

Cirugía ablativa del núcleo subtalámico en la Enfermedad de Parkinson. Consideraciones necesarias

Ablative subthalamic nucleus surgery in Parkinson's disease. Necessary considerations

Enrique Marcos Sierra Benítez^{1*,**}  <http://orcid.org/0000-0001-6321-6413>

Mairianny Quianella León Pérez^{2,***}  <http://orcid.org/0000-0003-2808-4122>

María Teresa Solomon Cardona^{1,****}  <http://orcid.org/0000-0003-4057-4503>

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Servicio de Neurocirugía. Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN).

² Servicio de Medicina Interna. Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgicas (CIMEQ).

* Autor de la correspondencia: enriquem.mtz@infomed.sld.cu

RESUMEN

La enfermedad de Parkinson según la Organización Mundial de Salud, en el año 2016, afectó una persona por cada 100 mayores de 60 años, siendo en cifras absolutas 6,3 millones de personas, y para el año 2030 serán aproximadamente 12 millones de personas en todo el mundo con dicha patología. Este desorden neurodegenerativo, caracterizado por la degradación nigro-estriatal y potenciación de la vía indirecta del circuito motor de los Ganglios Basales sumado al acúmulo de Cuerpos de Lewy en diversas estructuras del Sistema Nervioso Central, afecta progresiva e inevitablemente la calidad de vida de los pacientes, los procedimientos ablativos del núcleo subtalámico constituyen una alternativa que propicia efecto y seguridad probada en el control de los síntomas de esta enfermedad. Por lo cual se decide describir la ablación del Núcleo subtalámico como tratamiento de la Enfermedad de Parkinson avanzada.

Palabras claves: cirugía ablativa del núcleo subtalámico, tratamiento quirúrgico de la Enfermedad de Parkinson.

Summary

According to the World Health Organization, in 2016 Parkinson's disease affected one person per every 100 people elder 60 years, meaning 6.3 millions of people, and by 2030 it will be around 12 million persons across the world. This neurodegenerative disorder, characterized by the nigro-striatal degradation and potentiation of the indirect route of the basal ganglia motor circuit, added to the accumulation of Lewy bodies in several structures of the Central Nervous System, progressively and inevitably affects the life quality of patients. The ablative procedures of the subthalamic nucleus are an alternative that propitiates proven effect and safety in the control of this disease symptoms. Therefore, the authors decided to describe the subthalamic nucleus ablation as a treatment for advanced Parkinson's disease.

Key words: ablative subthalamic nucleus surgery; surgical treatment of Parkinson's disease.

Recibido: 16/12/2019

Aceptado: 19/10/2020

INTRODUCCIÓN

Después de la descripción clínica de James Parkinson en 1817, en su magnífica monografía *"Essay on the shaking palsy"*, así como de los escritos de Jean Martin Charcot titulados *"Leçon sur le maladies du système nerveux"*, uno de los acontecimientos más importantes para la comprensión de la Enfermedad de Parkinson (EP) fue el descubrimiento de la pérdida neuronal en la *pars compacta* de la sustancia nigra. Esta pérdida fue identificada como la lesión patológica que caracteriza a la EP, lo cual se mantiene hasta la fecha. Otros descubrimientos aportaron a la comprensión de su patogénesis, en 1919, Konstantine Trétiakoff dio nombre a la sustancia nigra, detalló su localización y asoció la pérdida de neuronas, también en 1913, el patólogo Friederich Lewy describió las inclusiones citoplásmicas de alfa-sinucleína localizadas en neuronas del núcleo motor dorsal del nervio vago y del núcleo basal de Meynert, posteriormente denominadas cuerpos de Lewy, décadas después Arvid Carlsson demuestra que el déficit de Dopamina constituye el principal mecanismo neuroquímico fisiopatológico, esto ofreció las bases para que años más tardes se impulsen ensayos por Birmakmayer, Hornykiewicz y Cotzias que demuestren la efectividad de la Levodopa en el control de las manifestaciones parkinsonianas.⁽¹⁻³⁾

La enfermedad de Parkinson según la Organización Mundial de Salud (OMS), en el año 2016 su afección era una persona por cada 100 personas mayores de 60 años, siendo en cifras absolutas 6,3 millones de personas, y para el año 2030 serán aproximadamente 12 millones de personas en todo el mundo con dicha patología.⁽⁴⁾ En el 2008, la Organización Panamericana de Salud (OPS) identificó que los pacientes con epilepsia, enfermedad de Parkinson y Alzheimer en conjunto significaban más del 6% de la carga global para las instituciones médicas.⁽⁵⁾ La enfermedad de Parkinson en los Estados Unidos afecta aproximadamente a más de un millón de personas, siendo en su gran mayoría personas mayores de 50 años. En España hay probablemente más de 150.000 personas que sufren la enfermedad, número que aumentara con el incremento de la esperanza de vida. Dado su carácter invalidante y crónico, la enfermedad es hoy un grave problema económico, social y sanitario.⁽⁶⁾

A principios del siglo pasado se relacionó la lesión del Núcleo Subtalámico (NST) con la aparición de disquinesias de tipo corea y balismo, apareciendo estas sobre todo cuando había un compromiso importante de la aferencia hacia el Globo Pálido externo. Se sugería que al menos un 20% del núcleo debería estar destruido para que se desarrollase un hemibalismo. En posteriores estudios, se ha demostrado que lesiones más pequeñas incluso restringidas al 4% del núcleo son suficientes para inducir disquinesias. Esta situación provocó que la cirugía funcional utilizando al NST como diana fuera prácticamente desechada. Sin embargo, a principios de los años 90 diversos estudios realizados otorgaron al NST un papel destacado en el control del movimiento, colocándolo una vez más como diana quirúrgica tentativa.^(7,8)

Por lo anteriormente expuesto se decide describir la ablación del Núcleo Subtalámico como tratamiento en la Enfermedad de Parkinson.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó la búsqueda de artículos de revistas en las bases de datos: PubMed, Scielo y EBSCO. Las palabras clave utilizadas fueron: cirugía ablativa del núcleo Subtalámico, tratamiento quirúrgico de la Enfermedad de Parkinson. Se seleccionaron los artículos preferentemente en español e inglés con una actualización en los últimos 5 años. Se utilizaron los métodos histórico-lógico, análisis-síntesis e inductivo-deductivo.

DESARROLLO

Elementos fisiopatológicos que atribuyen al NST un papel protagónico en la EP

El NST ([Fig. 1](#)) se encuentra en el diencefalo, es una estructura pequeña y muy vascularizada. El mismo está formado por neuronas de proyección con grandes axones y un rico árbol dendrítico a través de los cuales realiza sinapsis con un importante grupo de estructuras entre ellas: Globo Pálido (GP) en sus dos porciones, Pars

reticulada de la Sustancia Nigra (SNpr), Núcleo Pedúnculo Pontino (NPP), Pars compacta de la Sustancia Nigra (SNpc), estriado, corteza cerebral y formación reticular mesencefálica y pontina; no obstante sus principales aferencias se dirigen a ambos segmentos del GP y a la SNpr. El neuro-transmisor que expresa es el ácido glutámico. De forma simultánea este núcleo recibe aferencia de la corteza cerebral, a través de una vía hiperdirecta que igualmente expresa ácido glutámico como neurotransmisor, y del GPe formando parte de la vía indirecta del circuito motor, cuya conexión es francamente inhibitoria y expresa Ácido Gamma Amino Butírico (GABA). También recibe aferencia desde el NPP, SNpc, complejo parafascicular del tálamo y núcleo dorsal del rafe. Por todo esto el NST se involucra en importantes aspectos de la conducta motora.^(9,10)

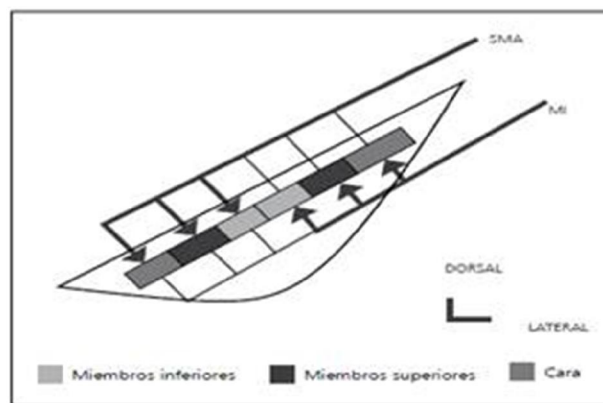


Fig. 1. Representación somatotópica del núcleo subtalámico. SMA: área motora suplementaria, MI: corteza motora primaria.

El NST al igual que otras estructuras de los GB presenta una divergencia de la información según los cinco circuitos descritos por Alexander y De-Long y se ha demostrado mediante estudios de registro y estimulación eléctrica en animales de experimentación que las neuronas del circuito motor, es decir, aquellas que al ser estimuladas evocan una respuesta motora, se encuentran localizadas en su gran mayoría en la región dorso lateral del núcleo. Nambu y cols (1996), concluyeron en estudios realizados en monos que este núcleo en su área sensitivo motora presenta una doble representación somatotópica que se presenta en forma de imagen en espejo. La zona más lateral recibe influencia de la corteza motora primaria (M1) y la zona más medial la recibe del Área Motora Suplementaria (AMS). El mapa del cuerpo está representado de manera que los extremos o polos más mediales y laterales corresponden a la representación de la cara. Los miembros inferiores se encuentran representados en el sitio de unión de ambos segmentos medial y lateral de la región dorso lateral del núcleo y por último los miembros superiores están representados entre la cara y los miembros inferiores en ambos lados, tanto en el que recibe inervación de M1 como el que la recibe del AMS.⁽¹¹⁻¹³⁾

A través de estudios en animales de experimentación como monos y ratas con parkinsonismo inducido y en pacientes con enfermedad de Parkinson se ha encontrado

que existen diferentes patrones de descarga de las neuronas del NST. En condiciones normales la mayoría de las neuronas del NST presentan un patrón de descarga de tipo tónica con una frecuencia media entre 5 y 65 HZ y un pequeño grupo presenta descarga de tipo fásica. En condición parkinsoniana ocurre un incremento en el porcentaje de este último tipo de descargas lo que se piensa está en relación con la acción desinhibitoria que ejerce la vía hiperdirecta glutamatérgica córtico subtalámica.⁽¹²⁾

Todos los elementos antes expuestos son los que hacen del Núcleo Subtalámico una estructura de crucial importancia en el control motor, por lo que se convierte en una diana perfecta de la cirugía estereotáxica en la enfermedad de Parkinson.

Subtalamotomía en Cuba

En el año 1991 en el Centro Iberolatinoamericano de Trasplante y Regeneración del Sistema Nervioso, actualmente CIREN, donde se realiza el primer trasplante estereotáctico unilateral con suspensión de mesencéfalo ventral fetal a 10 pacientes con EP y en 1992 se realizan procedimientos estereotácticos bilaterales a otros 15 pacientes. En enero y octubre de 1993 se reinicia la cirugía funcional ablativa de la EP (Talamotomía y Palidotomía), ahora guiadas por TAC y con semi-microregistros de la actividad eléctrica profunda. En esta ocasión se tuvo la colaboración del Profesor C. Ohye de Japón. Se realizaron hasta 1995 fecha en que se inicia la Subtalamotomía, más de 100 procedimientos funcionales, consolidándose la experiencia del grupo médico-científico del CIREN en la cirugía funcional con registro de la actividad eléctrica. A pesar de la existencia de un amplio arsenal terapéutico, aún no se garantiza una calidad de vida apropiada a pacientes con EP de largo tiempo de evolución. Por lo que actualmente se trabaja en el desarrollo de nuevas dianas quirúrgicas y métodos de abordaje, mejoramiento en la obtención de las imágenes, registro de la actividad eléctrica cerebral profunda, neuronavegación y los conocimientos actuales sobre la fisiopatología de las alteraciones motoras en la EP. En 1995 se lleva a cabo en el CIREN el protocolo de investigación sobre el efecto de la lesión quirúrgica unilateral del NST en 12 pacientes con diagnóstico de EP. Los resultados a corto plazo mostraron una mejoría cercana al 50% para el valor total de la escala UPDRS, en sus secciones II y III, y así, el mejoramiento de los síntomas y signos cardinales de la enfermedad. El efecto clínico de la lesión fue más evidente y marcado sobre el hemisferio contralateral a la lesión quirúrgica.⁽¹³⁾

DISCUSIÓN

La ablación por radiofrecuencia del núcleo subtalámico cumple con una serie de pasos elementales que son indispensables para un resultado favorable. En el CIREN se ha refinado el método de lesión en varias ocasiones siendo cada vez más efectivo en cuanto al efecto y seguridad de este proceder para los pacientes intervenidos.

Pasos de la Ablación por Radiofrecuencia en la EP

1. Colocación del marco estereotáctico y adquisición de imágenes estereotácticas.

Se coloca el marco estereotáctico (ESTEREOFLEX, Tecnosuma, La Habana, Cuba), bajo condiciones de asepsia y anestesia local, logrando el máximo paralelismo entre el plano del marco estereotáctico y el plano intercomisural (comisura anterior y comisura posterior). Esto se logra posicionando el marco perpendicular al plano medio-sagital y evitando la inclinación coronal del marco al igual que se intenta lograr una inclinación sagital del anillo correspondiente a un ángulo de entre 10 y 15° entre este y la línea imaginaria orbitomeatal.

Se toman imágenes estereotácticas de tomografía axial computarizada (TAC) después de fijar el localizador estereotáctico sobre el marco y acoplar el marco a la mesa del tomógrafo. Se comienza a realizar vistas tomográficas cada un milímetro, previa administración intravenosa de dos ampulas de Urovideo al 76 % más 10 ml de dextrosa al 5%. Las imágenes se importarán a una computadora personal ubicada en el salón de operaciones.

2. Planificación de coordenadas y trayectorias hacia el blanco.

Se utiliza Sistema de planificación STASSIS (CIREN, La Habana, Cuba) para la planificación sobre la TAC.

Las imágenes de TAC son tomadas axiales estrictas perpendiculares a la camilla, sin inclinación del gantry, cortes de 1 mm de espesor sin solapamiento entre imágenes, FOV de 250 mm y matriz de 512 x 512.

Las imágenes de RMN son tomadas en equipo AERA de 1.5 Tesla (Alto Campo). Se identifica la comisura anterior (CA) y posterior (CP) y se ubicará el plano anatómico que corresponda con la mejor definición de ambas; de no coincidir ambas en el mismo corte axial se reconstruyen las imágenes. Una vez que los puntos CA y CP sean localizados y marcados, se sobreponen los cortes digitalizados del atlas estereotáctico de Schaltenbrand - Wahren (SW) a las imágenes corregistradas de TAC, escalados tras ajuste automático en relación con la distancia intercomisural del paciente, definiéndose entonces el borde de los ventrículos, el tálamo-capsular y el pálido-capsular. ([Fig. 2](#))

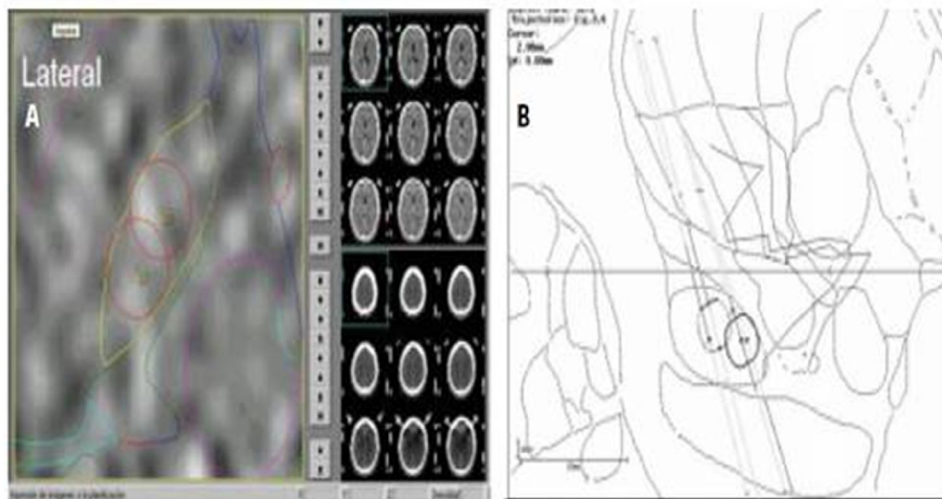


Fig. 2. Sobreposición de la TAC con los cortes digitalizados del atlas estereotáctico de Schaltenbrand – Wahren.

Planificación estereotáctica del sitio de lesión del NST

La localización del blanco quirúrgico y de la trayectoria hacia él se realizará según lo establecido en la tabla 1.

Tabla 1. Planificación del blanco quirúrgico

Blanco	Posición relativa a ICP			Ángulos trayectoria	
	Latero-Lateral (Eje X)	Postero-Anterior (Eje Y)	D-V (Eje Z)	Parasagital (alfa)	A-P (beta)
NST	± 11–12 mm	-1 -3 mm	+ 3 mm	5°–25°	60°–65°

Planificación del blanco quirúrgico mediante la posición espacial del NST con respecto a ICP.⁽¹⁹⁾

La posición del blanco se establecerá relativo al punto medio intercomisural (ICP). Los dos grados de libertad para definir la trayectoria se considerarán (alfa) respecto al plano medio sagital (evitando el sistema ventricular) y (beta) ángulo anteroposterior respecto al plano horizontal intercomisural.

3. Colocación de coordenadas en el sistema estereotáctico

Con el paciente en posición supina y la cabeza ligeramente elevada sobre el plano del cuerpo, se fija el marco estereotáxico a un cabezal de Mayfield sujeto a la mesa operatoria, ubicándose en el cuero cabelludo la proyección del punto óseo preseleccionado para realizar el agujero de trépano. Después se procede a ajustar los valores de las coordenadas Z, Y y X y ángulos (alfa y beta).

4. Apertura de partes blandas

Previa asepsia y antisepsia con solución Iodada y colocación de paños de campo se realiza infiltración epicraneal con Lidocaína, posteriormente se realiza incisión longitudinal de 3-5 cm en sentido ánteroposterior en la región frontal indicada. Para esta incisión se valoran puntos de referencia anatómicos como son las proyecciones de las suturas coronal y sagital, de forma que ésta se coloque aproximadamente 2-3 cm por delante de la sutura coronal y 2-3 cm lateral a la sagital. Se realiza la hemostasia de forma adecuada con el empleo del coagulador bipolar, si es necesario, o simplemente con la tracción mecánica ejercida por el retractor de Hansen.

5. Trepanación del cráneo

La apertura ósea se realiza con trépano manual o eléctrico, en el punto óseo seleccionado.

6. Apertura de meninges

Después de visualizar la duramadre y de realizar la hemostasia con el electrocoagulador bipolar, se procede, con ayuda del mismo a coagular un punto en ésta, de aproximadamente 1 cm de largo para realizar la durotomía en cruz con un bisturí fino de lanceta.

7. Localización del blanco por registro multiunitario

Se introduce la cánula con semi-microelectrodo bipolar concéntrico –UK 100 Unique Medical Co. Ltd, Tokyo, Japón- (Ø 0,4 mm e impedancia 100 K Ω o equivalente). La actividad neuronal multiunitaria, se registra y visualiza con la ayuda del programa informático para registro y procesamiento digital NDRS (Neurosurgical Deep Recording System, CIREN, La Habana, Cuba). Este sistema consta de una máquina de registro de actividad multiunitaria, a la que se conectan los semi-microelectrodos. Las señales cerebrales del orden de los microvolts son amplificadas, filtradas y transferidas a una computadora personal. Se avanzará cuidadosamente bajo visión y audición de la actividad eléctrica multiunitaria desde un punto (30 mm para el primer registro y 21 mm para los siguientes) superior al blanco teórico e intentando reconocer con ayuda del micro-manipulador las diferentes estructuras antes de su arribo al blanco. Se realizan subsecuentes trayectos para establecer los límites entre sustancia gris y sustancia blanca y definir además la representación somatotópica del blanco seleccionado.

8. Identificación del NST

El avance en cada trayectoria de registro, se realiza cada 1 mm en la vecindad del blanco y termina cuando se sobrepase el incremento de la actividad multiunitaria que regrese al nivel de los registros de sustancia blanca, se observe una caída de la actividad eléctrica integrada de 2/3 del máximo del núcleo; o alcanzados 5 mm por debajo del mismo. Se realizan desplazamientos anteriores y/o posteriores buscando el borde anterior y posterior del núcleo en su eje antero-posterior, para luego, y en base a los mejores registros, desplazarnos a 45° hacia el extremo lateral y posterior del núcleo. Se realiza estimulación eléctrica en este trayecto desde un punto ubicado en la mitad superior del núcleo, esta estimulación es muy importante para el cálculo de la distancia a las fibras motoras provenientes de corteza motora.

Durante el registro multiunitario la identificación del NST se efectúa en base a los siguientes parámetros:

- Actividad eléctrica aumentada, caracterizada por una gran amplitud de descarga, siempre mayor a la actividad talámica y la sustancia negra pars reticulata.
- Registro secuencial de las siguientes estructuras según avanza el electrodo: talámo anterior y/o corona radiada, zona incerta, NST, reticulata y/o sustancia blanca.
- Las variaciones de amplitud de las descargas tanto como la distancia en milímetro de la actividad eléctrica integrada, son factores determinantes del límite de la estructura.

9. Microestimulación

Efectuada con el mismo electrodo de registro y solo utilizada en casos de duda especialmente en lo referido a la identificación de las vías motoras provenientes de corteza cerebral.

10. Macroestimulación

Se realiza con equipo Generador de lesiones ELECKTA y con electrodos de punta activa de 2 mm. Los parámetros utilizados son de 61 Hz con ancho de pulso de 0.5 ms en modo corriente controlada (mA) amentando de forma creciente y manual desde los 0 mA hasta un máximo de 5 mA o hasta obtener efectos adversos. Se considera como umbral de seguridad a una estimulación de 2 mA o menor, por debajo de los cuales se reevalúa la localización de la lesión.

11. Lesión del área localizada y seleccionada

Las coordenadas finales para la definición del área de lesión se basan, fundamentalmente, en los hallazgos neurofisiológicos con mínimas correcciones ante efectos que sugieran proximidad a la cápsula por macroestimulación.

12. Lesión del NST

Se completan dos lesiones por radiofrecuencia con electrodo de 1.1 mm de diámetro y 2 mm de punta activa; a fin de cubrir, en la medida de lo posible, los puntos de mayor actividad eléctrica, de manera que queden de la mitad del núcleo hacia arriba y sobresaliendo del núcleo entre 0.5 y 1 mm en la dirección del trayecto de lesión. La primera lesión es la más postero-lateral y la segunda

a 2 mm anterior y 2 mm medial respecto a la primera. La primera lesión será la más posterior y lateral. La temperatura máxima a 80 grados Celsius.

Este procedimiento se lleva a cabo bajo estricto control clínico con el paciente despierto, evaluando permanentemente respuestas positivas, tomando como base la rigidez, así como efectos adversos, principalmente motores.

13. Hemostasia y cierre

Una vez retirada la cánula estereotáctica se realiza la hemostasia, con electrocoagulador bipolar, lavado con soluciones isotónicas o agua helada. Se efectúa entonces el cierre de las partes blandas con puntos de Mayo. No se deja drenaje.

En el posquirúrgico se realiza Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de Cráneo donde se observa la lesión del NST. (Fig. 3)

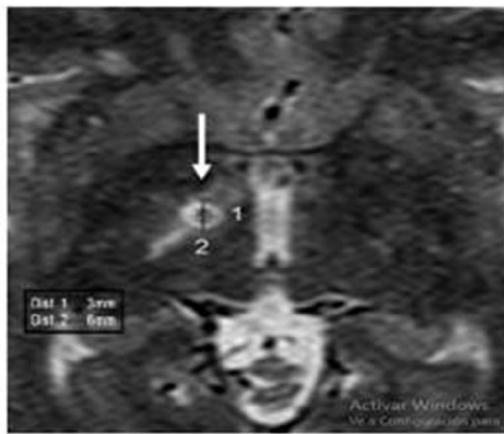


Fig. 3. Imagen de RMN de cráneo obtenida 24 horas después de la lesión unilateral del NST en un paciente con EP.

Otras opciones de tratamiento avanzado.

Un abordaje conceptualmente distinto es la estimulación cerebral profunda (ECP) de núcleos del cerebro. Tras mostrar eficacia en el talámo para el control de distintos tipos de temblor (incluido el temblor de la EP) a principios de los 90, la estimulación bilateral del NST mostró mejoría de todas las manifestaciones motoras de la EP.⁽¹⁴⁾

Actualmente, la ECP es un tratamiento aceptado y aplicado en todo el mundo, y ha mostrado, en ensayos randomizados y controlados, superioridad frente al tratamiento médico en cuanto a mejoría de manifestaciones motoras y calidad de vida.^(15,16)

Por otro lado, la ECP del GPi, aunque tendría una eficacia menor que la del NST para las manifestaciones motoras, tiene un mayor efecto directo sobre las discinesias, que en el caso de la ECP del NST mejoran secundariamente al decremento de levodopa.^(17,18) Aunque se ha considerado que la estimulación del GPi presenta menor tasa de complicaciones neuropsiquiátricas, evidencias recientes ponen en tela de juicio esa conclusión. Entre las posibles complicaciones, las potencialmente más graves son la hemorragia cerebral sintomática y la infección del material implantado. Su frecuencia de presentación, es sin embargo, relativamente baja, con unas tasas del 2,1% y 1,2-15,2% respectivamente.⁽¹⁹⁻²¹⁾ La mortalidad periprocedimiento se sitúa aproximadamente en el 1,1%, incluyendo un leve aumento del riesgo de suicidio especialmente cuando se presenta depresión postoperatoria. Un efecto adverso potencialmente importante tras la cirugía es la aparición del llamado Síndrome hipodopaminérgico que manifiesta en forma de apatía, depresión y ansiedad y que es secundario a la disminución de fármacos dopaminérgicos permitida por la mejoría motora de la estimulación.^(22,23)

Finalmente, es posible que estemos viviendo un renacer de los abordajes cerebrales lesionales para el tratamiento de la EP gracias al reciente desarrollo del ultrasonido focal de alta intensidad guiado por RM (HIFU). Este procedimiento, basado en la realización de termolesiones por confluencia de haces de ultrasonido en un punto del cerebro guiadas por RM, ha mostrado ser seguro y eficaz para el tratamiento del temblor esencial y parkinsoniano con la realización de talamotomía y, actualmente, se están realizando lesiones en el NST con resultados prometedores. Las principales ventajas de esta técnica son que, al no tratarse de un tratamiento quirúrgico, se reduce drásticamente la invasividad y las posibles complicaciones derivadas de un acto quirúrgico, así como la duración del periodo de convalecencia posttratamiento, que es virtualmente inexistente. Además, el ultrasonido permite incrementar la temperatura de la diana elegida en un rango en que se observa el efecto clínico transitorio sin provocar una lesión definitiva. Con esto se monitorizan en tiempo real tanto los efectos beneficiosos como los adversos, antes de provocar la ablación, por lo que, en caso necesario, se reajusta el lugar de sonicación y se localiza la diana terapéutica óptima minimizando el riesgo de secuelas neurológicas permanentes. La principal limitación actual es la unilateralidad de los abordajes lesionales, dado que, como muestra la experiencia previa con cirugía esteroatáxica clásica, las ablaciones bilaterales podrían llegar a un aumento del riesgo de complicaciones neurológicas permanentes como disartria. Sin embargo, al no tener un abordaje quirúrgico, la menor invasividad de esta técnica podría potencialmente permitir la realización de lesiones bilaterales sin efectos adversos neurológicos.^(24,25)

CONCLUSIÓN

La EP constituye un desorden neurodegenerativo que afecta progresiva e inevitablemente la calidad de vida de los pacientes, los procederes ablativos del NST constituyen una alternativa que propicia efecto y seguridad probada en el control de los síntomas de dicha patología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hurwitz B. Urban observation and sentiment in James Parkinson's Essay on the Shaking Palsy (1817). *Lit Med* 2014 Spring; 32(1): 74-104. Citado en PubMed; PMID: 25055707.
2. Arredondo-Blanco K, Zerón-Martínez R, Rodríguez-Violante M, et al. Breve recorrido histórico de la enfermedad de Parkinson a 200 años de su descripción. *Gac Med Mex* [Internet]. 2018 [citado 01/12/2019]; 154(6): 719-726. Disponible en: <https://pmlegacy.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Breve+recorrido+hist%C3%B3rico+de+la+enfermedad+de+Parkinson+a+a+200+a%C3%B1os+de+su+descripci%C3%B3n>
3. Hasegawa M, Nonaka T, Masuda-Suzukake M. Prion-like mechanisms and potential therapeutic targets in neurodegenerative disorders. *Pharmacol Ther*. 2017 ; 172: 22-33. Citado en PubMed: PMID: 27916654.
4. Parkinson y yo, Organización Mundial de la Salud (OMS) . Parkinson y yo, Acerca del Parkinson [Internet]. Buenos Aires, Argentina: OMS [citado 01/12/2019]; 2018 . Disponible en: <http://terapiaparkinson.com/testimonial-view/organizacion-mundialde-la-salud-oms/>
5. OPS. Trastornos neurológicos: un serio desafío para la salud pública en las Américas y en todo el mundo [Internet]. Estados Unidos: Organización Panamericana de la Salud [citado el 01/12/2019]; 2018. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=240%3A2008-trastornos-neurol%C3%B3gicos-un-serio-desaf%C3%ADo-salud-p%C3%BAblica-americas-todo-mundo&catid=916%3Arisksfactors&Itemid=40595&lang=es
6. Condor I, Atencio-Paulino J, Contreras-Cordova CR. Características clínico epidemiológicas de la Enfermedad de Parkinson en un Hospital nacional de la Sierra Peruana. *Rev Fac Med Hum* [Internet]. 2019 [citado el 01/12/2019]; 19(4): 14-21. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312019000400004
7. Benito-Leon J. Epidemiología de la enfermedad de Parkinson en España y su contextualización mundial. *Rev Neurol*. 2018; 66(4): 125-134. Citado en PubMed; PMID: 29435969.
8. Ricardo Y, Pavon N, Alvarez L, et al. Long-term effect of unilateral subthalamotomy for Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2019 Dec; 90(12): 1380-1381. Citado en PubMed: PMID: 31085584.
9. Galvan A, Smith Y. Anatomy and Synaptic Connectivity of the Basal Ganglia. In: Winn HR. *Yumans and Winn Neurological Surgery* [Internet]. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER. [citado el 01/12/2019]; 2017.p. 521-539. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/yumans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>

10. Jellinger KA. Neuropathology of Movement Disorders. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery[Internet]. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER[citado el 01/12/2019]; 2017.p. 540-80. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>
11. Martínez-Fernández R, Gasca-Salas C, Sánchez-Ferro A Actualización en la Enfermedad de Parkinson Rev Med Clin Condes[Internet]. [Citado en 10/03/2019]; 27(3): 363-79.Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864016300372>
12. Méndez-Herrera C. El núcleo subtalámico en la fisiopatología de la enfermedad de Parkinson y su rol como diana quirúrgica. Rev Chil Neuro-Psiquiatr [Internet]. [Citado 12/11/ 2011]; 49(1).Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-92272011000100008&lng=es&nrm=iso
13. Salva Camaño SN. Historia de la estereotaxia, la braquiterapia y la radiocirugía en Cuba. Rev Méd Electrón [Internet]. [citado en 12/10/2019]; 33(7). Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/904/pdf>
14. Wichmann, DeLong MR. Rationale for Surgical Interventions in Movement Disorders. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER [Internet]; 2017. p. 565-570. <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>
15. Cho C, Isaias IU, Tagliati M. Patient Selection Criteria for Deep Brain Stimulation in Movement Disorders. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER [Internet]. [citado en 12/10/2019]; 2017. p. 586-595. Disponible en : <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>
16. Schuepbach WM, Rau J, Knudsen K, et al. Neurostimulation for Parkinson's disease with early motor complications. N Engl J Med. 2013 Feb 14; 368(7): 610-22. Citado en PubMed ; PMID: 23406026.
17. Deuschl G, Follett KA, Luo P, et al. Comparing two randomized deep brain stimulation trials for Parkinson's disease. J Neurosurg. 2019 Apr 5: 1-9.Citado en PubMed; PMID: 30952118.
18. Hariz M, Blomstedt P. Surgical Management of Tremor. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery[Internet]. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER [citado en 12/10/2019]; 2017. p. 596-601. Disponible en : <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>
19. Gross RE, Stern MA, Lazarus JT. Ablative Procedures for Parkinson's Disease. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery[Internet]. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER [citado en 12/10/2019]; 2017. p. 610-618. Disponible en : <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>

20. Odekerken VJ, Boel JA, Schmand BA, et al. NSTAPS study group. GPi vs STN deep brain stimulation for Parkinson disease: Three-year follow-up. *Neurology*. 2016 Feb 23;86(8):755-61. Citado en PubMed; PMID: 26819458.
21. Panov FE, Larson P, Martin A . Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease[Internet]. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER [citado en 12/10/2019]; 2017. p. 531-545. Disponible en : <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>
22. Johnson LA, Vitek JL. Deep Brain Stimulation: Mechanisms of Action[Internet]. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER [citado en 12/10/2019]; 2017. p. 635-646. Disponible en : <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>
23. Rapoport BI, Kaplitt MG. Emerging and Experimental Neurosurgical Treatments for Parkinson's Disease[Internet]. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER. [citado en 12/10/2019]; 2017. p. 660-664. Disponible en : <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>
24. Taira T, Nakajima T, Ochiai T, et al. Thalamotomy for Focal Hand Dystonia. In: Winn HR. Yumans and Winn Neurological Surgery[Internet]. 7ma Ed. Philadelphia: ELSEVIER[citado en 12/10/2019]; 2017. p. 678-683. Disponible en : <https://www.elsevier.com/books/youmans-and-winn-neurological-surgery-4-volume-set/winn/978-0-323-28782-1>
25. Lipsman N, Schwartz ML, Huang Y, et al. MR-guided focused ultrasound thalamotomy for essential tremor: a proof-of-concept study. *Lancet Neurol*. 2013 May;12(5):462-8. Citado en PubMed; PMID: 23523144.
26. Schlesinger I, Eran A, Sinai A, et al. MRI Guided Focused Ultrasound Thalamotomy for Moderate-to-Severe Tremor in Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis*. 2015;2015:219149. Citado en PubMed; PMID: 26421209.

Conflictos de interes

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

** Dr. Enrique Marcos Sierra Benítez: búsqueda de bibliografía, confección del manuscrito.

*** Dra. Mairianny Quianella León Pérez: Búsqueda de bibliografía.

**** Dra.C. María Teresa Solomon Cardona: Asesoramiento científico, Revisión Final del artículo.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Sierra Benitez EM, León Pérez MQ, Solomon Cardona MT. Cirugía ablativa del núcleo subtalámico en la Enfermedad de Parkinson. Consideraciones necesarias. Rev Méd Electrón [Internet]. 2020 Nov.-Dic. [citado: fecha de acceso]; 42(6). Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/3631/4928>