

CARTA AL DIRECTOR

Cirugía estereotáxica en el tratamiento de los tumores cerebrales

Stereotaxic surgery in the treatment of brain tumors

Dr. Juan Guillermo Trigo Naranjo
Dr. Jorge Abel Anoceto Días

Hospital Clínico Quirúrgico “Arnaldo Milián Castro”, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

RESUMEN

En los últimos años los Especialistas en Neurocirugía han conocido un espectacular avance en las técnicas de diagnóstico por imagen, lo que ha llevado, de forma paralela, al resurgimiento de las técnicas estereotáxicas. Como consecuencia del esfuerzo coordinado de Especialistas en Neurocirugía, Oncología, Biología, Anatomía Patológica, Radioterapia, Física, etc. cada día se conocen nuevos datos acerca del comportamiento biológico de los tumores cerebrales, lo que vislumbra nuevas pautas de actuación. Se puede definir la estereotáxia como la localización de un punto en el espacio y la cirugía estereotáxica como la especialidad que, dentro del campo de la Neurocirugía, emplea un aparato externo para introducir una sonda u otro instrumento hasta un objetivo definido y específico en el sistema nervioso central. El método estereotáxico permite localizar un punto dentro de la cavidad craneal o el raquis y llegar a él de una forma precisa y reproducible; para conseguir este objetivo las técnicas estereotáxicas se han combinado con la Radiología y en la actualidad con las técnicas de diagnóstico por imagen: la tomografía axial computadorizada cerebral, la resonancia magnética nuclear y las técnicas de arteriografía digital cerebral.

Palabras clave: técnicas estereotáxicas, neoplasias encefálica

ABSTRACT

In recent years Neurosurgery Specialists have seen a dramatic improvement in imaging techniques, which has led, in parallel, to the resurgence of stereotactic techniques. As a result of the coordinated effort of specialists in Neurosurgery, Oncology, Biology, Pathology, Radiotherapy, Physics, etc. . every day new data on the biological behavior of brain tumors are known, which envisions new standards of performance. Stereotaxic can be defined as the stereotactic location of a point in space and stereotactic surgery and specialty within the field of Neurosurgery, it uses an external apparatus for introducing a catheter or other instrument to a defined and specific purpose in the central nervous system. The stereotactic method for locating a point within the cranial cavity or the rachis and reach it in a precise and reproducible manner, to achieve this goal stereotactic techniques have been combined with the Radiology and today with imaging techniques: cerebral computed tomography, magnetic resonance imaging and digital techniques cerebral arteriography.

Key words: stereotaxic techniques, brain neoplasms

Sr. Director:

El origen de los procedimientos estereotáxicos se remonta a la descripción realizada en el año 1889 en Moscú por el Dr. Zernov de un aparato que

denominó encefalómetro que estaba construido en un metal ligero y maleable y que constaba de un anillo de fijación a la cabeza de los pacientes y de dos semiarcos situados a la altura de las suturas coronal y sagital del cráneo; este instrumento se empleó por su inventor al menos en tres ocasiones para extirpar abscesos y lesiones post-traumáticas.

En 1906 los doctores Horley y Clarke informaron sobre un sistema para producir lesiones específicas en el cerebelo de los gatos para el que utilizaron las coordenadas cartesianas; ellos fueron los creadores del término estereotaxia. Siguieron los principios de Descartes: un punto se puede localizar en el espacio mediante tres coordenadas que se definen como la distancia a dicho punto en cada uno de los tres planos del espacio con respecto a un sistema de referencia y se denominan X (plano lateral), Y (plano antero posterior) y Z (plano superior o inferior). En este sistema inicial la cabeza del animal se fijaba en el aparato y los autores se basaban en señales externas de los cráneos para localizar los centros anatómicos cerebrales; esta práctica nunca se llegó a emplear en humanos.

En 1947 aparece un sistema aplicable a los humanos, diseñado por Spiegel y Wycis, que empleaba un sistema de localización basado en coordenadas tridimensionales en relación con unos puntos de referencias intracerebrales localizados por pneumoencefalografía. En 1949 el Profesor Leksell presentó su sistema estereotáxico e introdujo, por primera vez, el concepto de arco centrado o radiante: mediante este sistema la cabeza de los enfermos se fija en una estructura rectangular en forma de cubo simétrico con el que se toman radiografías de la cabeza y se localizan los núcleos profundos mediante pneumoencefalografía o ventriculografía, las medidas se hacen en las reglas que forman los laterales al cubo en las tres direcciones del espacio y a continuación se desplaza sobre estos ejes el aparato portador de la sonda de tal forma que el objetivo (target) es el centro de una esfera a la que se puede llegar desde cualquier punto de entrada en la cabeza. Este sistema ha marcado un paso definitivo en la historia de la estereotaxia, que ha sido modificada por numerosos autores.^{1,2}

Las marcas en el cráneo no eran suficientes para determinar la posición exacta de las estructuras intracraneales y, al localizarlas mediante la identificación de determinadas estructuras, en concreto los ventrículos cerebrales, era necesario ubicar con exactitud los objetivos en relación con estos centros anatómicos. Este fue el concepto que dio origen a los Atlas Anatómicos Estereotáxicos -el primero fue publicado por Spiegel y Wycis en 1952-, que se presentaban como una serie de fotografías correspondientes a cortes cerebrales seriados de un grosor de 5mm que seguían un mismo eje y que se efectuaban en cadáveres. Los autores eligieron la línea entre la comisura posterior y el surco bulbo protuberancial como eje, realizaron los cortes en los tres planos con respecto al eje elegido y determinaron como centro de coordenadas estereotáxicas, es decir, como punto cero, la glándula pineal.

Este sistema de localización demostró que no era el más indicado por dos razones: -la glándula pineal solo está calcificada en el 42% de los casos y, en aquellos en que no lo estuviera, era necesario localizar la comisura posterior en la ventriculografía, lo que añadía errores a los cálculos estereotáxicos y -se estableció con posterioridad que los puntos de referencias al origen de las coordenadas, en particular la pineal, eran menos exactos que las referencias lineales.

Tailarach, en 1957, publicó su primer atlas pero delimitó a nivel de la línea trazada entre la comisura anterior (CA) y la posterior (CP) -línea intercomisural o línea CA y CP- y el punto cero de coordenadas el centro de esta línea; este ha sido el sistema seguido por todos los autores en sus atlas posteriores.

En 1959 apareció el atlas codirigido por Schaltenbrand y Bailey, considerado el más completo en su categoría; una segunda edición, codirigida esta vez por Schaltenbrand y Wahren, se publicó en 1977.¹⁻³

La obra consta de dos partes, pero para cualquier intervención estereotáxica es la segunda parte la que, en opinión de muchos expertos, es de consulta obligada para todos los Especialistas en Neurocirugía que se dediquen a este tipo de intervención quirúrgica. Otros atlas publicados son los de Delmas y Pertuiset en 1959, de Andrew y Watkins en 1969, de Van Buren y Borke en 1972, de Emmers y Tasker en 1975 y el de Afshar en 1978. Ha aparecido recientemente un atlas de Tailarach basado en cortes de tomografía axial computadorizada cerebral (TAC) y de resonancia magnética nuclear (RMN) no para procedimientos funcionales, sino para estudios de estructuras profundas del lóbulo temporal, en el que se implantan electrodos en enfermos epilépticos, y para procedimientos quirúrgicos dirigidos por estereotáxia.

En la última década, y en coincidencia con los grandes avances efectuados en las técnicas de diagnóstico por imagen e informáticas, se han presentado diversos atlas digitalizados que permiten su superposición sobre las imágenes de la TAC o la RMN y, además, la adecuación de cada caso a las estructuras anatómicas.

Los diferentes sistemas estereotáxicos se basan en cuatro principios fundamentales:

- Arco centrado o radiante
- Arco cuadrante
- Coordenadas polares
- Sistema de Tailarach

Tanto los principios de arco centrado como de arco cuadrante se basan en la localización -descrita por Leksell-, mediante coordenadas cartesianas (X, Y y Z), del objetivo y se diferencian en que en el primero la guía, fija a la cabeza del paciente, no se desplaza y lo que se hace es mover, según cada uno de los tres ejes, la estructura portadora de la sonda hasta definir una esfera, de radio constante, en cuyo centro está el objetivo o target; de esta forma se puede llegar al objetivo desde cualquier punto de la superficie correspondiente a la esfera con un radio fijo que se conoce.

En el segundo la cabeza del paciente se fija en una estructura que se puede desplazar según los tres ejes del espacio y, en este caso, se desplaza la cabeza, fija en la estructura, que a su vez está unida al suelo, según cada uno de los tres ejes hasta hacer coincidir el objetivo con el centro de la esfera definida por la guía estereotáxica. El principio de arco centrado es el más extendido y un gran número de sistemas estereotáxicos están basados en él.^{1,4,5}

En este hospital se cuenta con el sistema estereotáxico "Estereoflex". Este sistema estereotáxico cubano, concebido para realizar diversos procedimientos neuroquirúrgicos, fue el producto de la experiencia acumulada en ese terreno por el Centro Internacional de Restauración Neurológica y el Centro de Inmunoensayo. Con el sistema "Estereoflex" es posible realizar intervenciones quirúrgicas estereotáxicas y se puede abordar cualquier estructura superficial o profunda del encéfalo con extrema exactitud y precisión; este sistema permite

a la vez realizar operaciones por un trépano o a cráneo abierto guiado por imagen y asistido por computadora.

“Estereoflex” ha sido diseñado basado en el principio de arco centrado, el que permite que el instrumento a utilizar siempre apunte al blanco seleccionado independientemente de la trayectoria elegida. El trabajo neuroquirúrgico con este sistema puede realizarse tanto por encima como por debajo del marco, una de las características que aseguran su versatilidad. El sistema utiliza las coordenadas cartesianas para definir la posición de cualquier punto en el espacio. Para el abordaje estereotáxico de cualquier punto dentro del cerebro del paciente se requieren cinco coordenadas estereotáxicas.⁴

El sistema de localización para la TAC está constituido por tres placas de un material radiotransparente (una anterior y dos laterales), cada una contiene tres barras metálicas de 2.5mm de diámetro que forman una N entre sí de lado igual a 140mm. Las placas se encuentran firmemente unidas entre sí y se colocan de una sola forma al marco estereotáxico a través de dos presillas laterales.

En la imagen de la TAC aparecen nueve proyecciones de dichas marcas pertenecientes a cada una de las barras que son los llamados fiducials o puntos de referencias. La posición de estas proyecciones en el plano de la imagen, así como las coordenadas estereotáxicas reales de las marcas referenciales, son utilizadas para calcular la transformación matemática que permite obtener las coordenadas estereotáxicas de cualquier punto en el espacio.⁵⁻⁸

El sistema estereotáxico “Estereoflex” cuenta, además, con un soporte para la mesa del equipo de tomografía que une firmemente al paciente con el marco a la mesa, lo que garantiza el paralelismo entre el gantry del tomógrafo y el marco.

Los cálculos y las trayectorias son realizados por el software de planificación quirúrgica (STASSIS) diseñado en el país. Este software incluye opciones para que el arco pueda colocarse en cualquiera de los lados del marco y por encima o por debajo de este. Debe ponerse especial atención, antes de iniciar la planificación quirúrgica, a introducir correctamente en el sistema de planificación los datos sobre la posición de los localizadores y del arco estereotáxico; un error en estos datos podría brindar resultados erróneos en los cálculos.

Pasos a seguir en el procedimiento quirúrgico:

- ⇒ Colocación del marco estereotáxico al cráneo del paciente, lo que permite delimitar un espacio o volumen dentro del que se localizará un objetivo determinado (target) o blanco quirúrgico.
- ⇒ Definición del objetivo mediante la obtención de coordenadas y ángulos.
- ⇒ Traslación de las coordenadas y los ángulos a una guía estereotáxica que se fijará a la cabeza del enfermo, en el mismo lugar que la estructura externa previamente fijada.
- ⇒ Por último, esta guía conducirá al instrumento que se desee introducir hasta el objetivo definido. Este instrumento puede ser muy variado, desde una cánula de biopsia hasta un haz de partículas.⁹

Beneficio clínico:

- Mayor precisión del abordaje neuroquirúrgico
- Mejor comprensión de la ubicación espacial del blanco
- Disminución del tiempo quirúrgico
- Ejecución de técnicas específicas de mínimo acceso
- Simulación de planificaciones

- Estudios retrospectivos
- Comparaciones pre y post-operatorias
- Disminución de la morbilidad y la mortalidad

Esta tecnología se ha comparado con métodos tradicionales de intervenciones quirúrgicas y se han comprobado ventajas sustanciales, sobre todo en el manejo quirúrgico de los tumores intracraneales; también se ha logrado una reducción considerable en la morbilidad y la mortalidad post-quirúrgica como muestra la casuística de los casos operados por este método en este servicio, datos que coinciden con otros informes.^{1,3,10}

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez R, Vaquero J. Generalidades sobre cirugía estereotáxica. En: Estereotaxia en tumores cerebrales. Madrid: A. Madrid Vicente Ediciones, 1993:15-46.
2. Benedetti J. Fundamentos de la cirugía estereotáxica: pasado, presente y futuro. Neurotarget. 2007;2(1):7-17.
3. Vázquez P, Baabor M, Zomosa G. Experiencia en biopsia estereotáctica de lesiones cerebrales. Neurotarget. 2006;1(2):45-9.
4. Laities LV, Liliequist B, Fagerlund M, Eriksson AT. An adapter for computer Tomography guided stereotactic. Surg Neurol. 1985 Jun;23(6):559-66.
5. Centro de Inmunoensayo. Manual de Usuario, Sistema para Cirugía Estereotáxica, Estereoflex. La Habana: Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN); 2004.
6. Leksell L, Jernberg B. Stereotactic and tomography. A technical note. Acta Neurochir. 1980;52(1-2):1-7.
7. Ochoa Govin A. Neurocirugía estereotáxica y microcirugía en el tratamiento de los tumores cerebrales. Rev Electrón Portales Méd [Internet]. c 1999-2013 [actualizado 11 Nov 2010; citado 14 Dic 2013]: [aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/2601/1/Neurocirugia-estereotaxica-y-microcirugia-en-el-tratamiento-de-los-tumores-cerebrales.html>
8. Masi L, Casamassima F, Polli C, Menichelli C, Bonucci I, Cavedon C. Cone beam CT image guidance for intracranial stereotactic treatments: comparison with a frame guided set-up. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2008;71:926-33.
9. Dávila Barrios F, Ochoa John F, Cadavid Tobón LC. Fusión de imágenes y su utilidad en la biopsia estereotáxica cerebral: Prueba piloto. Neurociencia Colomb. 2012;19(3):295-306.
10. Machado AG, Deogaonkar M, Cooper S. Deep brain stimulation for movement disorders: patient selection and technical options. Cleve Clin J Med. 2012 Jul;79 Suppl 2:S19-24. doi: 10.3949/ccjm.79.s2a.04.

Recibido: 17- 6-13

Aprobado: 6-12-13

Juan Guillermo Trigo Naranjo. Hospital Clínico Quirúrgico "Arnaldo Milián Castro". Avenida Hospital Nuevo e/ Doble Vía y Circunvalación. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Código Postal: 50200 Teléfono: (53)(42)270000