

NOTA DE TAPA

Sofisticados recursos para las actuales técnicas neuroquirúrgicas

Escribe Carlos Gagliardi

cgagliardi@movi.com.ar

Los avances tecnológicos de los nuevos instrumentos quirúrgicos han modificado dramáticamente la práctica de numerosas especialidades en las que interesan los procedimientos mínimamente invasivos. Tal es el progreso que suponen, que los límites para la aplicación de estas técnicas no pueden todavía vislumbrarse.

EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LA NEUROCIRUGÍA MÍNIMAMENTE INVASIVA



Miembro Titular de la Asociación Argentina de Neurocirugía. Miembro del Colegio Argentino de Neurocirujanos. Miembro Titular Soc. de Neurocirugía de la Pcia. de Bs. As. Delegado latinoamericano del World Federation of Neurosurgical Societies. Vicepresidente de la Soc. de Neurocirugía de La Plata. Miembro del Comité Científico del International Study Group on Neuroendoscopy. Editor científico de la Revista de Neurocirugía. Jefe de Sala de Neurocirugía. HIGA Prof. Dr. Rodolfo Rossi, La Plata.

□ Introducción

El objetivo primario de los neurocirujanos es lograr los mejores resultados en el tratamiento de sus pacientes, reduciendo al mínimo el daño del tejido neural relacionado con la intervención. Durante los últimos cuarenta años, los resultados de la neurocirugía intracraneana han mejorado dramáticamente en relación con el desarrollo de nuevas técnicas de neuroanestesia, al introducción de drogas, como los glucocorticoides, para el control del edema cerebral, y el microscopio quirúrgico.

Sin embargo, la mayoría de los procedimientos neuroquirúrgicos siguen teniendo un alto riesgo de morbilidad y mortalidad, dado la delicadeza y elocuencia de las estructuras involucradas. La filosofía y práctica de la procedimientos mínimamente invasivos, ha modificado dramáticamente la práctica de especialidades médicas como la gastroenterología, urología, otorrinolaringología, etc, y actualmente lo está haciendo con la neurocirugía.

Los mayores avances en la práctica de la neurocirugía mínimamente invasiva en las últimas décadas se relacionan con avances tecnológicos, que ponen a nuestra disposición instrumental cada vez mas sofisticado para ser usado en el quirófano, haciéndose necesario la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades quirúrgicas.

La introducción de estas técnicas ha ayudado a mejorar en gran medida los resultados quirúrgicos, sobre todo en neurocirugía endocraneana, como por ejemplo mediante la utilización de técnicas de imagen y estereotácticas para localizar los blancos quirúrgicos con gran precisión, permitiendo además la elección del abordaje menos traumático, evitando las áreas elocuentes cuando esto es posible.

Las técnicas estereotácticas también admiten la toma de biopsia de lesiones localizadas en zonas como el tronco cerebral, que raramente eran accesibles utilizando procedimientos a mano alzada, por su elevado riesgo.

Los tumores cerebrales pueden ser ahora tratados con radioterapia intersticial, mediante la ubicación estereotáctica de catéteres portadores de material radiactivo (braquiterapia), o con radiocirugía, mediante la focalización de un intenso haz de radiación sobre lesiones que reúnen determinadas características, evitando a veces la cirugía abierta.

La neurocirugía endoscópica faculta abordar lesiones relacionadas con cavidades, como tumores intraventriculares, lesiones quísticas, drenaje de hematomas, tratamiento de la hidrocefalia, ya sea eliminando su causa, creando cortocircuitos para evitar la utilización de prótesis valvulares, o simplificando hidrocefalias complejas.

Estas técnicas habilitan también abordajes mínimamente invasivos para lesiones que se encuentran en el espacio subaracnoideo, como los aneurismas; tumores de hipófisis y base de cráneo pueden ser abordados mediante la utilización de la vía transnasal-transesfenoidal.

La neurocirugía endovascular mediante la utilización de finos catéteres, alcanza vasos de pequeño calibre para embolizar patologías vasculares como los aneurismas, pero también tumores hipervascularizados, siendo igualmente útil en dilatación de estenosis vasculares.

La neurocirugía funcional consiente, mediante la implantación de electrodos, el tratamiento de patologías como la epilepsia, enfermedad de Parkinson o el dolor crónico.

Las modernas tecnologías nos facultan además para realizar procedimientos estereotácticos sin marco, mediante el análisis computarizado de estudios diagnósticos, asociado a la localización espacial utilizando puntos de referencia arbitrarios, genéricamente llamada "neuronavegación". Las técnicas mínimamente invasivas, asociadas a la evolución de los procedimientos de diagnóstico por imágenes, han mejorado su precisión y disminuido el riesgo de causar lesiones no deseadas.

□ CIRUGÍA ESTEREOTÁCTICA

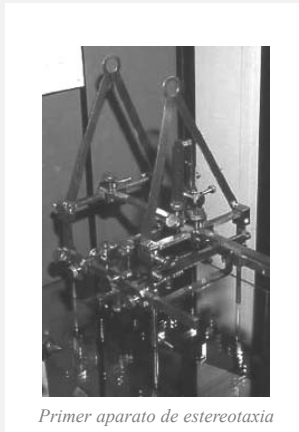
Desde siempre se ha planteado en Neurocirugía la necesidad de acceder quirúrgicamente a zonas profundas del encéfalo, para dar solución a innumerables situaciones planteadas por las diversas enfermedades que pueden afectar al sistema nervioso. Por lo que se ha hecho un gran esfuerzo en el diseño de metodologías y equipamientos que, al final, lo han permitido con muy alta precisión, eligiendo el camino más corto y con la mínima alteración de las estructuras cerebrales.

Para conseguirlo, surgieron los sistemas de estereotaxia, sistemas y aparatos más o menos complejos, en forma de cubo o de esfera, que se fijan al cráneo del paciente. Su funcionamiento consiste básicamente en adaptar estos dispositivos a la cabeza del paciente (por lo general, con anestesia local) y realizar a continuación los estudios de neuroimagen (Radiografías, Tomografía Computada, Resonancia Magnética o Arteriografía). Se pueden obtener así unas coordenadas (en los tres ejes del espacio) de la zona dentro del cerebro a la que se desea acceder (blanco o punto diana). Lo que garantiza que posteriormente se haga llegar a dicha diana, con gran seguridad, cualquier material, objeto o tipo de energía.

El primer aparato de estereotaxia fue desarrollado en 1906 por **Henry Clarke** y **Victor Horsley** para realizar estudios en animales pequeños. Sin embargo no fue adaptado para su utilización en humanos hasta 1947 (Spiegel y Wycis), por la dificultad que existía en visualizar las estructuras craneoencefálicas. Estos últimos autores, en los comienzos de la cirugía estereotáctica, utilizaron esta técnica en pacientes con trastornos psiquiátricos severos. Sujetaban la cabeza del paciente en un molde de yeso, inyectaban un contraste en los ventrículos cerebrales y realizaban radiografías para localizar unos núcleos profundos del cerebro que se consideraban los responsables de estos trastornos. Posteriormente también se aplicó esta técnica para interrumpir las vías del dolor, tratar los movimientos incontrolables o la epilepsia y aspirar el contenido de las lesiones quísticas.

En Suecia, casi de forma simultánea, **Leksell** desarrolló en 1949 su propio sistema de estereotaxia.

Su aparato estaba formado por un cubo que se fijaba al cráneo del paciente y disponía de un arco móvil, que a su vez se fijaba al cubo. En el arco se introducía una sonda que llegaba hasta el punto seleccionado. Aún hoy persiste la utilización de su *Guía Estereotáctica*, con ligeras adaptaciones de la original, siendo la más ampliamente aceptada y utilizada en el ambiente neuroquirúrgico.



Primer aparato de estereotaxia



Prof. L. Leksell, Suecia 1949

Otro hito importante marcado por Leksell fue el la concepción y el diseño de las técnicas de Radiocirugía, mediante las cuales se hacen converger múltiples haces de radiación en una lesión o núcleo encefálico que se desea destruir, sin dañar el resto del parénquima cerebral.

En Francia, Talairach también diseñó en los años 50 otro sistema que permitía introducir de forma simultánea y paralela varios electrodos en la corteza cerebral,

para estudiar a los pacientes con epilepsia incontrolable.

Estos y otros autores diseñaron unos Atlas Estereotácticos, que muestran cortes milimetrados del encéfalo, que hicieron posible reconocer las estructuras cerebrales a las que se desea acceder.

En los años 60 se fue generalizando la técnica estereotáctica y se realizaron muchos procedimientos quirúrgicos, principalmente para tratar los movimientos incontrolables (como la enfermedad de Parkinson) y el dolor intratable o la epilepsia. Durante los años 70, sin embargo, disminuyó de forma importante su uso al aparecer otros tratamientos para la enfermedad de Parkinson.

Hasta aquí la Neurocirugía Estereotáctica caminaba de forma casi independiente de la Neurocirugía General, debido a sus diferentes técnicas quirúrgicas y enfermedades a tratar. Pero en los años 80 volvió a resurgir con más fuerza la utilización de la Estereotaxia, debido a los avances en técnicas de imagen como la tomografía axial computarizada (TAC) y la resonancia magnética (RM). Con estas técnicas se puede visualizar pequeñas lesiones intracerebrales como tumores, quistes, malformaciones vasculares, por lo que los neurocirujanos generales comenzaron a comprender, primero, y utilizar, después, los conceptos y equipos estereotácticos para acceder a estas lesiones y proceder a su extirpación.

En la actualidad con la cirugía estereotáctica se pueden localizar y abordar lesiones profundas que antes no eran posibles, para tomar una biopsia, extirparlas o vaciar su contenido quístico, todo gracias a un procedimiento combinado estereotáctico-microquirúrgico, o bien proceder a su destrucción mediante técnicas radioquirúrgicas. Las técnicas estereotácticas pueden utilizarse para tratar muchas patologías, unas con fines diagnósticos y otras con finalidad terapéutica.

Explicaremos las más habituales:

a. Biopsia estereotáctica. Hoy es una de las primeras indicaciones. Cuando al realizar una TAC o una RM encontramos una lesión dentro del cerebro y ésta, está

situada en estructuras profundas o en zonas funcionales importantes, el riesgo de realizar una intervención quirúrgica para extirpar la lesión es muy alto, por las secuelas que se pueden ocasionar al paciente. En estos casos es preferible realizar una toma biopsia de ese proceso mediante cirugía estereotáctica, con mínimos riesgos para el paciente, y decidir después qué tipo de tratamiento es el más aconsejable.

La biopsia obtenida suele ser un pequeño cilindro de 1 cm de largo por 1-2 mm de ancho; con la ventaja de que se pueden obtener muestras a distintos niveles de la lesión para determinar su naturaleza, extensión y su tratamiento más adecuado. Con esta técnica se obtienen resultados en el 98% de los casos con un mínimo riesgo (1%) de producir, como complicación, una hemorragia cerebral o una infección. A veces las lesiones tienen un contenido quístico. En estos casos, tras realizar la biopsia de las paredes del quiste, también se puede vaciar su contenido, con lo cual, además de hacer un procedimiento diagnóstico, se está realizando una acción terapéutica al paciente.

Otra indicación de la cirugía estereotáctica es aplicar sus técnicas en los casos de determinadas hemorragias cerebrales que

se pueden aspirar, evacuar o introducir sustancias que disuelvan el hematoma.

b. Craneotomías dirigidas por estereotaxia. Actualmente, gracias al TAC y a la RMN, pueden visualizarse lesiones cerebrales cuando tienen un tamaño todavía muy pequeño y que al extirparlas precozmente, el paciente se podría curar sin secuelas y sin necesidad, en muchas ocasiones otros tratamientos. El problema de estas lesiones es su localización durante la intervención quirúrgica, al ser su tamaño tan pequeño.

Con las técnicas estereotácticas podemos localizarlas, colocándole al paciente el marco estereotáctico y realizando una TAC, RM o angiografía.

A continuación, el paciente es llevado a quirófano y, bajo anestesia general, se realiza una craneotomía tradicional, una vez abierta la duramadre, se coloca una sonda flexible en el arco estereotáctico, que llega a las coordenadas donde se sitúa la lesión que queremos extirpar. Esta sonda le marca la ruta al cirujano para no perderse y llegar por el camino más recto a la lesión, no precisando para su extirpación abrir la corteza cerebral más de 1 cm y, sin embargo, nos permite profundizar en el tejido cerebral varios centímetros manteniendo la dirección adecuada. O-

tros sistemas algo más sofisticados llevan incorporados un sistema de láser que marca el trayecto que hay que seguir, sin necesidad de introducir una sonda.

c. Neuronavegación. La sofisticación técnica ha permitido marcar los puntos diana y las rutas de acceso sin precisar el uso de guías estereotácticas que se fijen al cráneo. Estos sistemas se denominan neuronavegadores o técnicas estereotácticas sin marco o guía estereotáctica ("frameless stereotaxy").

Se aprovecha la capacidad de reproducción tridimensional de las imágenes completas del cerebro en el TAC y en la RM. Se puede por tanto, localizar la lesión y elegir la ruta quirúrgica. A continuación el paciente es intervenido quirúrgicamente de forma convencional. Pero en el propio quirófano se identifican y se hacen corresponder determinados detalles anatómicos del paciente y la imagen 3-D de la consola del neuronavegador. De forma que en todo momento tenemos conocimiento de dónde estamos con respecto a la lesión hacia la que vamos. La neuronavegación tiene como problema limitante que se trata de un procedimiento realizado sobre estudios realizados al paciente en otro momento, careciendo de información en tiempo real.

□ RADIOTERAPIA INTERSTICIAL (Braquiterapia)

Mediante esta técnica, la neurocirugía interactúa con la radioterapia en el tratamiento de tumores recurrentes. El método permite entregar altas dosis de radiación en forma localizada, independientemente de la radioterapia externa utilizada previamente. La masa tumoral es calculada mediante la utilización de programas de computadora, a partir del análisis de estudios por imágenes.

Con los datos de los estudios por imágenes se efectúa la planificación del procedimiento, y se implantan con técnicas estereotácticas uno o más catéteres en el blanco, luego en esos catéteres se coloca material radioactivo, como el Iodo 125, el que produce radioterapia intersticial durante cinco a siete días a partir de su implantación, una vez completado el tratamiento, los catéteres son retirados.

□ RADIOCIRUGÍA

Este método fue desarrollado por el Prof. Lars Leksell, en el Instituto Karolinska de Estocolmo, con el nombre de Gamma Knife, consistente en una semiesfera conteniendo 200 pastillas de cobalto, cuyos haces se hacen converger en el centro de dicha semiesfera. Al hacer coincidir la lesión con el centro de la semiesfera se consigue la concentración de un alto nivel de radiación, que la destruye, los primeros resultados fueron promisorios, pero el aparato era muy costoso y complejo, por lo que se desarrollaron técnicas que utilizan un acelerador lineal corriente, adecuadamente colimado y operado con técnicas estereotácticas, que permite tratamiento radioquirúrgico externo a pequeños tumores y malformaciones vasculares con una efectividad comparable al Gamma Knife.

La radiocirugía es una técnica de radioterapia selectiva guiada por estereotaxia, que intenta entregar el máximo de radiación en un blanco sin afectar al resto del cerebro, como sucede con la radioterapia convencional.



Radiocirugía Gamma Knife

Con estas técnicas se pueden tratar procesos benignos como malformaciones arteriovenosas o tumores (neurinomas, meningioma, etc.) cuya extirpación puede suponer un alto riesgo. También se aplica para el tratamiento de determinadas lesiones malignas, como las metástasis, únicas o en pequeño número. Por último, cada vez más se están ampliando las aplicaciones en neurocirugía funcional, para tratar enfermedades como el dolor (neuralgia del trigémino), parkinson, epilepsia o en psicocirugía. Las complicaciones pueden depender de edema cerebral actínico, hemorragia de lesiones vascularizadas y radionecrosis.

□ NEUROCIRUGÍA ENDOSCÓPICA

El primer procedimiento neuroendoscópico citado en la literatura fue realizado en 1911 por Victor Darwin L'Espinasse, un urólogo de Chicago, que utilizando un cistoscopio pediátrico fulguró los plexos coroideos de dos niños con hidrocefalia, uno de ellos murió durante el procedimiento, pero el otro sobrevivió por varios años, este procedimiento fue repetido en 1918 por el neurocirujano Walter Dandy del Johns Hopkins Hospital, con malos resultados. En 1923, William Jason Mixter, de Boston, realiza la primer tercer ventriculostomía endoscópica, logrando tratar exitosamente un paciente con hidrocefalia obstructiva, pero por razones desconocidas, no repitió el procedimiento.

Las técnicas endoscópicas en neurocirugía, principalmente enfocadas al tratamiento de la hidrocefalia permanecieron en un segundo plano durante muchos años

debido a limitaciones tecnológicas, y principalmente, luego de la segunda guerra mundial, por la irrupción de los sistemas derivativos, que parecían ser el tratamiento definitivo de la enfermedad; con el paso del tiempo, estos sistemas mostraron su tendencia a disfuncionar, su susceptibilidad a las infecciones, llevando todos estos elementos a graves complicaciones, que además de poner en serio riesgo la vida de los pacientes, aumentaban enormemente los costos de los sistemas de salud.

Durante las décadas de 1970 y 1980 comienzan a aparecer los primeros trabajos sobre técnicas neuroendoscópicas utilizando nuevas tecnologías de iluminación y video, llegándose a fines de los años noventa del siglo pasado, al establecimiento de la tercer ventriculostomía endoscópica como el tratamiento de elección para la hidrocefalia obstructiva.

Actualmente el método se utiliza además de las hidocefalias, en el tratamiento de lesiones intraventriculares y quísticas, permitiendo disminuir drásticamente la morbimortalidad de los procedimientos. Adicionalmente, la endoscopia permite guiar procedimientos en los espacios subaracnoideos, como el clipado de aneurismas y extirpación de pequeños tumores, con mínima invasión, y abordajes transnasales para patología hipofisaria y de base de cráneo.

En cirugía espinal se han desarrollado técnicas para el tratamiento de patologías tan disímiles como la hernia de disco y la siringomielia.

Los límites para la aplicación de estas técnicas no pueden vislumbrarse en la actualidad, siendo constante la aparición de nuevas técnicas quirúrgicas y progresos tecnológicos que amplían sus fronteras.

□ NEUROCIRUGÍA ENDOVASCULAR

En 1964, Luessenhop, intenta la oclusión endovascular utilizando esferas de Silastic, en la misma época Mullan desarrolla electrodos intra vasculares que, por fenómeno bioeléctrico, producen la trombosis del saco. Y más tarde, abordando nuevamente este tema, propone el uso de espiras trombogénicas colocadas por micro punción directa de los aneurismas gigantes, y de las fistulas carotidocavernosas.

En 1974, el soviético Fedor A. Serbinenko describe por primera vez un tratamiento endovascular efectivo para los aneurismas cerebrales, consistente en liberar un balón en la luz del saco aneurismático para lograr su exclusión de la circulación, posteriormente, Debrun, Viñuela y Fox, utilizando la vía femoral, perfeccionaron la técnica con pequeños balones de látex destinados a ocluir distalmente las arterias carótida interna o vertebral, en los casos de aneurismas gigantes intracraneos. Este método fue seguido por otros autores, lográndose acumular cierta experiencia en pocos años, demostrando algunas limitaciones de la técnica, ya que no se compatibilizaba con la utilización de catéters guía, y los balones usualmente no lograban oclusión completa del saco aneurismático al no adaptarse a su forma irregular. Otro inconveniente de los balones era que

sufrían un desinflado lento luego de su implantación, lo que conlleva recidiva del proceso.

El siguiente avance en neurocirugía endovascular fue el "coil", los primeros dispositivos estuvieron disponibles a partir de 1975, pero no se logró un desarrollo práctico para el tratamiento de aneurismas hasta fines de la década de 1980, cuando Dowd y Higashida, en comunicaciones separadas, describen la embolización endovascular mediante la utilización de coils de platino que empujaban dentro del saco aneurismático, estando imposibilitados de recolocarlos en caso de una implantación fallida.

En 1988 Hilal introduce los coils de platino como material de embolización, la incorporación del dacrón en su estructura mejoró la capacidad trombogénica.

En los últimos años, Shcheglov e Hiashima concibieron nuevos microcatéteres menos rígidos, así como microbalones de látex o silicona portadores de válvulas, posibilitando el abordaje directo del aneurisma con la colocación intrasacular de uno o más balones, manteniendo permeable la arteria aferente.

A partir de 1990 Guglielmi y Viñuela, dieron inicio a un trabajo experimental y clínico consistente en la colocación de mi-

croespiras trombogénicas de platino, desprendibles por electrolysis en el interior del aneurisma, de modo de conseguir la exclusión de la lesión, sin sacrificio arterial.

Falappa, en 1994, comenzó a utilizar, de manera experimental, microcoils de Tungsteno para el tratamiento endovascular de los aneurismas, siendo sus resultados preliminares alentadores. Al comienzo de esta terapéutica endovascular, los tratamientos de algunos aneurismas estaban limitados por la anatomía de los mismos, posteriormente, mediante los avances tecnológicos se fueron creando múltiples dispositivos con los cuales las limitaciones en los tratamientos fueron cada vez menores.

La técnica endovascular representa una valiosa alternativa terapéutica en el tratamiento de los aneurismas y de diferentes patologías vasculares del sistema nervioso, debido a que permite sortear dificultades inherentes a otros métodos, aunque no está exenta de riesgos.

□ NEUROCIROGÍA FUNCIONAL

La actividad cerebral es un continuo balance entre zonas con grupos de neuronas excitadoras y núcleos de neuronas inhibitorias. Si este balance se altera, aparecen trastornos excitadores (epilepsia, temblor o dolor) o inhibitorios (acinesia, incapacidad de caminar).

Durante muchos años, los procedimientos de neurocirugía funcional consistían en la producción de lesiones en determinados núcleos, con el objeto de favorecer la acción de sus antagonistas, o destruir o extirpar lesiones irritativas, como en el caso de la epilepsia; en los últimos tiempos se han desarrollado las llamadas técnicas aumentativas, que mediante la inserción de electrodos sobre los centros hipofuncionantes, estimulan su actividad, logrando un mayor éxito terapéutico.

Existen ciertas enfermedades que pueden verse favorecidas por estos conceptos terapéuticos y se incluyen fundamentalmente en cuatro grandes apartados:

- Dolor
- Epilepsia
- Trastornos del Movimiento
- Enfermedades Psiquiátricas



El autor de este artículo Carlos Gagliardi, junto a Jacques Caemaert, Director del Dpto. de Neurocirugía del Hospital Universitario Ghent, Bélgica, y diseñador de uno de los neuroendoscopios más afamados en la técnica quirúrgica actual de la especialidad.

En todas y cada una de ellas se han diseñado multitud de métodos de lesión de núcleos encefálicos, que pretenden conseguir dicho balance funcional. Las técnicas estereotácticas de localización son similares a las descritas, aunque se utilizan referencias y atlas estereotácticos complejos, para determinar la localización de estos núcleos. Su destrucción se consigue utilizando técnicas de termocoagulación mediante radiofrecuencia, técnicas mecánicas (leucotomos) o radioquirúrgicas, como se dijo, también pueden estimularse centros mediante la inserción de electrodos permanente. La estimulación produce los mismos o mejores efectos que las lesiones tradicionales. Estas técnicas de neuroestimulación o, mejor, de neuromodulación están presentando un alto grado de eficacia en trastornos del movimiento como la Enfermedad de Parkinson y ciertos tipos de temblor, así como en determinadas situaciones de dolor incoercible, psicocirugía e incluso epilepsia.