaxia.

Consideraremos 3 etapas:

Primera etapa: Etapa pre-estereotaxia: (Antecedentes de la estereotaxia)

| Año | Autor | Acontecimiento |
|------|--------------------|--|
| 1873 | Dittmar | Diseña un aparato para localizar la médula oblongada en animales. |
| 1889 | Dr. Zernov (Moscú) | Diseña y utiliza un aparato para el cerebro humano (Encefalómetro). Finalidad: localizar estructuras anatómicas y provocar lesiones cerebrales. Referencia: suturas craneales. |

Segunda etapa: Etapa inicial de la estereotaxia: (nacimiento de la estereotaxia)

| Año | Autor | Acontecimiento |
|------|-------------------------------|--|
| 1906 | Dres. Clarke y Victor Horsley | Construyen un instrumento estereotáxico y producen lesiones cerebrales en gatos. Verdaderos creadores del término estereotaxia. Utilizan coordenadas cartesianas. Clarke fue el primero en sugerir la aplicación de la técnica en humanos. |
| 1918 | Aubrey Mussen | Desarrolló un aparato estereotáctico (modificación del de Horsley y Clarke), pero no pudo convencer para aplicarlo en el ser humano. |
| 1932 | Ranson and Ingram | Refabrican el aparato de Horsley-Clarke en la North-Western University Medical School, y lo usan en sus estudios clásicos "the reticular formation, midbrain and hypothalamus". |
| 1933 | Kirschner | Desarrolla un instrumento estereotáxico para realizar la coagulación térmica del ganglio de Gasser, penetrando por el agujero oval, pero no lo llegó a aplicar en humanos. |

| AÑO | AUTOR | ACONTECIMIENTO |
|-------------------|--|---|
| 1946 | Spiegel y Wycis (EUA) | Diseñan el primer aparato que se usó en el ser humano, primera operación estereotáctica en humanos . El aparato se denominó Stereencephalotomy, y se apoyaba en la ventriculografía. Se usó para coagular el núcleo dorsomedial del tálamo en trastornos psiquiátricos severos. Sujetaban la cabeza del paciente con un molde de yeso, inyectaban contraste en los ventrículos cerebrales, y mediante radiografías localizaban los núcleos profundos del cerebro que consideraban eran los responsables de los trastornos. |
| 1949 | Jean Talairach (Paris) | Teleradiografía: usa tubos de rayos x montados a cierta distancia del objetivo, tratando de minimizar los errores de paralaje y de la magnificación (colimación para reducir la distorsión por magnificación). |
| 1949 | Lars Leksell (Suecia) | Desarrolló su propio sistema de estereotaxia. El aparato se fijaba al cráneo del paciente. Introduce el concepto de arco cuadrante. Trabaja con radioterapia y usa la instalación de radioisótopos para el tratamiento de tumores quísticos. |
| Déca da de los 50 | Hecaen y Guiot. Riechert y Wolf Narabayashi Laitinen Bertrand Velasco-Suárez y Escobedo. Obrador Bechterer | Diseminación mundial de la estereotaxia, por todas las latitudes, pero enfocada o dirigida fundamentalmente al tratamiento de los trastornos del movimiento. |

| AÑO | AUTOR | ACONTECIMIENTO |
|----------------|--|--|
| Déca de los 60 | Pocos centros en el mundo continúan desarrollando y aplicando la cirugía estereotáctica. | Hecho médico trascendente: ocurre la generalización del uso de levodopa, que implicó la tendencia a disminuir la cirugía estereotáctica, quedando relegada la talamotomía, sólo para casos refractarios. |

Tercera etapa: Etapa moderna: (madurez de la estereotaxia).

En la década de los años 70 con la introducción de la TAC (Hounsfield) en la práctica médica, la estereotaxia experimentó una verdadera resurrección, un renacimiento o un resurgimiento (1).

Hasta estos momentos la neurocirugía estereotáctica caminaba por así decirlo de forma casi independiente de la neurocirugía general o convencional, debido a sus diferentes técnicas quirúrgicas y enfermedades a tratar. En las décadas de los años 80 y 90 se afianza aun más el empleo de la estereotaxia en todo el mundo. Su utilización en la práctica neuroquirúrgica adquiere nuevos y vigorosos bríos, pues se ve fortalecida por los avances de las técnicas de imágenes (no sólo de la TAC, sino también de la RMN y de la angiografía por sustracción digital) y por el desarrollo de la computación aplicada al quirófano (2-10).

Precisamente la década de los 90 se destacó por la introducción y la utilización de los métodos mínimamente invasivos. La neurocirugía adquiere una tendencia franca a "hurgar" claramente cada vez menos en el cerebro del paciente (11-13).

Así, al finalizar el siglo XX, con este conjunto de técnicas incorporadas, se pueden visualizar y tratar pequeñas lesiones intracerebrales como tumores, quistes, y malformaciones vasculares, entre otras. Paralelamente a la asimilación de las nuevas tecnologías: computación e imágenes de alta resolución, la literatura revisada (9,14-17), refleja cómo el instrumental estereotáctico experimenta una verdadera revolución, un proceso de renovación y perfeccionamiento hacia la exquisitez, que permitirá alcanzar en lo adelante la precisión que exigirán las demandas de las nuevas metas médicamente trazadas.

De esta manera los neurocirujanos generales, y muchos de los escépticos y detractores de la estereotaxia, comenzaron a comprender primero, y a utilizar después,

los conceptos y equipos estereotácticos para acceder a estas lesiones y proceder a su extirpación.

Tras revisar los reportes de muchos autores de diferentes latitudes (8,18-24), los neurocirujanos de hoy podemos afirmar de forma categórica, que gracias a la adultez de la neurocirugía estereotáctica se accede y se abordan lesiones cerebrales profundas, que antes no era posible, lo que se logra por la combinación de procedimientos estereotácticos-microquirúrgicos, o de la estereotaxia con otras modalidades técnicas.

Como dato significativo en el capítulo de historia de la estereotaxia y de la neurocirugía, los autores podemos citar a 2 figuras prominentes de Estado interesados en el tema: nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz que fomentó en 1990 la instrumentación del empleo de la estereotaxia en el entonces Centro Iberolatinoamericano de Trasplantes y Regeneración del Sistema Nervioso (posteriormente CIREN). La otra figura prominente de Estado a que nos referimos y tenemos conocimiento, se interesó en el tema de la estereotaxia es la mismísima Doña Sofía de España (1), quién en abril de 1999 ejerció de presidenta de honor en un encuentro sobre Neurocirugía y Salud Pública que sesionó en El Escorial, en Madrid y que reunió a algunos de los más destacados neurocirujanos del mundo para discutir diversos aspectos de la especialidad en ese país.

Cronología de la estereotaxia en Cuba. (Gran parte de los datos de este acápite fueron obtenidos por los autores, en el entrenamiento recibido por los mismos durante el Curso Teórico Práctico de Neurocirugía Estereotáctica realizado en el CIREN, Ciudad de la Habana, durante el mes de marzo de 2003).

| AÑO | AUTOR | ACONTECIMIENTO |
|------|---|---|
| 1955 | Prof. Jesús Eusebio Meléndez Berguillo | Realiza entrenamiento en New York, con el sistema Cooper, para realizar palidotomía estereotáctica por coagulación monopolar guiada por neumoventriculografía en Enfermedad de Parkinson. |
| 1956 | Prof. Meléndez | Primera publicación de sus resultados en 17 pacientes |
| 1956 | Profesores: Picasa, Gallardo, Bradshaw, Lore de Mora. | Otros neurocirujanos que intervienen en la introducción de la estereotaxia en Cuba. |
| 1962 | Prof. Ramírez Corría | Construyó un aparato de cirugía estereotáctica que presentó al Congreso Médico Nacional. |

| AÑO | AUTOR | ACONTECIMIENTO |
|------|--|--|
| 1968 | Prof. Roger Figueredo | Tras entrenamiento en Suecia con el Prof. Lars Leksell, ejecuta talamotomía ventrolateral como tratamiento de Enfermedad de Parkinson, guiada por neumoventrículo y yodoventriculografía. |
| 1969 | Prof. Camblor | Practica talamotomía en núcleo centromediano para tratamiento del dolor. |
| 1969 | Prof. Gil Marín | Estereotaxia para tratamiento de epilepsia intratable (amigdalectomía) |
| 1988 | Dr. Luis Ochoa Zaldívar | Recibe entrenamiento en Alemania con Prof. Mundinger. Proceder guiado por TAC y asistido por computadora para enfermedad de Parkinson y tumores cerebrales. |
| 1990 | Dr. Ochoa | Realiza biopsia estereotáxica en tumores, braquiterapia intersticial con Ir192 en tumores sólidos e instilación estereotáxica de P32 en tumores quísticos. Radiocirugía estereotáxica en tumores cerebrales y MAV. |
| 1991 | Centro de Trasplante y Regeneración del Sistema Nervioso (CTRSN) | Adquiere un sistema Leksell modelo G y realizan biopsias e implantes radioactivos en tumores cerebrales con I129, I125, y P32 |
| 1992 | CTRSN | Trasplante estereotáxico bilateral de tejido mesencefálico fetal en Enfermedad de Parkinson. |
| 1993 | CTRSN | Se reinicia la cirugía funcional de Enfermedad de Parkinson, guiada por TAC y asistida por computadora, con un software que permite superponer imágenes digitalizadas del atlas de Shattenbrand and Wahren a la imagen de TAC del paciente (NSPS) y otro software para el análisis y procesamiento de los semiregistros de actividad eléctrica profunda (NDRS) ²⁵ |

| | | |
|------|--|---|
| 1994 | Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) | Se incorpora la craneotomía estereotáxica a la resección estereotáxica volumétrica asistida por computadora en tumores cerebrales. Neuroendoscopia estereotáxica a manos libres. Aplicación del láser a neurocirugía estereotáxica. Implantación de sistemas de catéteres acoplados a reservorios. Resección microquirúrgica estereotáxica, guiada por angiografía de malformaciones vasculares. Biopsia en implantes estereotáxicos de tumores del tallo cerebral por vía transcerebelosa. |
| 1995 | CIREN | Adquiere sistemas estereotáxicos: Micromar ET-02, y ETM 02B, en cirugía de fosa posterior y espinal alta. |
| 1996 | CIREN | Subtalamotomía dorsolateral selectiva con microrregistro de actividad profunda para tratamiento de enfermedad de Parkinson (por primera vez en el mundo). |
| 1998 | CIREN | A partir de esa fecha patrocina la diseminación de la estereotaxia a otros servicios del país: Santiago de Cuba, Holguín, Camagüey, y otros. |
| 2003 | Hosp. Universitario "Dr. Gustavo Aldereguía Lima". Cienfuegos. | El miércoles 2 de julio de 2003 realiza la primera intervención de neurocirugía estereotáxica. 8vo centro del país y 4ta provincia. |

Generalidades:

(Elementos técnicos de interés)

La realización de un proceder neuroquirúrgico estereotáxico contemporáneo requiere de un soporte tecnológico, que puede ser esquematizado en un trípode constituido por: sistema estereotáxico-sistema de imágenes-sistema computarizado.

El método estereotáxico permite localizar un punto dentro de la cavidad craneal, y llegar a él de forma precisa y reproducible.

En la actualidad existen dos métodos estereotáxicos diferentes:

- a. La estereotaxia con marco (Frame-based system).
- b. La estereotaxia sin marcos (Frame-less system) (1).

Es un método mínimamente invasivo que prescinde del arco estereotáxico. Se basa en localizar un punto crítico por medios informáticos y sensores de ultrasonido, ahorrándole al paciente el atornillarle el marco al cráneo. Actualmente no disponemos de este método en nuestro país.

Los sistemas estereotáxicos actuales se basan en uno o en la combinación de los siguientes 4 principios (26):

- sistema ortogonal
- sistema de arco centrado o radiante
- sistema de arco cuadrante
- sistema de coordenadas polares esféricas

Partes integrantes de un sistema estereotáxico con marco (26):

- marco estereotáxico: de forma variable de acuerdo al autor, por ejemplo: redondo (sistema Zamorano), rectangular (sistema MICROMAR), cuadrado (sistema Leksell), oblongo (sistema estereoflex). Se fijan al cráneo de diversas maneras, generalmente por 4 puntas con o sin torres de sujeción de diferente tamaño y movibles sobre el marco. Las puntas suelen ser de titanio, para evitar interferencias con las imágenes de la TAC.
- Sistema de referencias o localizadores o casco (fiducials): Existen muchos tipos diferentes: para TAC (2), RMN, angiógrafos (2,3) o SPECT. El más usado es el de la TAC. Nos referiremos al sistema Leksell, que es el mismo adoptado por el sistema estereoflex cubano. En principio está constituido por 9 barras radio-opacas (construidas de diferentes materiales: grafito, cobre, aluminio) que toman forma de letra N, situadas al frente y a ambos lados de la cabeza del paciente, de manera tal que se crean 9 marcadores de referencia en cada corte o barrido de la tomografía axial, lo que posibilita calcular las coordenadas, para cada punto dentro del espacio del marco.
- La guía estereotáctica, con un soporte del instrumental que se deslice sobre ella.
- Instrumental apropiado para la realización de los diferentes procedimientos (instrumental para biopsias y craneotomías, guía láser, espátulas estereotácticas, retractores estereotácticos, instrumentales para: transmitir calor, implante de isótopos, evacuar quistes, abscesos, hematomas, endoscopias y otros).
- Sistema de planificación completo.

Partes que incluye la planificación de un proceder estereotáxico (27,28):

- Obtención de las imágenes. Requiere de parámetros especiales.
- Trasmisión de las imágenes al quirófano.
- Procesamiento de imágenes en la computadora del salón. Creación de trayectorias hacia el blanco, corrección, ajuste y decisiones entre el cibernético o físico y los neurocirujanos.

Indicaciones:

(¿para qué se utiliza?)

Con finalidad diagnóstica:

- Biopsia estereotáctica de lesiones cerebrales (5,7,14,29-34): porque la lesión esté en zonas funcionales importantes; porque el paciente sea muy mayor o tenga antecedentes que hagan muy arriesgada una anestesia general, o porque la cirugía no tenga una ventaja ante la histología que se sospecha. El acierto diagnóstico reportado (31,34) es de aproximadamente el 97 %, y el riesgo de una hemorragia cerebral significativa es de un 1%. Los pacientes pueden ser egresados 24 horas más tarde.
- Craneotomías dirigidas o guiadas por estereotaxia (26): permite la localización previa a la intervención quirúrgica (operación combinada microquirúrgica y estereotáctica). Incluye también finalidad terapéutica: en malformaciones arteriovenosas, angiomas cavernosos, tumores cerebrales, y otros.
- Ventriculoscopia (26) para procesos intraventriculares.

Con finalidad terapéutica (en Neurocirugía convencional):

- Evacuación de hematomas (35-380 en regiones funcionales importantes).
- Implantación de catéteres para drenar abscesos y quistes coloides, aplicación de quimioterapia intratumoral, material radioactivo (Braquiterapia intersticial), o aplicación de anticoagulantes para evacuación de hematomas (11,12,39,40).
- Ventriculocisternotomías (26).
- Radiocirugía (1) (malformaciones arteriovenosas y tumores). Con apoyo de Gamma Knife, acelerador lineal y ciclotrón.
- Presillamiento de aneurismas (1).

Con finalidad terapéutica (en Neurocirugía funcional):

- Enfermedad de Parkinson (25,27,28).
- Trastornos del movimiento (25).
- Epilepsia (25) (cirugía ablativa).
- Dolor crónico (26).

Complicaciones de la estereotaxia:

- Inherentes a toda cirugía cráneo-cerebral (18,29): fístulas de líquido cefalorraquídeo, sepsis, sangramientos, focos epileptógenos.
- Iatrogénicas (41) (por errores de target u objetivo).
- Relacionadas con el marco (18) (cefalea post-cirugía, lesiones transitorias de las cuerdas vocales).

Contraindicaciones de la Estereotaxia (18,29):

- Edad pediátrica (<7 años).
- Pacientes con alteraciones en la densidad ósea del cráneo y defectos óseos amplios.
- Pacientes con patologías fácilmente abordables por personal adiestrado y

especializado.

4. Paciente con indicación de cirugía emergente.

Concepción de trabajo en equipo:

La experiencia de trabajo en Cienfuegos al aplicar las técnicas de Neurocirugía estereotáctica lleva a afirmar a los autores que aun en los procedimientos más sencillos se necesita del esfuerzo de varias disciplinas, pues los requerimientos en su conjunto desbordan los marcos de una especialidad por independiente.

Estos enfermos necesitan transitar los más "fisiológicamente posible" por los diferentes eslabones del sistema hospitalario, y es recomendable que su inserción sea todo lo armónica que requiere el caso. Baste decir que debemos prepararlo previamente para el proceder a que será sometido, pues no resulta nada agradable el dejarse colocar un marco metálico atornillado al cráneo (aunque se administra anestesia local), de hecho muchos lo han llamado "la corona de espinas de Jesucristo".

De acuerdo al nivel cultural y a la personalidad del enfermo, es preciso explicar las ventajas del método, y la necesidad de su colaboración. De ser necesario se debe solicitar apoyo a un especialista en Psicología.

La colocación del marco, además de la presencia del neurocirujano, requerirá de la insustituible labor de un personal de enfermería adiestrado, y previamente identificado con el paciente.

El traslado del enfermo con el marco fijado en su cráneo, desde el Servicio de Neurocirugía hasta el Departamento de Neuroimágenes, y luego de éste hasta el quirófano, es recomendable que se haga por personal especializado (Neurocirujano y/o Lic. en Enfermería), pues durante esos trayectos no faltarán inevitables miradas de asombro o de curiosidad, pudiéndose crear situaciones no cómodas para el enfermo.

Una vez en el Departamento de Neuroimágenes, este paciente debe ser atendido lo más expeditamente posible. La adquisición de las imágenes requiere del rigor de ciertos parámetros, por lo que es preciso que el personal técnico esté entrenado en ello. Errores técnicos durante la adquisición de las imágenes (41) pueden hacer fracasar la planificación de una intervención neuroquirúrgica-estereotáctica, e imposibilitar su feliz y exitosa ejecución. En nuestro medio, el técnico del tomógrafo (Somatom AR Lineal), debe garantizar que la adquisición de las imágenes reúna los siguientes requisitos: altura de la mesa en 160 cms, eje x en cero (Gantry), todos los fiducials (9 en total) del sistema de referencias del casco deben ser perfectamente visualizados en cada corte tomográfico ejecutado.

En el quirófano es indispensable la presencia de un ci-

bernético (en el caso de Cienfuegos se entrenó un físico-nuclear), que auxilie al neurocirujano en el procesamiento de las imágenes, y que facilitará la programación de la trayectoria del abordaje decidido en la discusión neuroquirúrgica. A su vez el cibernético actuará como comprobador adicional de que las coordenadas estén colocadas con precisión milimétrica en el marco estereotáctico, además de que ello será comprobado por cada miembro del equipo neuroquirúrgico. El balance definitivo de estas comprobaciones por múltiples analizadores visuales minimizan de forma importante los errores, y elevan la confiabilidad del proceder.

La presencia del neuroanestesiista es deseada aun en procedimientos con anestesia local.

Consideramos de mucho valor la posibilidad de la presencia física en el quirófano de un neuropatólogo, con sus condiciones mínimas de trabajo (microscopio y tinciones elementales), lo que permitirá el procesamiento y diagnóstico precoz de las muestras de tejido que requieren ser analizadas, y que puede en algunos casos ser determinante en la extensión o no de un procedimiento dado.

Consideraciones actuales, presente y futuro:

La estereotaxia es un método antiguo, ya existía como técnica reconocida desde mediados del siglo pasado, pero la diferencia es que ahora depende de la información proporcionada por el tomógrafo, y antes dependía de métodos mucho más imprecisos e incómodos para el paciente. Antes al enfermo se le inyectaban medios de contraste (en el árbol circulatorio, en el espacio espinal, o en los ventrículos cerebrales) para obtener después una imagen en negativo de la lesión. Ahora se logra un verdadero mapa tridimensional que le permite al neurocirujano actuar en profundidad con una absoluta precisión milimétrica del lugar en que había planeado estar.

Con la invasión de la informática en los quirófanos ha sido posible el procesamiento de la información recogida por las neuroimágenes minutos antes de la intervención neuroquirúrgica, y tenemos la experiencia en Cienfuegos de una discusión médica en colectivo que decide la trayectoria de acceso más recomendada a una lesión cerebral dada, sopesando y evaluando previamente los riesgos, las dificultades y los escollos que nos podemos encontrar durante el abordaje. Dicho en otras palabras, como bondad de la actividad interactiva de neuroimágenes, estereotaxia e informática, el neurocirujano selecciona y practica el acceso quirúrgico, virtualmente antes de haberlo realizado al paciente. De esta forma, además, se ve favorecida la docencia, pues como ventaja añadida, los neurocirujanos en formación pueden aprender y practicar sin realizar la intervención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López Blanco M. La Neurocirugía virtual: Cirugía estereotáxica y funcional. Referencias históricas. El Mundo. 1999; 196:1-6.
2. Kelly PJ, Kall BA, Goers SG. Computer-assisted stereotactic biopsies utilizing CT and digitalized arteriographic control. *Act Neurochir Suppl (Wien)* 1984; 33: 233-235.
3. Guerra E, López G, Teijeiro J, Ochoa L, Jordán J, Ugarte C. Sistema computarizado de localización por angiografía estereotáctica transoperatoria como guía en abordajes microquirúrgicos. *Rev de Neurocirugía Española* 1999; 10: 284-290.
4. Apuzzo MLJ, Chandrasoma PT, Breeze RE. Application of image-directed stereotactic surgery in the management of intracranial neoplasms. In: Heilbrun MP, ed. *Stereotactic Neurosurgery*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1988.
5. Mundinger F. CT-stereotactic biopsy of brain tumors. In: Voth D, Gutjahr P, Langmaid C, eds. *Tumors of the Central Nervous System in Infancy and Childhood*. Berlin: Springer-Verlag; 1982.
6. Dumas-Duport C. Some correlations between histological and CT aspects of cerebral gliomas contributing to the choice of significant trajectories for stereotactic biopsies. *Act Neurochir (Wien)* 1984; 33: 185-194.
7. Niizuma H, Otsuki T, Yonemitsu K, Kitahara M, Katakura R, Suzuki J. Experiences with CT-guided stereotaxic biopsies in 121 cases. *Act Neurochir Suppl (Wien)* 1988; 42: 157-181.
8. Apuzzo ML, Chandrasoma P, Cohen D, Zee CS, Zelman V. Computed imaging stereotaxy: Experience and perspective related to 500 procedures applied to brain masses. *Neurosurgery* 1987; 20: 930-7.
9. Levin A. Experience in the first 100 patients undergoing computerized tomography-guided stereotactic procedures utilizing the BRW guidance system. *Appl Neurophysiol* 1985; 48: 45-63.
10. Apuzzo MLJ, Sabshin JK. Computer tomographic guidance stereotaxis in the management of intracranial mass lesions. *Neurosurgery* 1983; 12: 277-285.
11. Kim MH, Kim EY, Song JH, Shin KM. Surgical options of hypertensive intracerebral haematoma: stereotactic endoscopic removal versus stereotactic catheter drainage. *J Korean Med Sci* 1998; 13: 533-540.
12. Whitelaw A, Saliba E, Fellman V, Mowinckel MC, Acolet D, Marlow N. Phase I: study of intraventricular recombinant tissue plasminogen activator for treatment of post-haemorrhagic hydrocephalus. *Act Dis Child Fetal Neonatal* 1996; 75:1F 20-26.
13. Schaller C, Rohde V, Meyer B, Hassler W. Stereotactic puncture a lysis of spontaneous intracerebral hemorrhage using recombinant tissueplasminogen activator. *Neurosurgery*. 1995; 36: 328-335.
14. Sedan R, Peregut JC, Vallicioni P. Presentation de un appareillage original our biopsie cerebrale et tumorale en conditions stereotaxiques. Communication a la Societe de Neurochirurgie Francaise. *Surg Neurol* 1973; 12:87-9.
15. Heikkinen ER, Heikkinen MI. New diagnostic and therapeutics tools in stereotaxy. *Appl Neurophysiol* 1987; 50: 136-142.
16. Guthrie B, Steinberg G, Adler J. Posterior fossa stereotactic biopsy using the BRW stereotaxic system. *J Neurosurg* 1989; 70: 649-662.
17. Backlund ED. A new instrument for stereotaxic brain tumor biopsy. *Act Chir Scand* 1971; 137: 825-827.
18. López Flores G, Guerra Figueredo E, Fernández Melo R, Bouza W, Estupiñan B, Jordan J. Biopsia estereotáxica de lesiones intracraneales. Revisión del tema. *Neurociencia* 2001; 2(1): 14-23.
19. Giunta F, Grasso G, Marini G, Zorzi P. Brainstem expanding lesions: Stereotactic diagnosis and therapeutic approach. *Act Neurochir Suppl (Wien)* 1989; 46: 86-89.
20. Martínez R, Vaquero J. Técnica de la biopsia estereotáxica. En: Martínez R, Vaquero J, eds. *Estereotaxia en tumores cerebrales*. Barcelona: A Madrid Vicente; 1973.
21. Hood T, Gebarski S, Mc Keever PE, Venest JL. Stereotaxic biopsy of intrinsic lesion of the brain stem. *J Neurosurg* 1986; 65: 172-184.
22. Frank F, Fabriza AP, Frank Rissi, Gaid G, Sedan R, Peragut JC. Stereotactic biopsy and treatment of brain stem lesions: combined study of 33 cases. *Act Neurochir Suppl (Wien)* 1988; 42: 177-181.
23. Galanda M, Nadvornik P, Sramka M. Stereotactic biopsy of brainstem tumors. *Act Neurochir (Wien)* 1984; 33: 213-219.
24. Mohadjer M, Braus DF, Myers A, Scheremet R, Krauss JK. CT-stereotactic fibrinolysis of spontaneous intracerebral haematoma. *Neurosurg* 1992; 15: 105-110.
25. Teijeiro Amador J, Macías González RJ, Ohye Ch, Muñoz Aguiar JL, Álvarez González LM, Ochoa Zaldivar L. Automatización de la correlación anatómo-fisiológica de las estructuras profundas del Sistema Nervioso Central en la neurocirugía funcional estereotáctica. *Rev Española de Neurología* 1996; 11(9): 320-331.

26. Lunsford LD. Modern stereotactic neurosurgery. Boston: Martinus Nijhoff, 1988.p.145-168.
27. Teijeiro J, Macías R, Morales J, Guerra E, López G, Álvarez L. Sistema automático para la correlación anatómo-fisiológica en tres planos simultáneos durante la neurocirugía funcional. Rev Española de Neurología 2001; 32(11): 1005-1012.
28. Teijeiro J, Macías R, Morales J, Guerra E, López G, Maragoto C. Personal- Computer-Based System for Three-dimensional Anatomic and Functional Neurosurgery. Stereotact Funct Neurosurg 2000; 75: 176-187.
29. Bosch DA. Indications for stereotactic biopsy in brain tumors. Act Neurochir (Wien) 1980; 57: 213-234.
30. Kopitnick TA Jr, Kaufman HH, Haid RW, Marano GD, Nugent GR. Technique of stereotactic biopsy of two cranial target employing spherical coordinates to define single trajectory. Appl Neurophysiol 1987; 50: 185-194.
31. Scerrati M, Rossi G. The reliability to stereotactic biopsy. Act Neurochir Suppl (Wien) 1984; 33: 201-208.
32. Edner G. Stereotactic biopsy of intracranial space occupying lesions. Act Neurochir Suppl (Wien) 1981; 57: 213-238.
33. Ostertag C, Manuel H, Kiessling M. Stereotactic biopsy of brain tumors. Surg Neurol 1980; 14: 275-294.
34. Sedan R, Peragut J, Farnarier P. Intra-encephalic stereotactic biopsies. Act Neurochir Suppl (Wien) 1984; 33: 207-226.
35. Backlund E, M van Hoslt. Controlled subtotal evacuation of intracerebra haematomas by stereotactic technique. Surg Neurol 1978; 9: 99-101.
36. Doi E, Moriwaki M, Komai N, Juramoto M. Stereotactic evacuation intracerebral haematoma. Neurol Med Chir (Tokio) 1982; 22: 461-467.
37. Thurim S, Horowitz D, Sacher M, Godbold J. Volume of ventricular blood is an important determinant of outcome in supratentorial intracerebral hemorrhage. Critical Care Medicine 1999; 27: 617-621.
38. Schwarz S, Jauss M, Krieger D, Dorfler A, Albert F, Hacke W. Haematoma evacuation does not improve outcome in spontaneo supratentorial intracerebral hemorrhage: a case control study. Act Neurochir (Wien) 1997; 139(10): 897-904.
39. Grabb PA. Traumatic Intraventricular Hemorrhage treated with intraventricular recombinant tissue plasminogen activator: case report. Neurosurg 1998; 43: 966-969.
40. Greenderg MS. Handbook of Neurosurgery. 5th ed. New York: Greenberg Graphics, Inc; 2001.
41. Blaauw G, Braakman R. Pitfalls in diagnostic stereotactic brain surgery. Act Neurochir Suppl (Wien) 1988; 42: 161-165.