

## Parámetros cinemáticos en la prueba de *Tapping* en pacientes con enfermedad de Parkinson

### Cinematic parameters in the Tapping test in patients with Parkinson's disease

Pedro Chaná C.<sup>1</sup>, Hernán A. González R. PhD<sup>2</sup>, Alejandro Gutiérrez S. PhD<sup>3</sup> y Cristian Cáceres A.<sup>3</sup>

*Motor slowness is the most characteristic motor deficit in Parkinson Disease (PD). The tapping test is a timed motor performance task which has been widely used in evaluation of PD. We study kinematics parameters of tapping test in PD and health control. Methods: Subjects consisted on 12 patients (2 women) with Parkinson's disease (PD) and 6 healthy control subjects (2 women). The mean age  $63 \pm 9.7$  years PD and  $64.8 \pm 13.3$  years control. Duration of disease was  $5.8 \pm 4.1$  years. All patients were on levodopa medication. Procedures: All participants performed repetitive Hand/Arm movements between two points placed 25 cm apart horizontally for 20 successive taps ("as fast as possible"). The test was performed independently for each hand. Parkinson patients performed under the best ON condition. We assessed patients clinically using the motor section of the Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS). Informed consent was obtained. Apparatus: One standard video camera positioned perpendicularly from two target points recorded movement and referential xy system. A light reflective marker was attached to middle finger. The middle finger marker was manually digitized at a rate of 30 Hz using Kinematics Analysis software. Statistical analysis Kuskal-wallis one way analysis of variance, r spearman correlation. A p value  $< 0.05$  was considered statistically significant. Results: Median Velocity in normal control was  $94 \pm 11$  cm/s and in PD was  $67 \pm 15$  cm/s ( $p < 0.001$ ). Maximal velocity in normal control was  $198 \pm 20$  cm/s and in PD was  $143 \pm 33$  cm/s ( $p < 0.001$ ). Median acceleration in normal control was  $1630 \pm 331$  cm/s<sup>2</sup> in PD was  $966 \pm 285$  cm/s<sup>2</sup> ( $p < 0.001$ ). Median Movement amplitude in Y plane; in normal control was  $28 \pm 5$  cm and in PD was  $21 \pm 8$  cm ( $p < 0.01$ ). Median Movement amplitude in Y plane correlated significantly with bradykinesia summary score ( $r = -0.59$ ,  $p < 0.001$ ). Conclusion: The kinematics studio provides a very good quantitative approximation to bradykinesia in PD. The UPDRS III score is only a partial assessment of bradykinesia and tapping tests obtain objective complementary information.*

**Key words:** Parkinson's disease, bradykinesia, cinematic analysis, Tapping test.  
Rev Chil Neuro-Psiquiat 2013; 51 (2): 95-101

Recibido: 16/01/2013

Aceptado: 2/05/2013

Los autores no presentan ningún tipo de conflicto de interés.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Santiago de Chile. (USACH).

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Mecánica, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

<sup>3</sup> Departamento de mecánica de la escuela de ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile.

## Introducción

La enfermedad de Parkinson (EP) afecta principalmente las destrezas motoras de quienes la padecen. Su diagnóstico se basa en una tríada de síntomas y signos motores: temblor, rigidez y bradicinecia. Para muchos autores, la bradicinecia es el síntoma principal de la enfermedad, definido como el enlentecimiento en la iniciación de los movimientos voluntarios con progresiva reducción en la velocidad y amplitud, especialmente evidente en las acciones repetitivas. Se pueden distinguir clínicamente tres componentes en la bradicinecia:

1. El retardo para iniciar el movimiento denominado acinesia.
2. El enlentecimiento del movimiento conocido como bradicinesia.
3. La reducción de la amplitud del movimiento o hipocinesia.

Los movimientos repetitivos son una de las formas más utilizadas para evaluar cualitativa o cuantitativamente la bradicinecia en la EP. Sin embargo, para evaluar la enfermedad existen también pruebas médicas con escalas semi-cuantitativas y cuantitativas. Una de las escalas semi-cuantitativas es la escala unificada para la valoración de la enfermedad de Parkinson (UPDRS), que establece una categorización de 0 a 4 para un grupo de distintos movimientos con el fin de evaluar la bradicinecia. Asimismo, existen las pruebas médicas con escalas cuantitativas como el *tapping*, donde se le solicita al paciente tocar dos puntos separados con la misma mano varias veces, determinándose con ello el número de repeticiones realizadas en un tiempo determinado<sup>1-12</sup>. Ambas pruebas son complementarias para determinar los diferentes ámbitos de la bradicinecia, que comúnmente son incorporadas en los protocolos de evaluación de investigación farmacológica y en la evaluación de los resultados quirúrgicos, con el objeto de entregar parámetros cualitativos que nos permitan objetivar la evaluación clínica<sup>13</sup>.

El objetivo de este estudio cuantitativo es describir las características cinemáticas del movimiento de la mano en la prueba de *Tapping* analizado

mediante un sistema de vídeo que captura la velocidad, aceleración y desplazamiento en el espacio, aplicado en controles y personas con EP, correlacionándolo con UPDRS sección motora parte III y sus diferentes ítems, el estándar actual de la evaluación clínica para la enfermedad de Parkinson<sup>14</sup>.

## Material y Métodos

Se estudiaron 12 pacientes con EP que cumplieran con los criterios propuestos por el Banco de cerebros de Londres (2 mujeres y 10 hombres con una edad media de  $64,6 \pm 9,4$  años) y 7 controles (2 mujeres y 4 hombres con una edad media de  $64,8 \pm 12,8$  años) los controles se seleccionaron pareándolos por edad y sexo. La duración de la EP era de  $5,8 \pm 4,1$  años. Todos los casos estaban en tratamiento con levodopa, con una dosis media de  $779 \pm 495$  mg día. Se excluyeron los pacientes que presentaban enfermedades severas que pudieran interferir con la evaluación por no comprender las instrucciones o presentar limitaciones para la realización de la prueba, asimismo los pacientes que no pudieran consentir personalmente. El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Santiago de Chile y se le solicitó consentimiento informado a todos los pacientes.

Los pacientes fueron evaluados bajo el efecto de la medicación en estado "ON". Se les solicitó que con los dedos de la mano tocaran en forma secuencial dos puntos separados por 25 cm. En el dedo medio se instaló una marca refractaria a la luz, utilizada como referencia para determinar la posición de la mano. El movimiento fue filmado mediante una cámara de vídeo estándar con una velocidad de 30 cuadros por segundo. La filmación se realizó sobre un plano con sistema de referencia cartesiano, respecto del cual se midieron los desplazamientos. Las pruebas se realizaron para ambas manos. En la Figura 1 se puede ver un paciente que tiene en su mano la referencia refractaria utilizada.

Los pacientes fueron evaluados clínicamente usando la escala unificada para la valoración de la enfermedad de Parkinson en su sección motora parte III (UPDRS-III). Para el análisis se establecieron los siguientes subíndices mediante la sumatoria

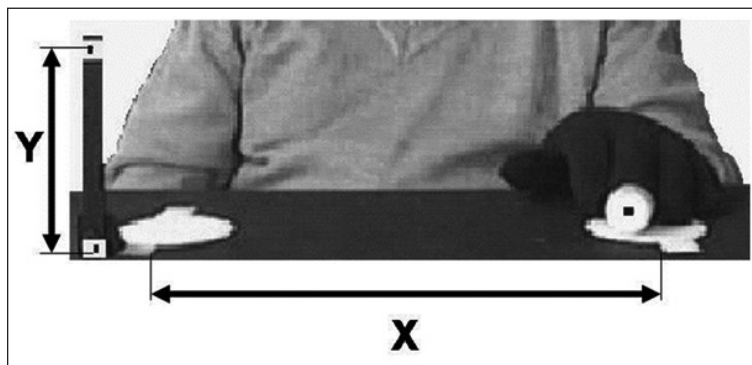


Figura 1. Sistema de referencia (2D) XY para la adquisición de imágenes.

de un grupo de ítems relacionados: índice de temblor ítem 20-21, índice de rigidez ítem 22, índice de bradicinesia ítem 26 y 25. Además, en la prueba de *Tapping*, se midió el número de ciclos completados en un minuto.

El análisis cinemático se realizó mediante un software especialmente diseñado para determinar la posición espacial de la marca en relación al sistema de referencia cartesiano. Se obtuvo una muestra de los primeros 6 segundos de movimiento, una vez iniciado el desplazamiento de la mano. Esta muestra corresponde a 180 imágenes que fueron procesadas, determinando con ello la posición de la marca refractaria y, por tanto, de la mano. Este proceso genera una trayectoria espacial que queda definida por una función posición discreta que depende del tiempo (sistema Euleriano). Con esta función posición se determinan varios índices, los cuales se han definido a priori. Los índices se agrupan

en dos familias de parámetros que llamaremos temporales y espaciales. Dentro de cada una de estas familias los índices seleccionados son los siguientes:

1. Parámetros Temporales: velocidad media y máxima, aceleración media y máxima.
2. Parámetros Espaciales: Trayectoria, amplitud media y máxima del movimiento en el plano vertical (Y) y horizontal (X), respectivamente.

El análisis estadístico se realizó con Kurskal-Wallis test y correlaciones de Spearman's. Se consideró significación estadística cuando  $p < 0,05$ .

## Resultados

En las Tablas 1 y 2 se resume la información correspondiente a los diferentes índices definidos anteriormente. En la Tabla 1 se muestran las mediciones de los parámetros temporales, mientras que en la Tabla 2 se resumen los parámetros espaciales. En la última columna de cada tabla se encuentra el nivel de significación entre grupo control y pacientes. Todos los índices resumidos en la Tabla 1 se consideran estadísticamente significativos, mientras que en la Tabla 2 sólo la amplitud media y máxima del movimiento en el eje Y son significativos.

Tabla 1. Parámetros temporales

	Control	Enfermedad de Parkinson	p
Velocidad media (cm/s)	94 ± 11	67 ± 11	0,001
Velocidad máxima (cm/s)	198 ± 20	143 ± 33	0,001
Aceleración promedio (cm/s <sup>2</sup> )	1.630 ± 331	996 ± 285	0,001
Aceleración máxima (cm/s <sup>2</sup> )	3.944 ± 1.078	2.928 ± 1.138	0,05

Tabla 2. Parámetros espaciales

	Control	Enfermedad de Parkinson	p
Amplitud promedio en eje de las Y (cm)	2,8 ± 5,0	2,1 ± 8,0	0,05
Amplitud máxima en el eje de las Y (cm)	5,4 ± 2,7	3,8 ± 1,4	0,05
Desplazamiento promedio en el eje de la X (cm)	24,6 ± 12,9	24,3 ± 11,7	0,45

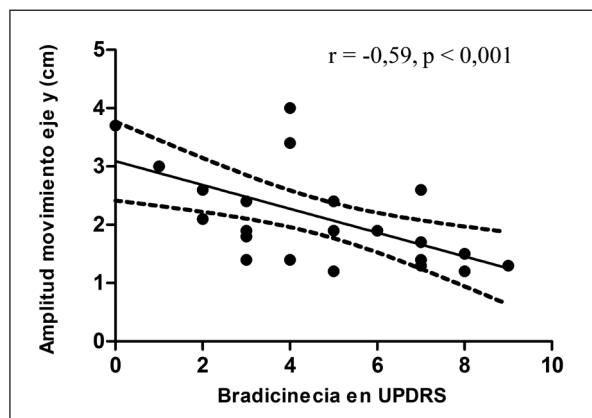


Figura 2. Amplitud del movimiento en el eje Y, correlación con el índice de Bradicinecia en UPDRS.

Para los parámetros cinemáticos estadísticamente significativos, se buscaron las correlaciones de estos con las evaluaciones motoras semi-cuantitativas UPDRS-III. Se obtuvo que el índice de bradicinesia se correlaciona con la amplitud del movimiento en el eje Y ( $r = -0,59, p < 0,001$ ) (Figura 2). Igualmente, se analizaron las correlaciones cruzadas entre los restantes índices –temporales *versus* espaciales-, obteniéndose una correlación positiva entre la amplitud del movimiento en el eje Y con cada uno de los siguientes parámetros: velocidad media, velocidad máxima y aceleración máxima. ( $r = 0,30, p < 0,05$ ;  $r = 0,54, p < 0,001$ ;  $r = 0,63, p < 0,001$ ; respectivamente). No se encontraron otras correlaciones estadísticamente significativas.

El número de ciclos que realiza un paciente en un minuto durante la prueba de *tapping*, parámetro frecuentemente utilizado en otros estudios, se correlaciona significativamente con: la velocidad media, velocidad máxima y aceleración máxima ( $r = 0,94, p < 0,001$ ;  $r = 0,84, p < 0,001$ ;  $r = 0,63, p < 0,001$ ; respectivamente). No se encontraron otras correlaciones estadísticamente significativas.

## Discusión

La bradicinesia en la EP tiene su génesis en distintas causas que se reflejan en el movimiento. Causas primarias o de origen central como los

trastornos en la programación y ejecución de las instrucciones para el movimiento. Otras secundarias como la debilidad muscular, rigidez, temblor, variabilidad del movimiento y la bradifrenia. En los movimientos balísticos simples se ha observado una disminución en el reclutamiento de unidades musculares asociado a problemas en la sincronización de la contracción, enlenteciendo la iniciación y ejecución del movimiento<sup>5</sup>. La bradicinesia en la enfermedad de Parkinson es fácilmente evidenciable en los movimientos repetitivos observándose un enlentecimiento y menor amplitud, lo que se presenta especialmente en los movimientos finos como el abrir y cerrar los dedos o la mano<sup>6,15</sup>. Esta dificultad aumenta cuando simultáneamente se realiza otro movimiento o una tarea mental<sup>10</sup> y disminuye cuando el paciente es instado o estimulado a mantener el ritmo o la velocidad<sup>2,5,9,16</sup>. Cuando se evalúan los movimientos que no son repetitivos, se percibe que están enlentecidos en cuanto a su velocidad o tiempo de reacción<sup>1</sup>. Todas las características enunciadas de la bradicinesia hacen su evaluación muy difícil de realizar cuantitativamente, por un lado, por el hecho de tener características multidimensionales y estar representada en parámetros temporales y espaciales, y por otro lado, tener una importante variabilidad entre mediciones, siendo probablemente el factor motivacional más relevante. Es en este sentido que implementamos este protocolo exploratorio que busca describir parámetros objetivos o cualitativos y sus correlaciones a la UPDRS escala semi cuantitativa ampliamente aceptada por la comunidad de especialistas. Hemos focalizado el análisis en la prueba de *tapping* por ser ésta una prueba ampliamente validada que se caracteriza porque el movimiento está restringido a un espacio, permitiéndonos disminuir el número de variables a considerar.

De este modo, se ha podido observar en el estudio la manera en que los parámetros temporales y espaciales de la prueba de *tapping* reflejan las alteraciones del movimiento producto de la EP. Así, por medio de estos índices, se puede medir y valorar estas alteraciones que producen cambios sobre la velocidad y el desplazamiento de la mano de un paciente. Si entendemos esto desde una mirada

de los diferentes componente de la bradicinecia los parámetros temporales corresponden a lo que entendemos como bradicinecia propiamente tal, en cambio los parámetros espaciales a la hipocinesia o disminución de la amplitud de los movimientos<sup>5</sup>. No se observaron variaciones en el desplazamiento en el plano horizontal (X) para los diferentes grupos evaluados, lo que se debe a que se les exigía a los pacientes tocar en un área determinada definida por las marcas de la prueba de *Tapping*, existiendo una marca visual para ello. En cambio, para el movimiento en la dirección Y, sí se observaron variaciones en el desplazamiento debido a que no existía una referencia por lo que el movimiento era libre, expresándose así una hipocinesia. Los pacientes fueron evaluados durante el efecto de la medicación, encontrándose que de todos modos los movimientos eran más lentos, existiendo una corrección parcial de la bradicinecia y de la hipocinesia por el tratamiento. Los pacientes con disquinesias severas no fueron incorporados en este estudio, ya que se les considera un grupo diferente a evaluar. Sería interesante contar con la valoración del estado OFF para evaluar las diferencias entre este estado y el con efecto, ya que constituye una limitante del estudio.

Al calcular correlaciones entre los resultados de la evaluación objetiva (estudio prueba de *tapping* cinemática) y una evaluación semi-cuantitativa validada como es el UPDRS-III<sup>17,18</sup>, pudimos encontrar una correlación significativa sólo entre el índice de bradicinecia y los parámetros espaciales, es decir, la amplitud del movimiento en el eje Y, Figura 2. No se encontró correlación con otros parámetros. En otro estudio, Vokaer et al<sup>17</sup>, encontró una correlación débil entre UPDRS III ítems: 23 golpeteo de dedos, 24 abrir y cerrar la mano y 25 movimientos alternantes de las manos y los parámetros temporales de la prueba de *Tapping* como es la contabilización del número de ciclos que realiza un paciente en un tiempo determinado. El resultado es muy similar a lo encontrado en nuestro estudio.

Al analizar los diferentes parámetros cinéticos de la prueba de *tapping*, observamos que los parámetros temporales y espaciales presentan corre-

laciones. Sin embargo, si bien estos aspectos están correlacionados, son complementarios y necesarios para describir el fenómeno, debiéndose considerar cuando se realiza una valoración de la bradicinecia e hipocinesia.

La escala UPDRS III de valoración semi-cuantitativa tiene una mejor correlación con los parámetros espaciales que con los parámetros temporales, lo que probablemente se deba a la dificultad que presenta la valoración por parte de un observador de la velocidad de la mano, siendo probablemente subvalorada por él<sup>19</sup>. También podría ocurrir que la velocidad mejorara más que la hipocinesia en forma relativa, fenómeno que no pudo ser valorado en este estudio.

El fenómeno bradicinético es un problema complejo en que el movimiento está afectado tanto por los parámetros temporales como espaciales. En términos generales, se puede afirmar que la amplitud del movimiento es afectada en forma compensatoria al mantener la velocidad, que finalmente también se ve afectada. En la práctica clínica se ha podido observar que para lograr un diagnóstico más objetivo es necesaria la información de las escalas semi-cuantitativas como la UPDRS y de forma complementaria la prueba de *Tapping*, permitiendo tener una dimensión más completa del fenómeno<sup>6</sup>. Una característica de este estudio es la evaluación del movimiento en función de los primeros segundos una vez inicializado el movimiento, sin considerar el efecto de la fatiga que se produce en el paciente. Otro aspecto relacionado con la cinemática de la mano que no es observado por este tipo de análisis es la fluidez del movimiento, siendo probable que éste tenga gran importancia en la descripción de los trastornos del movimiento en la EP. Este es un tema que deberá ser tratado en el futuro.

## Conclusiones

Se ha utilizado con éxito una metodología que permite evaluar parámetros cinemáticos del movimiento de la mano. El análisis cinemático de la prueba de *Tapping* muestra diferencias significa-



tivas entre el grupo pacientes y el grupo control. Los índices cinemáticos temporales y espaciales permiten separar ambos grupos con eficiencia. Se ha podido observar que los parámetros espaciales tienen una mejor correlación con los ítems de bradicinesia de la UPDRS-III que los parámetros temporales.

Los parámetros espaciales pueden ser usados para complementar la información obtenida de las escalas semi-cuantitativas UPDRS-III. Los índices temporales muestran una correlación muy pobre con la información entregada por las escalas semi-cuantitativas UPDRS-III, por lo que no deben ser utilizados por sí solos.

### Resumen

La bradicinesia es el déficit motor más característico de la enfermedad de Parkinson (EP), generalmente diagnosticado bajo diversos estudios como la prueba de tapping –ampliamente utilizada para determinar la enfermedad–, donde se mide la repetición de una tarea específica en un tiempo determinado. En el siguiente trabajo se estudiaron los parámetros cinemáticos del tapping en EP y controles. El estudio se realizó en 12 pacientes con EP con una edad media de  $64,6 \pm 9,4$  años –con duración promedio de la EP de  $5,8 \pm 4,1$  años. Todos los casos estaban en tratamiento con levodopa. Además, se estudiaron 7 controles en personas con una edad media de  $64,8 \pm 12,8$  años. Se les solicitó a todos que con los dedos de la mano tocaran en forma secuencial dos puntos separados por 25 cm. En el dedo medio se instaló una marca refractaria a la luz, utilizada como referencia para determinar la posición de la mano. El movimiento fue filmado mediante una cámara de video estándar con una velocidad de 30 cuadros por segundo. Los pacientes fueron evaluados clínicamente usando la escala unificada para la valoración de la enfermedad de Parkinson en su sección motora parte III (UPDRS-III). El análisis cinemático se realizó mediante un software especialmente diseñado para determinar la posición espacial de la marca en relación al sistema de referencia cartesiano. El análisis estadístico se realizó con *Kruskal-Wallis test* y correlaciones de *Spearman*. Se consideró significación estadística con  $p < 0,05$ . **Resultados:** La velocidad media en el control normal fue de  $94 \pm 11$  cm/seg y en la EP fue de  $67 \pm 15$  cm/seg ( $p < 0,001$ ). La velocidad máxima en el control normal fue de  $198 \pm 20$  cm/seg y en la EP fue de  $143 \pm 33$  cm/seg ( $p < 0,001$ ). En el control de aceleración media normal fue  $1.630 \pm 331$  cm/seg<sup>2</sup> en la EP fue  $966 \pm 285$  cm/seg<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ). Movimiento amplitud media en el plano Y, en el control normal fue de  $28 \pm 5$  cm y en la EP fue de  $21 \pm 8$  cm ( $p < 0,01$ ). Movimiento amplitud media en el plano Y correlacionó significativamente con la puntuación resumen bradicinesia ( $r = -0,59$ ,  $p < 0,001$ ). **Conclusión:** El estudio de la cinemática proporciona una aproximación cuantitativa del fenómeno de la bradicinesia abarcando dos dimensiones espaciales y temporales.

**Palabras clave:** Enfermedad de Parkinson, bradicinesia, análisis cinemático, Tapping test.

### Referencias bibliográficas

1. Agostino R, Barardelli A, Formica A, et al. Analysis of Repetitive and Nonrepetitive Sequential Arm Movements In-Patients with Parkinson Disease. *Mov Disord* 1994; 9: 3311-4.
2. Almeida QJ, Wishart LR, Lee TD. Bimanual coordination deficits with Parkinson's disease: the influence of movement speed and external cueing. *Mov Disord* 2002; 17: 30-7.
3. Boraud T, Tison F, Gros C. Quantification of Motor Slowness in Parkinson's Disease: Correlation's

- Between the Tapping Test an Single Joint Ballistic Movement Parameters. *Parkinsonim and Related Disorders* 1997; 3: 47-50.
4. Benecker R, Rothwell J, Dick, Day B and Marsden C. Performance of simultaneous movement In-Patients with Parkinson's Disease. *Brain* 1986; 109: 739-57.
  5. Berardelli A, Rothwell JC, Thompson PD, Hallett M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain* 2001; 124: 2131-46.
  6. Bronte-Stewart HM, Ding L, Alexander C, Zhou Y, Moore GP. Quantitative digitography (QDG): a sensitive measure of digital motor control in idiopathic Parkinson's disease. *Mov Disord* 2000; 15: 36-47.
  7. Byblow WD, Summers JJ, Lewis GN, Thomas J. Bimanual coordination in Parkinson's disease: deficits in movement frequency, amplitude, and pattern switching. *Mov Disord* 2002; 17: 20-9.
  8. Merello M, Balej, Starkstein S, Leiguarda R. Movement quality of repetitive sel-pace single-joint rapid arm movements on Parkinson's disease: acute effect of levodopa. *Parkinsonism and related Disorders* 1998; 4: 31-7.
  9. Oliveira R, Grud J, Nixon P, *et al.* Micrographia in Parkinson's disease: the effect of providing external cues. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1997; 63: 429-33.
  10. Oliveira R, Grud J, Nixon P, *et al.* Hypometria in Parkinson Disease: Automatic *Versus* Controlled Processing. *Mov Disord* 1998; 13: 422-7.
  11. Platz T, Brown RG, Marsden CD. Training improves the speed of aimed movements in Parkinson's disease. *Brain* 1998; 121: 505-14.
  12. Ziv I, Avraham M, Michaelov Y, *et al.* Enhanced fatigue during motor performance in patients with Parkinson Disease. *Neurology* 1998; 51: 1584-6.
  13. CAPIT Committee: Langtoston J, Widner H, Goetz C, Brooks D, Fahn S, Freeman T, Watts R. Core Assessment Program for Intracerebral Transplantation (CAPIT) *Mov Disord* 1992; 7: 2-15.
  14. Fahn S, Elton RL, members of the UPDRS Development Committee. Unified Parkinson's Disease rating scale. In Fahn S, Marsden CD, Calne DB, Goldstein M eds. *Recent developments in Parkinson disease, Vol 2.* Florham Park, NJ: MacMillan Healthcare Information 1987; 153-63.
  15. Agostino R, Berardelli A, Currà A, *et al.* Clinical Impairment of Sequential Finger Movements in Parkinson's Disease *Mov Disord* 1998; 3: 418-21.
  16. Konczak J, Ackermann H, Hertich I, Spieker S, Dichgans J. Control of Repetitive Lip and Finger Movements in Parkinson's Disease: Influence of External Timing Signals and Simultaneous Execution on Motor Performance. *Mov Disord* 1997; 12: 665-76.
  17. Martínez-Martin P, Gil-Nagel A, Gracia LM, Gómez JB, Martínez-Sarries J, Bermejo F. Unified Parkinson's Disease Rating Scale characteristics and structure. The Cooperative Multicentric Group. *Mov Disord* 1994; 9: 76-83.
  18. Vokaer M, Azar NA, de Beyl DZ. Effects of levodopa on upper limb mobility and gait in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74: 1304-7.
  19. Defer GL, Widner H, Marie RM, Remy P, Levivier M. Core assessment program for surgical interventional therapies in Parkinson's disease (CAPSIT-PD). *Mov Disord* 1999; 14: 572-84.

---

Correspondencia:

Pedro Chaná C.

Centro de trastornos del movimiento (CETRAM)

Universidad de Santiago de Chile, USACH.

Belisario Prats 1597B, Santiago, Chile.

Teléfono-Fax: 56-2-27321927.

E-mail: pedro.chana@usach.cl