

Subtalalamotomía por radiofrecuencia guiada por microrregistro multiunitario: Complicaciones tempranas en 130 procedimientos

Radiofrequency subthalamotomy guided by multi-unit microrecording: early complications in 130 procedures

Santiago Driollet L., MD²; Darío Adamec, MD⁵; Gastón Bartoli, MD⁶; Ing. Juan P. Travi⁴; Javier Ziliani, MD³; Alejandro Pellene, MD³; Fernando Leiguarda, MD³; Lic. Fernanda López⁷; Sergio Pampin, MD¹

¹Neurocirujano, Jefe Unidad de Neurocirugía funcional Hospital Prof. Alejandro Posadas, ²Neurocirujano, ³Neurólogo, ⁴Ingeniero Biomédico, ⁵Neurólogo y neurofisiólogo, ⁶Neuropsiquiatra, ⁷ Neuropsicóloga



Santiago Driollet, MD
Neurocirujano

*Unidad de Neurocirugía Funcional
Hospital Prof. Alejandro Posadas.*

RESUMEN

Objetivo. Describir las complicaciones tempranas (3 meses) observadas en 130 subtalalamotomías realizadas en pacientes con diagnóstico de enfermedad de Parkinson (EP) idiopática en el Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas, entre enero del 2012 y diciembre del 2015.

Material y métodos. Se analizaron 130 subtalalamotomías realizadas en 110 pacientes con diagnóstico de EP avanzada de acuerdo a los criterios de la UK Parkinson's Disease Brain Bank¹, evaluándose las complicaciones tempranas (hasta 3 meses) de la subtalalamotomía por radiofrecuencia guiada por microrregistro.

Resultados. Las complicaciones encontradas fueron hemorragia 2,3%, isquemia 0,7%, infección 1,5%. La incidencia de disquinesias fue de un 8,4% con resolución espontánea.

Conclusión. La subtalalamotomía constituye un recurso quirúrgico útil y efectivo para el tratamiento de los síntomas motores de la EP avanzada. Presentando bajo índice de complicaciones tempranas.

Palabras clave: Complicaciones; Subtalalamotomía; Núcleo subtalámico (NST); Ablación; Enfermedad de Parkinson

ABSTRACT

Objective. To describe early complications (within 3 months) found in 130 stereotaxic subthalamotomies done in Idiopathic Parkinson Disease patients in the Professor Alejandro Posadas Hospital, between January 2012 and December 2015.

Material and methods. We analyze 130 subthalamotomies done in 110 Parkinson disease patients diagnosed with UP Parkinson's Disease Brain Bank criteria, evaluating early complications (up to 3 months) of multiunitary micro-recording guided radiofrequency subthalamotomies.

Results. The most common complications were hemorrhagic (2,3%), ischemic stroke (0,7%), infection (1,5%). The incidence of dyskinesia was 8,4%, with spontaneous resolution.

Conclusion. Subthalamotomy is an effective and safe surgical technique in the treatment of advanced Parkinson Disease. Presenting low frequency of early complications.

Key words: Complications; Subthalamotomy; Subthalamic nucleus lesion; Parkinson's disease

INTRODUCCIÓN

El desarrollo y avance de las diferentes técnicas quirúrgicas han demostrado sus beneficios en el tratamiento de los aspectos motores de la enfermedad de Parkinson (EP). Los blancos quirúrgicos más utilizados en la actualidad son el núcleo ventral intermedio del tálamo (VIM), la porción pósterovernal del globo pálido interno (GPI) y el sector dorsolateral del núcleo subtalámico (NST). Con los avances en el conocimiento de la fisiopatología, de neurofisiología e imágenes las técnicas ablativas continúan formando parte de las opciones quirúrgicas del neurocirujano funcional.

La subtalamotomía es un procedimiento muy efectivo para el control de los síntomas motores de la EP, que ha sido adoptada por muy pocos grupos en el mundo. Posiblemente debido a la extensa lista de complicaciones atribuidas a la lesión de la región subtalámica.

Mucho se ha escrito sobre las complicaciones asociadas a lesiones del tálamo o del globo pálido interno, existiendo escasos trabajos actuales que describan complicaciones de la subtalamotomía realizada con las modernas técnicas de imágenes y microrregistro neuronal.

OBJETIVO

Describir las complicaciones tempranas (3 meses) observadas en 130 subtalamotomías realizadas en pacientes con diagnóstico de EP idiopática en el Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas, entre enero del 2012 y diciembre del 2015.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 130 subtalamotomías en pacientes con diagnóstico de EP avanzada de acuerdo a los criterios de la UK Parkinson's Disease Brain Bank,¹ evaluándose las complicaciones tempranas (hasta 3 meses) de la subtalamotomía por radiofrecuencia guiada por microrregistro. Fueron operados un total de 110 pacientes, realizándose en 20 pacientes lesiones bilaterales diferidas (con un tiempo de espera entre ambas subtalamotomías de 6 meses).

Los pacientes padecían fluctuaciones motoras o severas disquinesias con impacto en su calidad de vida a pesar del mejor tratamiento farmacológico disponible.

La selección y seguimiento de los pacientes se decidió según lineamientos del CAPIT (Core Assessment Program for Intracerebral Transplantation).²

Se trata de un estudio abierto no randomizado el cual cumple con la aprobación del comité de ética y el protocolo de Helsinki, siendo los pacientes debidamente informados y todos ellos aceptando un consentimiento firmado.

La técnica quirúrgica utilizada para la realización de la totalidad de los procedimientos ha sido descrita en otra publicación.³ El marco estereotáctico utilizado es un marco Estereoflex (Tecnosuma, La Habana, Cuba), adquiriendo imágenes de tomografía axial computada volumétricas de 1mm de espesor. Utilizamos el sistema STASSIS como software de planificación quirúrgica (CIREN, La Habana, Cuba), que incluye una versión digitalizada del atlas de Schaltenbrand y Wahren. Las coordenadas iniciales utilizadas fueron 2-3 mm posterior al punto intermedio comisural, 4mm inferior y 11-13 mm lateral a la línea AC-PC. Realizamos trayectos únicos de microrregistro con un semimicroelectrodo bipolar concéntrico (Unique Medical Co Ltd, Tokyo, Japon; diámetro de 0,3-0,4 mm, distancia interpolar 0,2-0,3 mm). Se obtuvo una actividad neuronal multiunitaria registrada con el programa para registro y procesamiento digital NDRS (Neurosurgical Deep Recording System, CIREN, La Habana, Cuba). Se realizan subsecuentes trayectos con desplazamiento anteriores de 2 mm buscando el borde anterior del núcleo para luego desplazarnos 2 mm a 45 grados hacia el extremo lateral del núcleo. A continuación realizamos macroestimulación a través del electrodo de lesión (parámetros utilizados: 50 Hz, 0,5ms y rangos escalonados de intensidad desde 0 mA hasta 4 mA). Se completa el procedimiento con 2 lesiones por radiofrecuencia con electrodo de 1,1 mm de diámetro y 2 mm de superficie activa (Stereotactic TC Electrodes Cosman Inc, USA), llegando en forma escalonada a temperaturas de 70-80 grados durante 60 segundos.

Las complicaciones quirúrgicas encontradas en nuestra serie las hemos clasificado de la siguiente forma:

1. Complicaciones inherentes al procedimiento quirúrgico. Complicaciones observadas asociadas al acto quirúrgico. Incluyendo, colocación del marco de esterotaxia (fractura ósea, movilización del marco), infecciones (absceso, meningitis, empiema, infección de piel), isquemia, hemorragia (cefalohematoma, hematoma extradural, hematoma subdural y hematoma intraparenquimatoso), fístula de líquido cefalorraquídeo, higroma y/o neumoencefalo. No se realizó en forma rutinaria tomografía axial computada postoperatoria inmediata, realizándose solamente en caso de sospecha de complicación.

2. Complicaciones referidas al target. Fueron aquellas complicaciones "funcionales" obtenidas luego de realizada la lesión del blanco, relacionadas con la lesión misma del núcleo subtalámico o de las estructuras vecinas. Agrupándolas en:

- Síndrome extrapiramidal: Disquinesias, blefarospasmo. Las disquinesias las graduamos según la tercera parte de la escala de Goetz et al⁴, donde se

gradúa la severidad objetiva de las disquinesias (grado 0: Normal o sin disquinesias. Grado 1: mínimas y sin interferencias en los actos motores voluntarios. Grado 2: pueden comprometer los movimientos voluntarios pero el paciente es capaz de finalizar los actos motores. Grado 3: interferencias intensa en el control de los movimientos y gran limitación en las actividades de la vida diaria. Grado 4: disquinesias violentas, incompatibles con cualquier tarea motora). Síndrome piramidal: Paresia- plejía, disartria

- Síndrome cerebeloso. Disartria, dismetría, inestabilidad de la marcha
- Síndrome lemniscal. Parestesias, hipoestesia-anestesia.
- Trastornos oculomotores. Paresia del III par.

3. Complicaciones cognitivo-conductuales. Aquellas relacionadas con los aspectos conductuales en el postoperatorio temprano. Incluimos complicaciones como la excitación psicomotriz, desorientación temporo-espacial, trastorno del control de impulsos (desinhibición, hipomanía, hipersexualidad, gambling).

RESULTADOS

La distribución según sexo de los pacientes operados fue de 29 mujeres (30%) y 81 varones (70%). La edad promedio de los pacientes operados fue de 58 años (36-73), con un tiempo de evolución promedio de la enfermedad desde el diagnóstico hasta la realización de la cirugía de 11 años (5-19). Dentro de los factores de riesgo encontrados en los pacientes figuraban: hipertensión arterial (24 pacientes, 24%), diabetes tipo II (5 pacientes, 5%), hipotiroidismo (6 pacientes, 6,34%), otras (depresión reactiva 4 pacientes, lepra 1 paciente).

El tiempo de internación promedio de los pacientes fue de 3,4 días (3-15).

La duración habitual de la cirugía es de 4 horas. El número de trayectos de registro por paciente promedio fue de 5,4 trayectos por procedimiento (3-12).

Las complicaciones inherentes al procedimiento quirúrgico observadas fueron:

- Fractura ósea asociada a la colocación del marco de estereotaxia: Observamos 2 (dos) pacientes con fracturas óseas del hueso occipital asociada al pin de fijación del marco de estereotaxia (1,5%). Las mismas se resolvieron en forma espontánea sin fístula de líquido cefalorraquídeo.

- Infección: En nuestra serie, 2 (dos) pacientes se complicaron con abscesos cerebrales (1,5%). En un caso fue necesario la evacuación quirúrgica del absceso. En el segundo caso se controló con tratamiento antibiótico como único tratamiento. Ambos pacientes presentaron una buena evolución sin secuelas neurológicas.

- Isquemia: Se observó en 1 (un) paciente una isquemia frontal asociada al trayectoria quirúrgica (0,7%).

- Hemorragia: Se observaron 3 (tres) hemorragias cerebrales asociadas al procedimiento (2,3%). En un paciente se debió suspender el procedimiento por alteración del sensorio constatándose en la tomografía un sangrado menor (menor 10 cm³) en la región del globo pálido derecho. El segundo paciente evolucionó con ataxia e inestabilidad de la marcha constatándose un sangrado menor en relación con el sitio de lesión. El tercer paciente con sangrado en el sitio de ingreso cortical, evolucionó con convulsiones postoperatorias.

- Higroma: En un paciente se observó un higroma frontal que se resolvió en el control a los 3 meses (0,7%).

Las complicaciones referidas al blanco quirúrgico fueron:

- Síndrome extrapiramidal.

- Disquinesias: Las disquinesias postoperatorias aparecieron 24-48 horas posteriores al procedimiento en 11 pacientes (8,4%). De los cuales, 7 pacientes presentaron disquinesias grado 1 de Goetz, 1 paciente grado 3, y 3 pacientes disquinesias grado 4. En todos los casos se observó resolución espontánea de las disquinesias a las 4 semanas postoperatorias.

- Blefarospasmo. Hemos observado la presencia de blefarospasmo en 2 (dos) pacientes (1,5%). Este efecto mejoró con la regularización de la toma de levodopa. En la evaluación al mes postoperatorio se ha observado persistencia mínima de espasmo en 1 paciente.

- Síndrome rubro-cerebeloso: Se observó en todos los pacientes una reducción marcada del tono contralateral a la lesión. Dicho efecto se atribuye al efecto de la subtalamotomía sobre la rigidez. En 3 pacientes se observó ataxia transitoria contralateral (2,3%) regularizándose la taxia en el control ambulatorio al mes en dichos pacientes.

Complicaciones cognitivo-conductuales.

- Excitación psicomotriz. Se observó en 2 pacientes, la cual mejoró pasadas las primeras 24 horas postoperatorias (1,5%).

- Desorientación. En 3 pacientes, se obtuvo un cuadro de síndrome confusional, uno de ellos asociado a excitación psicomotriz (2,3%).

- Trastorno del control de impulsos. No se observó en el postoperatorio temprano cuadro de hipersexualidad, gambling o conductas desinhibidas. La mayoría de los pacientes presentó un cuadro de euforia reactiva a los resultados positivos de la cirugía, lo cual no llegaría a interpretarse como patológico.

La evaluación cognitivo conductual completa,

llevada a cabo por neuropsicología y psiquiatría, se realizó a los 6 meses debido a que ese es el tiempo en el que se estima la ausencia de edema asociado al procedimiento evitando así interferencias ocasionadas como consecuencia de la intervención quirúrgica.

DISCUSIÓN

La subtalamotomía tiene un impacto importante sobre los síntomas cardinales motores demostrados por nuestro grupo en otras publicaciones.^{5,6}

Las tasas de complicaciones para procedimientos ablativos difieren según la literatura consultada. En nuestra serie no hemos realizado en forma sistemática tomografía computada de cerebro en el postoperatorio inmediato, por lo que no podemos definir la real incidencia de hemorragia postoperatoria (hemorragia asintomática).

El microrregistro constituye una herramienta fundamental para la confirmación electrofisiológica del núcleo a lesionar, pero continúa siendo su utilización un tema controversial en cuanto al aumento del riesgo de sangrado, infección y tiempo quirúrgico.⁷⁻¹⁰

El riesgo de hemorragia intracraneal ha sido estimado en un 5% aproximadamente por Zrinzo et al.¹¹ Terao et al.¹² describen una incidencia de sangrado cerebral del 15,8% asociados a procedimientos de lesión (encontrándose mayor cantidad de sangrado en talamotomías 21,7% y menor durante las palidotomía 11,8%). Incluyendo en estos valores tanto hemorragias sintomáticas como asintomáticas. No habiendo reportes del riesgo asociado a la subtalamotomía en la literatura médica.

No existen en la literatura descripciones de la tasa de infección asociado a la subtalamotomía por radiofrecuencia guiada por microrregistro. Consideramos, según nuestra experiencia, que los tiempos quirúrgicos, número de trayectos de microrregistro y cantidad de lesiones difieren con otros blancos a ablacionar (Talamotomía y/o palidotomía). Por lo que no podríamos equiparar o unificar las tasas de infección. A su vez, no pudiendo comparar, por tratarse de modalidades quirúrgicas diferentes, los resultados de nuestra serie con los reportados para la estimulación cerebral profunda.

En todas las series reportadas en la literatura la incidencia de muerte relacionada con el procedimiento es baja, publicando Rughani y colaboradores¹³ sobre un total de 5.464 pacientes una mortalidad intrahospitalaria del 0,26%. No teniendo ningún deceso en nuestra serie de 130 subtalamotomías.

La presencia de blefarospasmo podría estar relacionada con la lesión de fibras prerrubrales del campo H1 de Forel, en coincidencia por lo publicado por otros grupos quirúrgicos,¹⁴ quien describió un caso de apraxia de la apertura ocular a los 3 meses

posteriores a la cirugía. Demostrando que la lesión producida estereotácticamente se ubicaba en las fibras pre-rubrales del campo H1 de Forel.¹⁵

Desde 1927, luego de la publicación de Purdon Martin,¹⁶ reportando el caso de un paciente con hemibalismo severo en el cual la evaluación postmortem mostró una lesión del área subtalámica, se asoció directamente el NST con hemibalismo. Restringiéndose la utilización del núcleo subtalámico como blanco quirúrgico.

Álvarez et al.,¹⁷ reportan en una serie de 89 pacientes la presencia de disquinesias dentro de las primeras 24 horas en el 58,4% de subtalamotomías unilaterales. En todos los casos las disquinesias fueron contralaterales a la lesión, usualmente en el miembro inferior, mayoritariamente de intensidad media y con autoreolución en las 4 a 12 semanas siguientes. En un 15% de su serie los pacientes persistieron con disquinesias, siendo las mismas severas en un 8% (necesitando la realización de una palidotomía para el control de las disquinesias).

Vilela-Filho¹⁸ describe que la incidencia de disquinesias postsubtalamotomía ronda el 10% y que se sugiere que esta baja incidencia se debe a la interrupción de fibras palidotálámicas en el campo H2 de Forel, campo prerrubral, localizados inmediatamente dorsales al NST. Otra posible explicación es que en pacientes parkinsonianos el umbral para desarrollar disquinesias es mayor que en individuos normales. Reportando en su serie de 21 pacientes sometidos a subtalamotomía la presencia de 2 casos de disquinesias, encontrándose lesiones completamente restringidas al NST.^{19, 20}

En nuestra serie hemos encontrado una tasa menor de disquinesias posteriores al procedimiento, resolviéndose espontáneamente todos los casos al mes postoperatorio. No tuvimos necesidad de realizar una palidotomía complementaria. Creemos que dicha diferencia de resultados se debe al emplazamiento más dorsal de nuestra lesión (con compromiso de fibras palidofugas) en comparación a la técnica empleada por el grupo de Álvarez et al.

Guridi y Obeso²¹ concluyen que la subtalamotomía unilateral está asociada con mínimas o ninguna disquinesia y que la mayoría de los casos reportados en la literatura estaban asociados con lesiones en otras porciones de los ganglios basales fuera del NST.

CONCLUSIÓN

La subtalamotomía por microrregistro multiunitario constituye un recurso quirúrgico útil y efectivo para el tratamiento de la enfermedad de Parkinson avanzada, presentando bajo índice de complicaciones tempranas, como hemos demostrado en este trabajo.

REFERENCIAS

1. Hughes AJ, Daniel SE, Blankson S. A Clinicopathological study of 100 cases of Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55:181-4.
2. Langston JW, Widner H, Goetz CG, Brooks D, Fahn S, Freeman T, Watts R. Core Assessment for intracerebral transplantations (CAPIT). *Mov Disord* 1992; 7(1): 2-13.
3. Sergio Pampin, Santiago Driollet Laspiur, Fernando Leiguarda, Juan Pablo Travi, Dario Adamec. Subtalamotomía por Radiofrecuencia: Aspectos Técnico-Quirúrgicos. *REV ARGENT NEUROLOGIA* VOL. 27, N° 2: 67-71. 2013.
4. Goetz CG, Nutt JG, Stebbins GT. The Unified Dyskinesia Rating Scale: presentation and clinimetric profile. *Mov Disord*. 2008 Dec 15;23(16):2398-403.
5. Pampin S, Driollet L S, Leiguarda F, Ziliani J, Bartoli G, Travi JP, Adamec Dario. Subtalamotomía bilateral diferida guiada por microrregistros. Resultados motores a un año. *REV ARGENT NEUROLOGIA* VOL. 28, N° 4: 150-155. 2014.
6. Adamec D, Leiguarda F, Driollet L S, Bartoli G, Ziliani J, Stein Gustavo, Travi JP, Pampin S. Subtalamotomía bilateral diferida en enfermedad de Parkinson: evaluación motora, cognitiva y conductual. *Neurol arg*. 2015; 7(2):67-75.
7. Binder DK, Rau G, Starr PA. Hemorrhagic complications of microelectrode-guided deep brain stimulation. *Stereotact Funct Neurosurg*. 2003; 80(1-4):28-31.
8. Binder DK, Rau GM, Starr PA. Risk factors for hemorrhage during microelectrode-guided deep brain stimulator implantation for movement disorders. *Neurosurgery*. 2005 Apr; 56(4):722-32; discussion 722-32.
9. Maiti TK, Konar S, Bir S, Kalakoti P, Nanda A. Intra-operative micro-electrode recording in functional neurosurgery: Past, present, future. *J Clin Neurosci*. 2016 Jul 5. S0967-5868(16)30096-0.
10. Kinfe TM, Vesper J. The impact of multichannel microelectrode recording (MER) in deep brain stimulation of the basal ganglia. *Acta Neurochir Suppl*. 2013; 117:27-33.
11. Zrinzo L, Foltynie T, Limousin P, Hariz MI. Reducing hemorrhagic complications in functional neurosurgery: a large case series and systematic literature review. *J Neurosurg*. 2012 Jan; 116(1):84-94.
12. Terao T, Takahashi H, Yokochi F, Taniguchi M, Okiyama R, Hamada I. Hemorrhagic complication of stereotactic surgery in patients with movement disorders. *J Neurosurg*. 2003 Jun; 98(6): 1241-6.
13. Rughani A, Hodaie M, Lozano AM. Acute complications of movement disorders surgery: effects of age and comorbidities. *Mov Disord*. 2013 Oct; 28(12):1661-7.
14. Klostermann W1, Vieregge P, Kömpf D. Apraxia of eyelid opening after bilateral stereotaxic subthalamotomy. *J Neuroophthalmol*. 1997 Jun; 17(2):122-3.
15. Jankovic J, Patel SC. Blepharospasm associated with brainstem lesions. *Neurology*. 1983 Sep; 33(9):1237-40.
16. James Purdon Martin. Hemichorea resulting from a local lesion of the brain (The syndrome of the body of Luys). *Brain* 1927; 50: 637-651.
17. Alvarez Lazaro, Macias Raul, Pavon Nancy, Lopez Gerardo, Rodriguez Oroz Maria, Rodriguez Rafael, Alvarez Mario, Pedroso Ivan, Teijeiro Juan, Fernandez Ranfez, Casabona Enrique, Garcia Ivan, Guridi Jorge, Juncos Jorge, Delong Mahlon, Obeso Jose. Therapeutic efficacy of unilateral Subthalamotomy in parkinson's disease: Results in 89 patients followed up 36 months. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. 2009.
18. Vilela-Filho O, Silva DJ, Morais BA, Souza JT, Ragazzo PC. Possible mechanisms involved in subthalamotomy-induced dyskinesia in patients with Parkinson's disease. *Stereotact Funct Neurosurg*. 2013; 91(5):323-7.
19. Vilela Filho O, da Silva DJ. Unilateral subthalamic nucleus lesioning: a safe and effective treatment for Parkinson's disease. *Arq Neuropsiquiatr*. 2002 Dec; 60(4):935-48.
20. Vilela Filho O, Silva DJ, Souza HA, Cavalcante JE, Sousa JT, Ferraz FP, Silva LG, Santos LF. Stereotactic subthalamic nucleus lesioning for the treatment of Parkinson's disease. *Stereotact Funct Neurosurg*. 2001; 77(1-4):79-86.
21. Jorge Guridi y Jose A. Obeso. The subthalamic nucleus, hemiballismus and Parkinson's disease: reappraisal of a neurosurgical dogma. Review Article. *Brain* (2001), 124, 5-19.

COMENTARIOS

Los autores describen una de las series más grandes hasta ahora publicadas en torno a la subtalamotomía, guiada por estereotaxia y microrregistro. En esta cirugía se lesiona parte de la región subtalámica a través de una termolesión controlada en la zona motora del núcleo subtalámico. Se indica principalmente en pacientes con enfermedad de Parkinson. Uno de los factores que han limitado su uso amplio es el carácter irreversible de la cirugía ablativa y la posibilidad de generar disquinesias o balismo. Este riesgo, se ha demostrado en diversos estudios que es bajo,^{1, 2} en el actual fue de 8,4% y su carácter auto limitado. Asimismo, se describe la no necesidad de realizar una palidotomía en casos severos.

Este artículo se constituye en una importante evidencia para mantener una técnica quirúrgica válida y necesaria en nuestros países de América Latina. Se espera que al advenimiento de técnicas lesionales (ablativas) diferentes a la radiofrecuencia (láser y ultrasonido a manera de ejemplo) generen mayor seguridad y predictibilidad en resultados. Sin embargo éstas aún deben validarse.

Asimismo existen pacientes cuya sintomatología requiere escoger como blanco el subtálamo y no son candidatos a neuroestimulación porque no es posible o cuando esta técnica no es aceptada por el paciente. En estos casos, la subtalamotomía es una opción de tratamiento.^{3,5}

REFERENCIAS

1. Subtalamotomía en el tratamiento de la enfermedad de Parkinson. Descripción de un método de ablación y revisión. López Flores G, et al. *Revista Española de trastornos del movimiento* No 3 - Noviembre de 2006.
2. Radiaciones prelemniscas (RPRL). Su eficacia para el control del temblor. Espinosa J. *Neurotarget* 2007; 2: 102.
3. Estimulación de la región subtalámica: Indicaciones y resultados. Espinosa J. *Neurotarget* 2007; 2: 53 -63.
4. Estimulación cerebral profunda de las radiaciones prelemniscas para el temblor. Espinosa J, Arango G. *Neurotarget* 2008; 3 (2).
5. Prelemniscal radiation deep brain stimulation: Indications and results. pp. 236 – 241. Espinoza J, Arango G, Fonseca F, Gálvez J, Atuesta J. En: Cukiert A (ed). *Neuromodulation*. Alaúde Editorial 2010, São Paulo – Brasil.

Dr. Jairo Espinoza
Neurocirujano, Colombia