

Subtalamotomía estereotáctica. Técnica quirúrgica

Gerardo López Flores,* Ramsés Fernández, Raúl Macías,* Lázaro L. Alvarez, Juan Teijeiro Amador, Eduardo Alvarez,** Carlos Maragoto,** Orlando Cruz,*** Eduardo Fermín,*** José Jordán,*** Rolando Palmero,** Rafael Rodríguez y Maylen Carballo-Barreda.**

Dpto. de Neurocirugía, *Dpto. de Neurofisiología, **Clínica de Trastornos del Movimiento, Centro Internacional de Restauración Neurológica, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba. ***Dpto. de Neurocirugía y Radiología, Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgica, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.

Recibido: 22 de julio de 2003. Aceptado: 27 de noviembre de 2003.

Palabras clave: *enfermedad de Parkinson, subtálamo, localización estereotáctica, cirugía funcional estereotáctica.*
Key words: Parkinson's disease, subthalamus, stereotactic localization, stereotactic functional surgery.

RESUMEN. Se describen las indicaciones de la subtalamotomía, la técnica quirúrgica y un método para corroborar la localización real de las lesiones en imágenes postoperatorias. Este procedimiento es indicado en pacientes con enfermedad de Parkinson idiopática en estados avanzados y complicados de la enfermedad con predominio de manifestaciones axiales. Las evaluaciones se realizan en el pre y postoperatorio siguiendo los lineamientos del CAPIT (Core Assessment Program for Intracerebral Transplantations). La técnica quirúrgica consta de tres etapas: adquisición de las imágenes estereotácticas, localización anatómo-funcional de blanco quirúrgico y lesión por radiofrecuencia de la región sensorimotora del núcleo. Para evaluar las lesiones se aplicó un método de corroboración con imágenes de resonancia magnética nuclear que incluyó la evaluación de la localización y dimensiones de las lesiones. Por la forma, tamaño y posición espacial del núcleo subtalámico, su ablación requiere de una técnica quirúrgica adaptada a cada paciente y un método de evaluación clínica junto a la comprobación real de las lesiones que permita evaluar la seguridad y efectividad del procedimiento.

ABSTRACT. Indications for Subthalamotomy, surgical technique and a method to corroborate actual lesion to localization in post-operative images are described. This procedure is indicated on patients with Parkinson's idiopathic disease in advanced and complicated stages with predominance of axial manifestations. Evaluations are performed in pre and post-operative according to CAPIT (Core Assessment Program for Intracerebral Transplantations). The surgical technique has three stages: acquisition of stereotactic images, anatomo-functional localization of surgical targeting and lesioning by radiofrequency within the nucleus' sensorimotor region. In order to evaluate lesions, we applied a method of corroboration with Resonance Magnetic Images (RMI), that included evaluation of localization and lesion dimensions. Through form, size and spatial position of the subthalamic nucleus, its ablation requires a particularized surgical technique to each patient and a clinical evaluation method as well as actual lesion check-up that allows to evaluate security and effectiveness of procedure.

INTRODUCCION

El núcleo subtalámico (NST) es considerado por varios autores como un blanco preferido en la cirugía de la enfermedad de Parkinson (EP).¹⁻¹² Los estudios experimentales con lesiones del NST, han mostrado efectividad en mejorar todos los signos motores de la EP en monos-MPTP (1-metil-4-fenil-1,2,3,6-tetrahidropiridina) y otros modelos.¹³⁻²¹ Igualmente fueron consideradas efectivas las lesiones en la región subtalámica de pacientes con EP realizadas en la década del sesenta,²²⁻²⁴ aunque muchas de ellas no eran verdaderas lesiones del NST y se extendían en toda región subtalámica, incluyendo la zona incerta, sustancia negra pars reticulata (SNpr), campos de Forel-H2 y tálamo. La subtalamotomía dorso-lateral selectiva, con lesiones solamente confinadas a la región sensorimotora del NST se realizaron en humanos, por primera vez en 1995 por nuestro grupo del Centro Internacional de Restauración Neurológica en colaboración con el Dr. Obeso y su grupo de España. Los primeros resultados han sido reportados desde 1997.²⁵⁻²⁹ Aunque la estimulación cerebral profunda (ECP) del subtálamo en pacientes

***Correspondencia:**

Dr. Gerardo López Flores

Doctor en Ciencias Médicas, Especialista de 2do. Grado en Neurocirugía.

Centro Internacional de Restauración Neurológica, Avenida 25 No. 15805 entre Calles 158 y 160, Playa, Código Postal 11300, Ciudad de La Habana, Cuba. Correo electrónico: gerardo@neuro.ciren.cu

con EP ha sido favorecida, la ablación del NST cada vez es realizada por mayor número de investigadores en varios países.³⁰⁻³⁸

Actualmente existen diferencias en los métodos descritos para la localización y lesión del núcleo subtálico.

Este trabajo se propuso describir la técnica quirúrgica de la subtalamotomía, dividiéndola en una primera parte relacionada con la localización anatómica del núcleo, una segunda dedicada al mapeo electrofisiológico y la última en la que se describe el método de lesión.

MÉTODO

Evaluación clínica

La evaluación preoperatoria incluye: examen neurológico, neuropsicológico, tomografía axial computadorizada (TAC) y Resonancia Magnética Nuclear (RMN). se aplicaron los lineamientos del CAPIT (Core Assessment Program for Intra-
-cerebral Transplantations).³⁹ Este incluyó el UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale) sección II (actividades de la vida diaria) y sección III (UPDRS Motor), la escala de discinesias, la escala de Hoehn y Yahr (estados I-V), y los exámenes cronometrados. El protocolo fue previamente aprobado por el comité de ética médica de la institución y todos los pacientes ofrecieron su consentimiento informado por escrito acorde con la declaración de Helsinki.

Evaluaciones periódicas siguiendo iguales lineamientos a los 1, 3, 6, 12 meses del postoperatorio son necesarias para definir a corto y largo plazo, el impacto en la condición motora, intensidad de discinesias, dosis de L-dopa, etc.

Adquisición de la imagen

Imágenes de RM preoperatorias (1,5 T, Siemens, Alemania) preferentemente cortes axiales en T1 y T2, coronales en T2 y secuencias de *Inversion recovery spin echo* (2 a 3 mm de grosor del corte), siendo meticulosamente alineadas con el plano intercomisural y las coronales perpendiculares a este plano (Tabla 1). Estas se usan, para definir y estudiar las comisuras y hacer análisis morfométricos de los ganglios basales y en particular del NST (Fig. 1).

Con un equipo de TAC helicoidal (Al Star. Siemens, Alemania), después que se le ha fijado el marco a la cabeza del paciente, las imágenes se obtienen colocando el *gantry* en 0 grados, garantizando que existiera un paralelismo entre este y el marco estereotáctico.

Método indirecto de localización del blanco quirúrgico y mapeo electrofisiológico

Con la utilización del sistema de planificación STASSIS (Centro Internacional de Restauración Neurológica, Ciudad de La Habana),⁴⁰ se aplica un método anatómico de localización del blanco quirúrgico (BQ), indirecto relacionado con las comisuras, usando las imágenes de TAC estereotácticas y el atlas de Schaltenbrand and Wahren⁴¹ (Fig. 2).

El método indirecto de localización del BQ se basó en el desplazamiento siguiente: 2 a 3 mm posteriores al ICP, 4 mm inferiores al plano intercomisural y entre 11 y 13 mm laterales a la línea media. El intervalo en estos valores es ajustable a cada paciente.

Para iniciar la exploración electrofisiológica, se introduce el semi-microelectrodo concéntrico bipolar (tipo steel-steel) con un diámetro exterior de 0,3 a 0,4 mm, punta de

Tabla 1. Parámetros de la Resonancia Magnética Nuclear, que emplean los autores en los protocolos de obtención de imágenes con un equipo de 1,5 T, Siemens, Alemania.

Parámetros	T1 sagital	T2 sagital	T2 coronal	T1-TIR axial
TR/TE	4 000/105	4 060/16	4 020/108	7 000/70
Tiempo de inversión (ms)	–	–	–	350
Angulo de rotación (grados)	150	150	150	150
Número de cortes	10	24	19	19 (gap = 10)
Grosor del corte (mm)	3	2	2	1,5
Tamaño de la matriz	256X256	256X256	256X256	256X256
Tiempo de adquisición (min)	1,42	4,58	5,11	5,03

TR Tiempo de repetición. TE Tiempo de exposición.

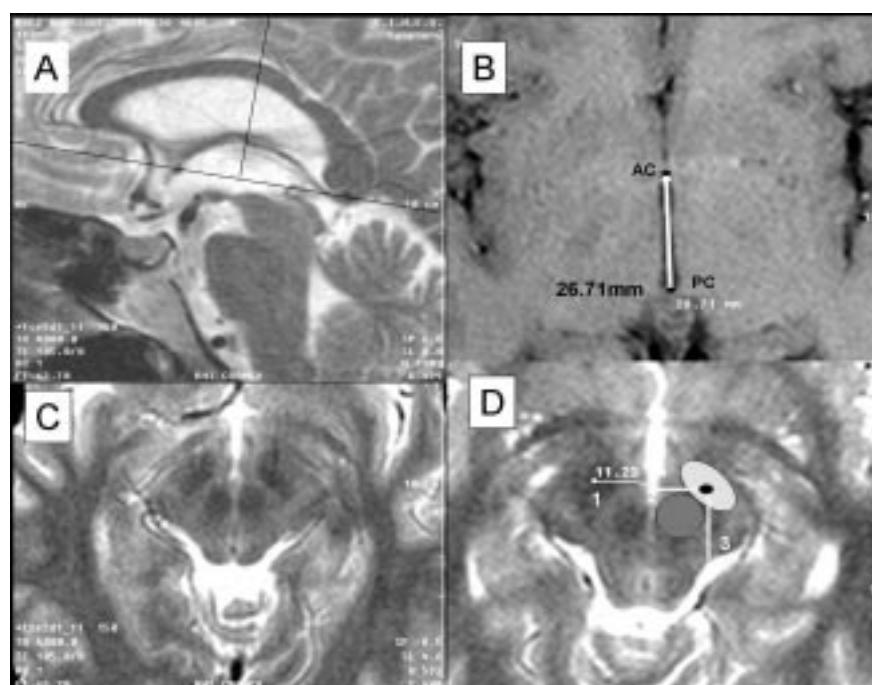


Fig. 1. A. Muestra de un corte sagital de RM-T2 en la línea intercomisural, para mostrar la selección del plano de corte axial paralelo al de las comisuras, igualmente se muestra una línea perpendicular al plano axial para representar el ángulo de obtención de los cortes coronales. B. La definición sobre un corte axial de RM-T1 debidamente alineado de las comisuras y su distancia en milímetros. C. Se observa en un corte axial de RM-T2 por debajo del plano intercomisural la hipointensidad mostrada por los núcleos rojo y subtálico. D. Se muestra de forma esquemática el realce de cada núcleo antes mencionado, así como las relaciones del centro del subtálico y su distancia del centro aparente perpendicular a la línea intercomisural, medida sobre la imagen de RM-T2 con ayuda del software, *Imagis* (Física Médica, Santiago de Cuba, Cuba).

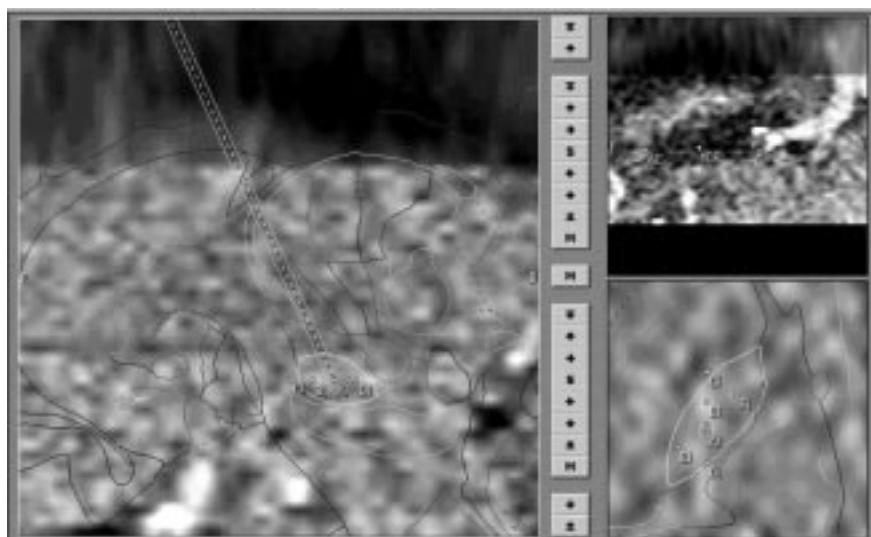


Fig. 2. Se muestra en el sistema de planificación quirúrgica (Stassis), la planificación del primer tramo de registro (A1), usando imágenes de TAC, correspondiendo aparentemente con el centro del núcleo, con un trayecto parasagital y ángulo antero-posterior de 65 grados con relación al plano intercomisural. Igualmente se muestra la corrección del atlas digitalizado de Georges Schaltenbrand y Waldemar Wahren 1977, en cortes axiales y coronales, así como el método de mapeo electrofisiológico más usado para definir los límites antero-laterales y posteriores del núcleo, inicialmente se realizan registros a 2 mm de distancia en el eje sagital del primer blanco (B1, C1, D1) y a continuación, se alternan en relación con la información electrofisiológica obtenida en desplazamientos en el eje oblicuo o eje mayor del núcleo (E1, F1).

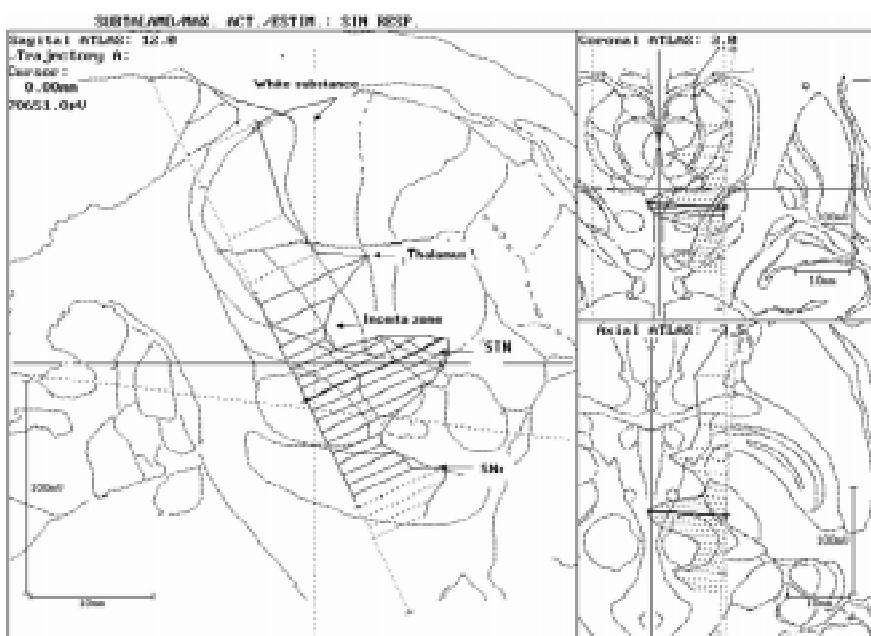


Fig. 3. Presentación en la pantalla del sistema de registro NDRS la integral resultante del registro multiunitario a lo largo de un trayecto intranuclear, representando las características electrofisiológicas registradas con semimicroelectrodo a lo largo del trayecto (tálamo, zona incerta, subtálamo y sustancia negra pars reticulata), superpuestas al corte sagital (12,0) coronal (4,0) y axial (3,5), del atlas digitalizado de Georges Schaltenbrand y Waldemar Wahren 1977.

10 a 20 μm con distancia interpololar de 0,2 a 0,3 mm e impedancia de 100 $\text{k}\Omega$ (Unique Medical Co Ltd, Tokyo, Japón). Se realizan trayectorias parasagitales de 0 a 15 grados, con inclinación de 40 a 65 grados en

la dirección antero-posterior con respecto al plano axial intercomisural. La actividad neuronal multiunitaria fue registrada y visualizada en una computadora personal con la ayuda del software de registro y procesa-

miento digital NDRS (Neurosurgical Deep Recording System) (Centro Internacional de Restauración Neurológica, Ciudad de La Habana)^{42,43} y (Neurónica, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ciudad de La Habana) (Fig. 3). Utilizando un equipo de estimulación eléctrica (Nihon Kohden Corporation, Tokyo, Japón), se realiza estimulación con pulsos de corriente entre 0,1 y 5 mA, 0,3 ms de ancho de pulso, con incrementos de 0,1 mA, frecuencias de 60 a 180 Hz. Durante la estimulación se evalúa la relación con estructuras vecinas y efecto antiparkinsoniano. Subsecuentes trayectos de registros son realizados a una distancia del primero de 2 mm para encontrar, con desplazamientos anteriores, el borde antero-lateral del núcleo y posteriores el extremo posterior del núcleo.

Lesión por radiofrecuencia

La lesión se localiza a punto de partida de la localización funcional del NST. Esta planificación se realiza en el plano axial con el sistema de planeamiento "Stassis" y en el plano coronal y sagital por el sistema NDRS⁴¹ (Fig. 4). La lesión se localiza en la región anatómica rostral-dorsal y lateral del núcleo incluyéndose generalmente la mayoría de los puntos donde se registraron grupos celulares relacionados con movimientos de la extremidades, lo cual se corresponde con la región sensorimotora, somatotópicamente mejor organizada del NST. Para la realización de la lesión se utiliza el neurogenerador Leksell (Elekta Instruments AB, Sweden) y un electrodo de 2 mm, se realizan dos tráctos de lesión de 60 a 65 grados con una o dos lesiones por trácto a 70 °C a 60 s. Este método se basa en las observaciones siguientes:

- Con ángulos de 60 a 65 grados en sentido antero-posterior y de 0 a 15 grados látero-mediales, se puede conformar la lesión requerida, de forma progresiva con varios trayectos de lesión, evaluando los resultados clínicos y posibles efectos adversos de forma más segura para el paciente.
- Por la posición espacial compleja del NST, es teóricamente más factible obtener un volumen de lesión en una región delimitada del núcleo si se conforma este con lesiones múltiples y superpuestas realizadas en dos trayectos de lesión.
- En la realización de la prueba de lesión, antes de alcanzar la tem-

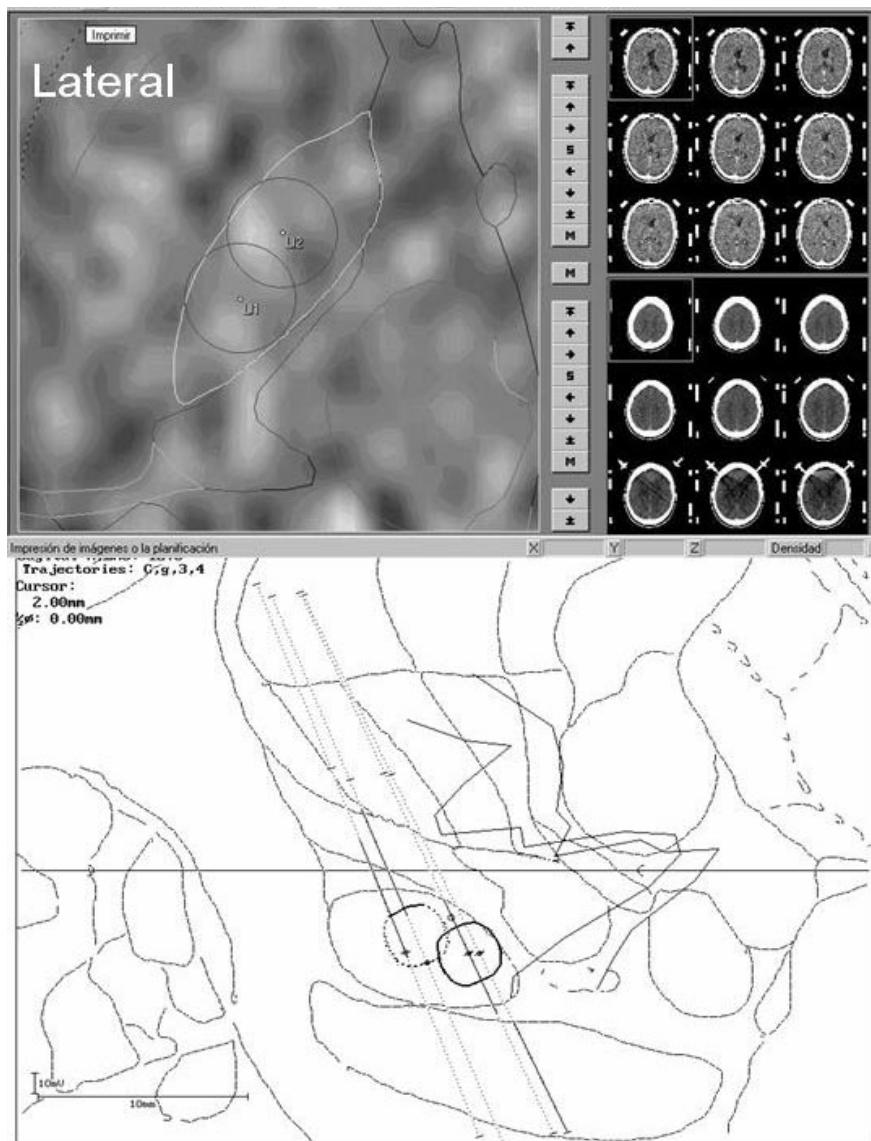


Fig. 4. a) Se demuestra cómo con ayuda del Stassis, se planifica la localización aparente de la lesión intranuclear en relación con los límites del núcleo en dirección antero-posterior y medio-lateral, se superpone a la imagen tomográfica del cerebro del paciente el atlas digitalizado de Georges Schaltenbrand y Waldemar Wahren, 1977. **b)** Se muestra el método empleado para localizar las lesiones en sentido dorso-ventral sobre dos trayectorias previamente planificadas usando información electrofisiológica derivada del registro multiunitario. Con esta utilidad del NDRS, se puede definir el punto más conveniente para ubicar las lesiones a la altura requerida. Igualmente, se superpone el atlas digitalizado de Georges Schaltenbrand y Waldemar Wahren, 1977. Observe esta relación por separado entre la ubicación aparente de las lesiones 1 y 2 con la proyección de la integral de los trayectos de registro A y B respectivamente.

peratura de lesión “irreversible”, es más seguro para el paciente, iniciar una lesión pequeña en una región que ha mostrado mejor organización somatotópica o con actividad celular, en relación con el movimiento de las extremidades o el temblor.

El tamaño aparente de las lesiones sobre cortes axiales no excedió los 6 mm en sentido antero-posterior, ni los 5 mm en sentido rostro-caudal, lo que representa igualmente un volumen aproximado de 50 a 80 mm³.

Evaluación de la posición real de las lesiones y sus dimensiones

Las imágenes de RMN se realizan en la primera semana del postoperatorio. El método de confirmación consiste en definir la relación entre los bordes del NST y las lesiones. Como en todos los pacientes no se puede delimitar en las imágenes de RMN el NST, se realiza además, una confirmación adicional; en ella se usa como referencia indirecta el centro anatómico del núcleo rojo (CNR). Para este análisis se emplea

el software Imagis. Se selecciona un corte 4 mm inferior al plano de las comisuras; se define el CNR y se trazan dos líneas formando un ángulo de 90 grados. Una, en la dirección anterior y otra, en la dirección lateral, con lo que se obtiene formándose un cuadrante no mayor de 10 mm en cuya bisectriz se proyecta el centro del núcleo subtálamico; esto brinda información antero-posterior y látero-medial. Para completar el análisis en sentido rostro-caudal, se toma un corte coronal, posterior al punto intercomisural donde se observan las lesiones y el núcleo rojo y se traza una línea por ambos CNR, paralela al plano axial que contenga las comisuras, teniendo en cuenta que las lesiones deben aparecer por debajo del borde ventral del tálamo y sobre esta línea (Fig. 5).

Para evaluar el tamaño de las lesiones se usa una de las utilidades del software IMAGIS que permite medir las lesiones, en cortes axiales, coronales y sagitales. Se considera la zona central hipointensa en tiempo de relajación T2 como la zona de necrosis (Lesión), una zona limitada intermedia alrededor de la primera y otra más extensa aún más periférica que se observa muy hiperintensa en tiempo de relajación T2 que se corresponde con edema perilesional (Fig. 6).

DISCUSION

Significación del tipo de imagen seleccionada y método de localización del blanco quirúrgico

El método para la localización anatómica de los núcleos de los ganglios basales se basa en mediciones indirectas y directas, las cuales se pueden realizar utilizando diferentes técnicas imagenológicas como ventriculografía,⁴⁴ TAC^{41,45} o RMN.⁴⁶⁻⁵¹ Con la imagen de RMN se pueden delimitar los bordes de las estructuras nucleares, pudiéndose de esta forma prever las variaciones anatómicas existentes entre pacientes, además, se puede combinar con métodos indirectos de medición. La principal dificultad reportada radica en la distorsión de la imagen de RMN.^{49,50} Al compararse la TAC y la RMN, se reconoce la distorsión de la última, pero se concluye que las diferencias entre ambas es pequeña.⁵¹ Los avances obtenidos en la reducción de la distorsión en las imágenes de RMN han permitido la incorporación cada vez más creciente de este tipo de estudio como guía en la localización anatómica directa de estructuras profundas.^{49,50} Varios auto-

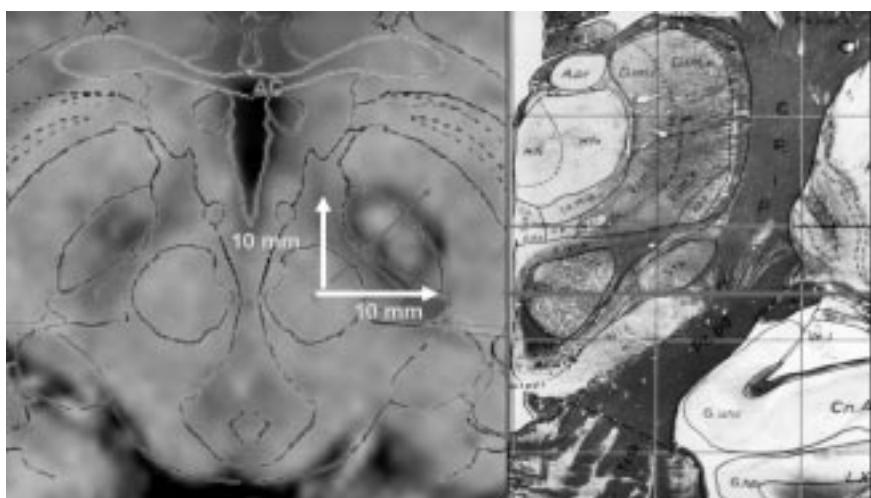


Fig. 5. A la izquierda, cortes axiales de RMN que contienen las lesiones. Esquema que muestra el método de confirmación de las lesiones en la dirección antero-posterior y medio-lateral. A la derecha en un corte coronal del atlas de Georges Schaltenbrand y Waldemar Wahren 1977, se muestra la relación del NST con una línea que pasa por el centro del núcleo rojo. Teniendo en cuenta esta referencia las lesiones deben aparecer siempre sobre esta línea.

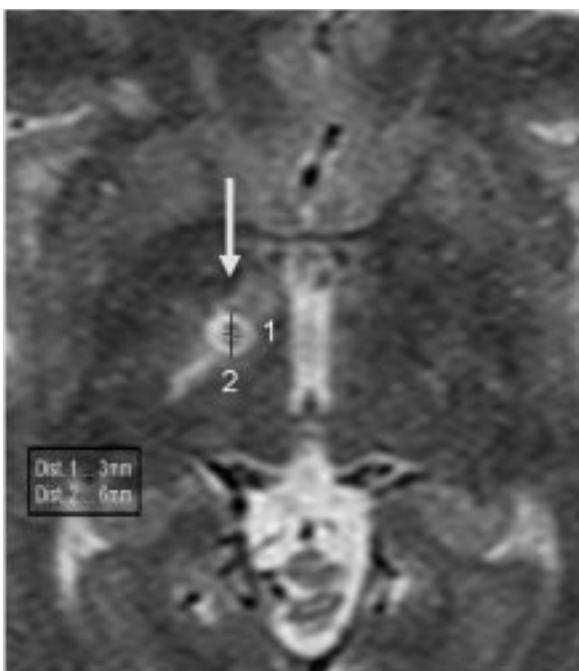


Fig. 6. En la imagen axial de RMN obtenida 24 h después de la lesión unilateral del NST, se pueden observar los componentes de la lesión, zona central (hipointensa) que se corresponde con la zona de necrosis y un área que rodea en halo a la anterior, lo que corresponde con el edema perilesional (hiperintenso), el diámetro del primero es 3 mm y el segundo 6 mm.

res prefieren el uso de esta guía imagenológica combinada con el microrregistro de la actividad eléctrica.⁵³ Otros reportan el uso combinado de imágenes de TAC y RMN^{50,51} unido al registro electrofisiológico,⁵³ para mejorar la localización de estructuras intracraneales. En estos casos, la fusión de imágenes de TAC y RMN es incapaz de sustituir el registro neurofisiológico en la lo-

calización de un núcleo intracranial.⁵⁰

Se han reportado varios métodos para la localización indirecta de los núcleos cerebrales, del intermedio ventral (Vim) del tálamo, Ohye,⁵⁴ pálido interno (GPi) Laitinen.⁵⁵ Los intervalos usados en estos métodos indirectos están necesariamente determinados por las propias variaciones anatómicas

y morfométricas entre pacientes y entre poblaciones.

La estrategia de localización del BQ de los autores es diferente a otras reportadas. Yokoyama y col.⁵⁶ prefieren colocar el BQ en la región más ventral del núcleo definido por un método directo con RMN. Los autores usan el centro del núcleo porque conociendo las pequeñas dimensiones de este, sería más probable encontrar núcleo en el primer trayecto si se encaminan a este punto, que a cualquier otro punto. Orhan Barlas y col.³⁶ usan la RMN estereotáctica para la localización del blanco anatómico empleando un método directo e indirecto tomando como referencia el punto intercomisural. Gill y col.,³¹ fijan el blanco anatómico en unas coordenadas que corresponden con la región dorsal lateral y posterior del núcleo. Su P.C. y col. y Doshi y col.^{30,35} usan un método directo con RMN dirigido al centro del núcleo. Filho y col.,³⁸ combinan imágenes de RMN y TAC usando métodos directos e indirectos para hacer blanco, además superponen un atlas estereotáctico.

Localización funcional del núcleo subtálamico

El método de mapeo electrofisiológico de los autores no ha sido previamente usado por otro grupo. Este se ajusta a la mínima variabilidad espacial del núcleo en la dirección lateral.⁵⁷ Los autores que realizan cinco tractos simultáneos tienen otra metodología y no reportan en detalle el nivel de mapeo realizado.³⁵

Todos los grupos que han reportado la realización de la subtalamotomía con la excepción de Su P.C. y col.,³⁰ confieren mayor relevancia al método de estimulación eléctrica con elevada frecuencia para la localización del subtáalamo,^{31,35,36,38} los autores al igual que Su P.C. y col., confieren mayor relevancia al registro eléctrico por considerar que la micro-estimulación brinda información limitada para refinar la localización del núcleo, siendo de utilidad solo para comprobar tanto la ubicación bien intranuclear del electrodo como las estructuras periféricas a este.

Ablación del núcleo subtálamico y confirmación real de las lesiones

Se prefieren dos trayectos de lesión de 60 a 65 grados, con electrodos de SA de 2 mm X 1,1 mm, con una o dos lesiones pequeñas por trayecto, para obtener una lesión mayor, con forma, dimensiones y volu-

men más adecuados al NST y su región sensitivomotora. Cuando con electrodos similares al usado por los autores, se practican lesiones únicas a temperaturas mayores de 70 °C, pueden producirse extensiones de la lesión mayores de 3 mm⁵⁸ (Fig. 7), incrementándose el riesgo de sobrepasar los límites del núcleo y de su región sensitivomotora.

En su artículo, Su P.C. y col.³⁰ reportan la utilización de un solo tracto de lesión con un electrodo de 1,2 X 3 mm, sin describir su ángulo. Realizan una sola lesión de 5 X 5 mm. Comienzan con 60 °C y si no hay efectos adversos, aumentan a 75 °C por 60 s. Sus volúmenes de lesión son de 120 mm³ y han tenido lesiones de hasta 300 mm³; en casos de núcleos pequeños determinados por el mapeo electrofisiológico, ellos extienden la lesión 1 a 2 mm en posición dorsal al núcleo. Lesiones de este diámetro pueden sobrepasar los límites del núcleo en sentido látero-medial y rostro-caudal. Las lesiones producidas por estos autores tienen un volumen dos veces mayor al producido por los autores de este trabajo y muy cerca del volumen total calculado para el subtálamo que es de 158 mm³.⁵⁹ Gill y col.³¹ igualmente prefieren solo un tracto de lesión, de 1,24 X 2 mm, para hacer una lesión pequeña solo de 3 mm de diámetro a 80 °C por 60 s. Ellos comentan que en algunos casos hacen una segunda lesión ventral a la primera. Al evaluar las lesiones encontraron que todas sus lesiones estaban en el subtálamo, pero la mayoría de ellas, se extendía dorsalmente hacia la zona incerta y el campo de forel-H2. Ellos comentan que esta extensión dorsal de la lesión es la causa de la mínima incidencia de discinesias severas. Parresh Doshi y col.³⁵ presentaron su experiencia en tres pacientes sometidos a lesiones unilaterales con un solo tracto de lesión y electrodo muy pequeño de 0,75 X 1 mm y temperatura de 70 °C en 60 s para producir lesiones de 1,5 X 2 mm. Ellos realizan lesiones aún más pequeñas que las postuladas en este trabajo y Gill.³¹ Lozano y col.⁶⁰ consideran que las lesiones que se extienden por fuera de los límites del núcleo pueden ser más efectivas en mejorar los signos motores de la EP y no producir discinesias al lesionarse concomitantemente fibras pálidofungales, lo que se traduce en un efecto parecido a la palidotomía.

Barlas O. y col.³⁶ presentan su experiencia en 9 pacientes, a los que les practicaron una subtalamotomía

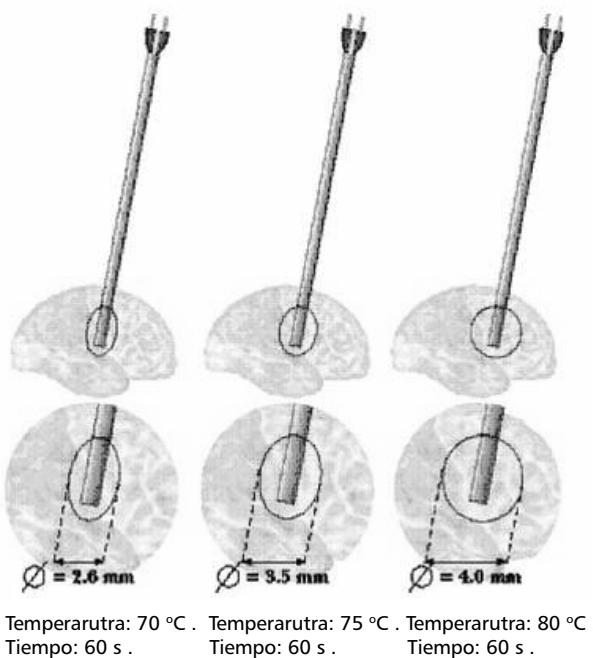


Fig. 7. Esquema que representa el diámetro de las lesiones, en relación con el tamaño del electrodo, la temperatura y el tiempo.

unilateral. Ellos usan un solo tracto de lesión, con un electrodo de 1 X 3 mm, lesionan a 73 °C en 60 s con diámetro de las lesiones de 2 X 4 mm, produciendo volúmenes de lesión parecidos a Gill,³¹ pero igualmente más pequeños que el propuesto por el grupo de los autores.

Filho y col.³⁸ utilizan un solo tracto de lesión de 40 a 45 grados con un electrodo de lesión de 1,1 X 3 mm y lesionan con 60 a 75 °C en 60 s. Es el único reporte donde se evalúa la localización real de las lesiones. Ellos le realizaron RMN a 16 de los 21 pacientes. Unas veces, en estados agudos y otras, en crónicos. Compararon la ubicación de las lesiones y las relacionaron con la comisura anterior, el apex de fisura coroidea y línea media. Después, compararon esta ubicación con las coordenadas de la lesión, encontrando que esta se ubicó lateralmente en tres pacientes, de modo medial en cuatro, mixta en 9, centralmente en dos y no se definió en tres. Ellos consideraron al igual que los autores del presente trabajo que el área de lesión está constituida por una zona central (necrosis), rodeada de una zona de edema que se extiende en forma de circunferencia, unos milímetros por fuera del área de necrosis.^{61,62}

CONCLUSIONES

Por la forma, tamaño y posición espacial del núcleo subtálmico, su ablación requiere de una técnica quirúrgica particular para cada pa-

ciente y un método de evaluación clínica junto a la comprobación real de las lesiones que permita evaluar la seguridad y efectividad del procedimiento.

BIBLIOGRAFIA

1. Bejjani B., Dormont D., Pidoux B., Yelnik J., Damier P., Arnulf I., et al. Bilateral subthalamic stimulation for Parkinson's disease by using three-dimensional stereotactic magnetic resonance imaging and electrophysiological guidance. *J. Neurosurg.*, **92**, 615-25, 2000.
2. Burchiel K.J., Anderson V.C., Faure J., Hammerstad J.P. Comparison of Pallidal and Subthalamic nucleus deep brain stimulation for advanced Parkinson's: Results of a randomized, blinded pilot study. *Neurosurgery*, **45**, 1375-84, 1998.
3. Krack P., Pollak P., Limousin P., Hoffman D., Xie J., Benazzouz A., et al. Subthalamic nucleus or internal pallidal stimulation in young onset Parkinson's disease. *Brain*, **121**, 451-7, 1998.
4. Kumar R., Lozano A.M., Montgomery E., Lang A.E. Pallidotomy and deep brain stimulation of the pallidum and subthalamic nucleus in advanced Parkinson's disease. *Mov. Disord.*, **13**, 73-82, 1998.
5. Limousin P., Pollak P., Benazzouz A., Hoffman D., Bas J.L., Broussolle E., et al. A Effect on parkinsonian signs and symptoms of bilateral subthalamic nucleus stimulation. *Lancet*, **345**, 91-5, 1995.
6. Olanow C.W. Deep brain stimulation of the subthalamic nucleus for Parkinson's disease. *Mov. Disord.*, **11**, 598-9, 1998.

7. Voges J., Volkmann J., Allert N., Lehrke R., Koulousakis A., Freund H.J., et al. Chronic subthalamic nucleus stimulation: Impact of electrode position. **Mov. Disord.**, **15**, 59, 2000.

8. Yoon M., Munz M. Placement of deep brain stimulators into the subthalamic nucleus. **Stereotact. Funct. Neurosurg.**, **72**, 145-9, 1999.

9. Yokoyama T., Sugiyama K., Nishizawa S., Yokota N., Ohta S., Vemura K. Subthalamic Nucleus Stimulation for Gait Disturbance in Parkinson's Disease. **Neurosurgery**, **45**, 41-46, 1999.

10. Guridi J., Luquin M.R., Herrero M.T., Obeso J.A. The subthalamic nucleus: A possible target for stereotactic surgery in Parkinson's disease. **Mov. Disord.**, **8**, 421-29, 1993.

11. Burchiel K.J., Anderson V.C., Faure J., Hammerstad J.P. Comparison of Pallidal and Subthalamic nucleus deep brain stimulation for advanced Parkinson's: Results of a randomized, blinded pilot study. **Neurosurgery**, **45**, 1375-84, 1998.

12. Krack P., Pollak P., Limousin P., Hoffman D., Xie J., Benazzouz A., et al. Subthalamic nucleus or internal pallidal stimulation in young onset Parkinson's disease. **Brain**, **121**, 451-7, 1998.

13. Aziz T.Z., Peggs D., Sambrook M.A., Crossman A.R. Lesion of the subthalamic nucleus for the alleviation of 1-methyl-4-phenyl-1, 2, 3, 6-tetrahydropyridine (MPTP)-induced parkinsonism in the primate. **Mov. Disord.**, **6**, 288-92, 1991.

14. Guridi J., Herrero M.T., Luquin M.R., Guillen J., Ruberg M., Laguna J., Vila M., Javoy-Agid F., Agid Y., Hirsch E., Obeso J.A. Subthalamotomy in parkinsonian monkeys: Behavioral and biochemical analysis. **Brain**, **119**, 1717-27, 1996.

15. Piallat B., Benazzouz A., Benabid A.L. Subthalamic nucleus lesions in rats prevents dopaminergic nigral neurons degeneration after striatal 6-OHDA injection: Behavioral and biochemical studies. **Eur. J. Neurosci.**, **8**, 1408-14, 1996.

16. Carpenter M.B., Whittier J.R., Mettler F.A. Analysis of choreoid hyperkinesia in the rhesus monkey, surgical and pharmacological analysis of hyperkinesia resulting from lesions in the subthalamic nucleus of Luys. **J. Comp. Neurol.**, **92**, 293-331, 1950.

17. Hamada I., DeLong M.D. Excitotoxic acid lesions of the primate subthalamic nucleus result in transient dyskinesias of the contralateral limbs. **J. Neurophysiol.**, **68**, 1850-8, 1992.

18. Mitchell I.J., Jackson A., Sambrook M.A., Crossman A.R. The role of the subthalamic nucleus in experimental chorea. Evidence from 2-deoxyglucose metabolic mapping and horseradish peroxidase tracing studies. **Brain**, **112**, 1533-48, 1989.

19. Guridi J., Herrero M.T., Luquin M.R., Guillen J., Obeso J.A. Subthalamotomy improves MPTP-induced parkinsonism in monkeys. **Stereotact. Funct. Neurosurg.**, **62**, 98-102, 1994.

20. Guridi J., Herrero M.T., Luquin M.R., Guillen J., Ruberg M., Laguna J., Vila M., Javoy-Agid F., Agid Y., Hirsch E., Obeso J.A. Subthalamotomy in parkinsonian monkeys. Behavioural and biochemical analysis. **Brain**, **119**, 1717-27, 1996.

21. Wichmann T., Bergman H., DeLong M.R. The primate subthalamic nucleus III. Changes in motor behavior and neuronal activity in the internal pallidum induced by subthalamic inactivation in the MPTP model of parkinsonism. **J. Neurophysiol.**, **72**, 521-9, 1994.

22. Andy O.J., Jurko M.F., Sias F.R.Jr. Subthalamotomy in treatment of parkinsonian tremor. **J. Neurosurg.**, **20**, 860-70, 1963.

23. Mundinger F. Subthalamotomy in the treatment of extrapyramidal motor disorders. **Germ. Med. Meth.**, **10**, 440-3, 1965.

24. Spiegel E.A., Wycis H.T., Szekely E.G., Adams J., Flanagan M., Baird H.W. III: Campotomy in various extrapyramidal disorders. **J. Neurosurg.**, **20**, 871-81, 1963.

25. Obeso J., Alvarez L., Macias R.J., Guridi J., Teijeiro J., Juncos J., Rodriguez M., Ramos E., Linazasoro G.J., Gorospe A., DeLong M. Lesion of the subthalamic nucleus (STN) in Parkinson's disease (PD). **Neurology**, **48** (Suppl.), A138, 1997.

26. Rodriguez M.C., Guridi O.J., Alvarez L., Mewes K., Macias R., Vitek J., Delong M.R., Obeso J.A. The subthalamic nucleus and tremor in Parkinson's disease. **Mov. Disord.**, **13**, 111-8, 1998.

27. Alvarez L., Macias R., Lopez G., Alvarez E., Maragoto C., Teijeiro J., Garcia A., Villegas A., Piedra J., Leon M., Pavon N., Rodriguez-Oroz M.C., Guridi J., Obeso J.A. Bilateral Subthalamotomy in Parkinson disease. **Mov. Disord.**, **15**, 65, 2000.

28. Alvarez L., Macias R., Rodriguez-Oroz M.C., Lopez G., Alvarez E., Guridi J., Juncos J., Tolosa E.S., Koller W.C., Litvan I., Vitek J., De Long M.R., Obeso J.A. Bilateral subthalamotomy in Parkinson's Disease. **Neurology**, **56**, A273, 2001.

29. Alvarez L., Macias R., Guridi J., Lopez G., Alvarez E., Maragoto C., Teijeiro J., Torrez A., Pavon A., Rodriguez-Oroz M.C., Ochoa L., Hetherington H., Juncos J., Delong M.R., Obeso J.A. Dorsal Subthalamotomy for Parkinson's Disease. **Mov. Disord.**, **16**, 72-8, 2001.

30. Su P.C., Tseng H.M., Liu H.M., Yen R.E., Tseng S.H., Liou H.H. Unilateral Subthalamotomy in the treatment of advanced Parkinson's disease. **Mov. Disord.**, **15**, 45, 2000.

31. Gill S.S., Heywood P. Bilateral dorsolateral subthalamotomy for advanced Parkinson's disease. **Lancet**, **350**, 1224, 1997.

32. Bhatt M.H., Doshi P.K. Subthalamic Nucleus lesioning for advanced Parkinson disease. **Mov. Disord.**, **15**, 48, 2000.

33. Su P.C., Tsang H.-M. Subthalamotomy for end-stage severe Parkinson's Disease. **Mov. Disord.**, **17**, 625-27, 2002 (Letter).

34. Su P.C., Tseng H.-M., Liu M.-H., Yen F.-R., Liou H.-H. Subthalamotomy for advanced Parkinson's Disease. **J. Neurosurg.**, **97**, 598-606, 2002.

35. Doshi P., Bhatt M. Hemiballism During Subthalamic Nucleus Lesioning. **Mov. Disord.**, **17**, 848-849, 2002 (letter).

36. Barlas O., Hanagasi H.A., Imer M., Sahin H.A., Sencer S., Emre M. Dounilateral ablative lesions of the subthalamic nucleus in Parkinsonian patients lead to Hemiballism? **Mov. Disord.**, **16**, 306-310, 2001.

37. Patel K.N., Heywood P., O'Sullivan, McCarter R., Love S., Gill S.S. Unilateral subthalamotomy in the treatment of Parkinson's disease. **Brain**, **126**, 1136-1145, 2003.

38. Filho V.O., Silva J.D. Unilateral Subthalamic nucleus lesioning. A safe and effective treatment for Parkinson's disease. **Arq. Neuropsiquiatr.**, **60**, 935-948, 2002.

39. Langston J.W., Widner H., Goetz C.G., Brooks D., Fahn S., Freeman T., Watts R. Core Assessment Program for Intracerebral Transplantation (CAPIT). CAPIT Committe. **Mov. Disord.**, **7**, 2-13, 1992.

40. Torres Montoya A., Pereira J. Testing the precision of stereotactic planning systems. **Comput. Med. Imaging Graph.**, **22**, 317-21, 1998.

41. Lopez G., Miguel-Morales J., Teijeiro-Amador J., Vitek J., Perez-Parra S., Fernandez-Melo R., Maragoto C., Alvarez E., Alvarez L., Macias R., Obeso J. Anatomic and Neurophysiological Methods for the Targeting and Lesioning of the Subthalamic Nucleus. Cuban experience and Review. **Neurosurgery**, **52**, 817-831, 2003.

42. Teijeiro J., Macias R.J., Morales J.M., Guerra E., Lopez G., Alvarez L.M., et al. Personal computer based system for three dimensional anatomic physiological correlations during stereotactic and functional neurosurgery. **Stereotact. Funct. Neurosurg.**, **75**, 176-87, 2000.

43. Teijeiro Amador J., Macias Gonzalez R.J., Ohye C., Munoz J.L., Alvarez L.M., Ochoa Zaldivar L., et al. Automatización de la correlación anatomo-fisiológica de las estructuras profundas del sistema nervioso central en la neurocirugía funcional estereotáctica. **Rev. Neurol.**, **9**, 320-31, 1996.

44. Hariz M.I., Bergenheim A.T. A comparative study on ventriculographic and computerized tomography-guided determinations of brain targets in functional stereotaxis. **J. Neurosurg.**, **73**, 565-71, 1990.

45. Tasker R.R., Dostrovsky J.O., Dolan E.J. Computerized tomography (CT)

is just as accurate as ventriculography for functional stereotactic thalamotomy. **Stereotact. Funct. Neurosurg.**, **57**, 157-66, 1991.

46. Lunsford L.D. Magnetic resonance imaging stereotactic thalamotomy: Report of a case with comparison to computed tomography. **Neurosurgery**, **23**, 363-7, 1988.

47. Alterman R.L., Kelly P. Magnetic resonance imaging guidance in surgery for Parkinson's disease. In: Germano I, editor. *Neurosurgical treatment of Movement Disorders*, Park Ridge: AANS, 195-205, 1998.

48. Villemure J.G., Marchand E., Peters T., Leroux G., Olivier A. Magnetic resonance imaging stereotaxy: Recognition and utilization of the commissures. **Appl. Neurophysiol.**, **50**, 57-62, 1987.

49. Walton L., Hampshire A., Forster D.M.C., Kemeny A. A phantom study to assess the accuracy of stereotactic localization, using T1-weighted magnetic resonance imaging with the Leksell stereotactic system. **Neurosurgery**, **38**, 170-8, 1996.

50. Alexander E.A. III, Kooy H.M., Van Herk M., Schwartz M., Barnes P.D., Tarbell N., et al. Magnetic resonance image-directed stereotactic neurosurgery: Use of image fusion with computerized tomography to enhance spatial accuracy. **J. Neurosurg.**, **83**, 271-6, 1995.

51. Holtzheimer P.E. III, Roberts D.W., Darcey T.M. Magnetic Resonance Imaging versus Computerized Tomography For Target Localization in Functional Stereotactic Neurosurgery. **Neurosurgery**, **45**, 290-8, 1999.

52. Taren J.A., Ross D.A., Gebarski, S.S. Stereotactic localization using fast spin-echo imaging in functional disorders. **Acta Neurochir.**, (Suppl.) **58**, 59-60, 1993.

53. Jonathan D.C., Robert P.I. Electrophysiological versus Image-Based Targeting in the Posteroventral Pallidotomy. **Comput. Aided. Surg.**, **4**, 93-100, 1999.

54. Ohye C. Stereotactic surgery in movement disorders: Choice of patient, localization of lesion with microelectrodes, and long-term results. **Neurosurgery**, **2**, 193-208, 1987.

55. Laitinen L.V., Bergenhei A.T., Hariz M.I. Leksell's posteroventral pallidotomy in the treatment of Parkinson's disease. **J. Neurosurg.**, **76**, 53-61, 1992.

56. Yokoyama T., Sugiyama K., Nishizawa S., Tanaka T., Yokota N., Ohta S., et al. Neural activity of the subthalamic nucleus in Parkinson's disease patients. **Acta Neurochir (Wien)**, **140**, 1287-91, 1998.

57. Zonenshayn M., Rezai A.R., Mogilner A.Y., Beric A., Sterio D., Kelly P.J. Comparison of anatomical and neurophysiological methods for subthalamic nucleus targeting. **Neurosurgery**, **47**, 282-94, 2000.

58. Cosman E.R. Radiofrequency lesions. In: Gildenberg P.L., Tasker R.R., editors. *Textbook of Stereotactic and Functional Neurosurgery*. New York: McGraw-Hill, 973-86, 1997.

59. Yelnik J. Functional Anatomy of the Basal Ganglia. **Mov. Disord.**, **17**, Suppl., S15-S21, 2002.

60. Lozano A.M. The subthalamic nucleus: myth and opportunities. **Mov. Disord.**, **16**, 183-184, 2001.

61. Tollefson T.T., Burns J., Wilkinson S., Overman J., Kieltyka J., Goodman S.H., Koller W.C., Troster A., Lyons K., Pahwa R., Batnitzky S., Wetzel L., Gordon M. Comparative Magnetic Resonance Image-Based evaluation of Thalamotomy and Pallidotomy lesion Volumes. **Stereotact. Funct. Neurosurg.**, **71**, 131-44, 1998.

62. Tomlinson F., Kelly J.P. Sequential magnetic resonance imaging following stereotactic radiofrequency ventralis oralis thalamotomy. **J. Neurosurg.**, **74**, 579-84, 1991.



ACTIVIDADES CIENTÍFICAS MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR DE CUBA

V SEMINARIO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE SANIDAD VEGETAL

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria e Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal del Ministerio de la Agricultura.

Del 17 al 21 de mayo del 2004.

Hotel Habana Libre, Ciudad de La Habana.

Temáticas

- Desarrollo de Métodos de Identificación y Diagnóstico Fitosanitario.
- Biotecnología Aplicada a la Protección de Plantas.
- Manejo Integrado de Plagas.
- Manejo Agroecológico de Plagas en el marco de la Agricultura Sostenible.
- Manejo de Plaguicidas y su Impacto Ambiental.
- Selección, Producción y Uso de Agentes de Control Biológico. Registro e Impacto Ambiental.
- Cuarentena Vegetal y Análisis de Riesgo.
- Extensión Agraria.
- Bioinformática y su Uso como Herramienta en el Campo de la Sanidad Vegetal.

En el contexto del Seminario se realizarán las actividades siguientes:

- ❖ 49. REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN DE FITOPATOLOGÍA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE.
- ❖ CONGRESO LATINOAMERICANO DE CONTROL BIOLÓGICO.
- ❖ REUNIÓN REGIONAL DE ENTOMOLOGÍA.
- ❖ TALLER IBEROAMERICANO MOSCAS BLANCAS - GERMINIVIRUS.

Para más información dirigirse al Comité Organizador del Seminario:

Dra. Lydia Tablada Romero E-mail: lydia@censa.edu.cu