

Beneficios del ejercicio físico terapéutico en pacientes con secuelas por enfermedad cerebrovascular

Benefits of therapeutic physical exercise in patients with sequelae of cerebrovascular disease

Dr. Liván Rodríguez Mutuberría, MSc. Roberto Díaz Capote

Centro Internacional de Restauración Neurológica. La Habana, Cuba.

RESUMEN

Se realizó una revisión bibliográfica para precisar el papel que desempeña el ejercicio físico terapéutico en pacientes con secuelas por enfermedad cerebrovascular. Para ello, se definieron los conceptos de actividad física, estado físico y su conjunto de atributos, se describieron la expresión de estos en los pacientes que sufren un ictus. El ejercicio físico, como forma de rehabilitación, contribuye a mejorar estos atributos, con cambios favorables sobre la condición neurológica y funcional de los pacientes. Se cita un grupo de estudios, foráneos y cubanos, que aportan evidencia sobre tal afirmación, especialmente, en pacientes que cuentan con una evolución superior a los 6 meses de ocurrido el ictus. Para estos casos, aún la evidencia no es suficiente y se hacen algunas recomendaciones con el objetivo de mejorar el diseño de los estudios, reconociendo este como un tema difícil por la complejidad en el tratamiento. Se hace énfasis sobre estudios que demuestran la neuroplasticidad como fundamento funcional, de los cambios producidos por el ejercicio físico con enfoque terapéutico.

Palabras clave: ejercicio físico, enfermedad cerebrovascular, actividades de la vida diaria, rehabilitación.

ABSTRACT

A bibliographic review was conducted to determine the effect of therapeutic physical exercise on patients with sequelae of cerebrovascular disease. To achieve such an end, the concepts of physical activity and physical status were defined and their attributes described, as well as their expression in stroke patients. As a form of rehabilitation, physical exercise contributes to improve those attributes, bringing about favorable changes in the neurological and functional status of patients. A number of studies are cited, both national and foreign, in which evidence is

provided to support such an assertion, particularly in patients with an evolution of more than 6 months after the stroke. In those cases, evidence is still not sufficient, and recommendations are made with the purpose of improving the design of studies, considering that the topic is a difficult one, due to the complexity of the treatment. Emphasis is made on studies approaching neuroplasticity as a functional basis of the changes brought about by therapeutic physical exercise.

Key words: physical exercise, cerebrovascular disease, daily life activities, rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cerebrovascular (ECV) representa la tercera causa de muerte en el mundo y la primera de discapacidad en adultos. Compromete de forma seria la realización de las actividades de la vida diaria (AVD) y conspira contra un buen desenvolvimiento social. Genera costos elevados para la salud pública de cualquier estado o país y obliga a tomar conductas racionales para mejorar la condición de salud de la población.^{1,2}

El enfoque terapéutico de las secuelas requiere ser multifactorial y tiene como uno de sus pilares fundamentales, la intervención mediante ejercicios físicos con objetivos terapéuticos. A pesar de la existencia de diversos modelos de rehabilitación neurológica, no existen suficientes acuerdos sobre el papel del ejercicio físico en la recuperación neurológica, de forma especial en aquellos sujetos en fase crónica (6 meses o más de evolución), donde se considera el término "fase de meseta", dado que son más difíciles las posibilidades de recuperación, una vez lograda cierta estabilidad.³⁻⁵ Partiendo de este hecho, formulamos las siguientes interrogantes:

¿Contribuye el ejercicio físico a mejorar la condición neurológica y funcional de pacientes que sobreviven a un ictus, especialmente en aquellos que superan los 6 meses de evolución? ¿Qué cambios ocurren en el sistema nervioso de estos pacientes?

A pesar de lo obvio que pudiera resultar la respuesta, sus contradicciones obligan a realizar un análisis del tema. Por ello, realizamos una breve revisión bibliográfica, donde se precisa el papel que desempeña el ejercicio y la rehabilitación como soporte terapéutico, en pacientes con secuelas por ECV.

DESARROLLO

Iniciamos definiendo conceptos claves, que intentan traducir los efectos periféricos del ejercicio físico sobre el ser humano, donde incluimos lo que acontece en sujetos que sufren un ictus.

En primer término, la actividad física, que se define como todo movimiento corporal que se produce mediante la contracción del músculo esquelético y que aumenta sustancialmente el gasto de energía. Esto garantiza mantener la postura, deambular, realizar las AVD y ocupacionales.⁶

El estado físico es un conjunto de atributos que las personas tienen o logran, y se relaciona con la capacidad para realizar actividad física.⁶

Los atributos del estado físico son:⁶

1. Estado cardiorrespiratorio: garantiza la realización de actividad física prolongada. Se relaciona con el aporte de oxígeno y nutrientes provistos por el sistema cardiovascular y pulmón y la capacidad del músculo de utilizar este aporte.
2. Fuerza muscular: la capacidad de un músculo o grupos de músculos de generar tensión bajo condiciones específicas.
3. Composición corporal: distribución mineral ósea, de tejido adiposo y músculo estriado.
4. Movilidad y amplitud articular: posibilidades de movimientos articulares pasivos y activos con un rango de amplitud determinada.

No existe lugar a dudas que la actividad física mejora el estado físico y la inactividad lo deteriora, en sujetos considerados sanos.

¿Cómo se comportan estas variables en los sujetos que sufren un ictus? ¿Cómo queda el estado físico de la persona después del ictus?

Primero habría que preguntarse cómo era el estado físico antes del ictus. Con mucha frecuencia, estos pacientes cuentan con edades avanzadas, en los que ya existe un deterioro de sus atributos. Existen comorbilidades que se asocian a este deterioro y que contribuyen a su empeoramiento. Así también, la práctica previa de ejercicio físico promueve un mejor estado físico, aún cuando ocurre un ictus. Tener en cuenta estos factores resulta primordial para la rehabilitación y la adecuada interpretación de la recuperación.⁷⁻⁹

Una vez ocurrido el ictus, suele ser la hemiparesia la secuela más frecuente, con efectos directos sobre la salud del paciente, ya comprometida de antemano. Se reduce la masa muscular, y con ello la fuerza. Se priva el organismo de realizar con independencia las AVD. La marcha, en los que la logran, se enlentece con un costo de oxígeno elevado para distancias cortas. La marcha hemiparética se torna ineficiente desde el punto de vista energético.^{6,8}

La movilidad reducida surge como efecto indirecto, hecho evidente en estados extremos de defecto motor de tipo piramidal. Los déficits neurológicos focales en fase aguda, comprometen la movilidad de los enfermos, con reducción notable de la actividad física y por tanto, del estado físico. La inmovilidad e inactividad causan pérdida de la masa muscular, aumento de la grasa corporal, limitación de la movilidad articular y reducción de la densidad mineral ósea.^{6,9}

El entrenamiento con ejercicios físicos, baluarte esencial en cualquier modalidad de rehabilitación neurológica, se define como un régimen planificado, estructurado de ejercicios físicos regulares, realizados para mejorar uno o más componentes del estado físico.⁶

Resulta interesante que científicos de rigor exponen la tesis de que toda mejora en los componentes del estado físico es transitoria y reversible.⁶ Al interrumpir el entrenamiento, el estado físico se deteriora y retorna a los niveles preentrenamiento. A pesar de no estar en total acuerdo con esta idea, se tiene en cuenta y, en el orden práctico, la recomendación para pacientes con déficits neurológicos focales (hemiplejía, hemiparesia), es mantenerse incorporado a un régimen de ejercicios que les permita conservar el estado físico.¹⁰

Datos epidemiológicos afirman que la actividad física reduce la ocurrencia de ictus, cardiopatía isquémica, diabetes mellitus, hipertensión arterial, osteoporosis y cáncer. Mejora, además, la calidad de vida y el deficiente estado físico en los ancianos.^{6,10}

Los beneficios que reporta la actividad física en sujetos sanos, inclina a pensar que los pacientes con secuelas neurológicas postictus también recibirán algún tipo de mejora. Al mejorar el estado físico de estas personas, se modifica de forma positiva la marcha, el equilibrio y el control motriz. Mejora la movilidad, se reduce el riesgo de caídas y fracturas, disminuye la discapacidad y aumenta la calidad de vida. El mejoramiento de la función cardiorrespiratoria reduce la recurrencia de ictus y previene la ocurrencia de eventos cardiovasculares. No se excluyen ciertos efectos adversos que pueden ocurrir, como son las lesiones de partes blandas, alteraciones del tono muscular y caídas.^{6,11}

¿Existen estudios que apoyen estas afirmaciones?

Al revisar la literatura, se encuentran diversos estudios que evalúan los beneficios del ejercicio físico sobre los pacientes con secuelas por ictus.

Kelley y otros, realizaron una revisión sobre elementos básicos en la rehabilitación de pacientes con secuelas por ictus, donde se ajustan a los conceptos enunciados. Exponen como conclusión que, aunque la rehabilitación debe iniciarse de forma temprana, no deben excluirse los pacientes con mucho tiempo de evolución, siempre que la discapacidad y la minusvalía la justifiquen. Estos pacientes logran beneficios variables, con reducción de la dependencia de terceras personas. Definen factores que pueden influir de manera desfavorable sobre la recuperación, como la edad avanzada, la severidad del déficit inicial, comorbilidades asociadas, la motivación de pacientes y familiares frente a la rehabilitación, el riesgo de recurrencias del ictus y la calidad del programa de rehabilitación que se implemente, aunque no se justifique la exclusión terapéutica por estos motivos.¹²

States y otros, revisaron un grupo elevado de investigaciones relacionadas con el entrenamiento de la marcha en pacientes con secuelas por ictus, en fase crónica. El objetivo de la revisión consistió en evaluar el efecto de la terapia física sobre la adquisición de la habilidad para deambular. Los autores concluyen que no existe suficiente evidencia para asumir que los pacientes crónicos se beneficien del ejercicio para lograr la marcha. Sin embargo, no consideran el hecho como evidencia de que la rehabilitación no sea recomendable y favorable para estos casos. Se sugiere con fuerza, profundizar en el estudio de la recuperación en pacientes crónicos, intentando elevar la calidad de los estudios.¹³

Kim, en el año 2009, publica un estudio de pacientes con ictus hemorrágicos. Se estudiaron 585 pacientes de manera retrospectiva. La recuperación funcional fue positiva en el 29,1 % de los pacientes en los siguientes 90 d de ocurrido el ictus y la mortalidad fue de 15,9 % en los primeros 30 d. La mortalidad se asoció al compromiso de consciencia inicial y no a otros factores específicos.¹⁴

Alberdi Odriozola y otros, realizaron un estudio con pacientes afectados de lesiones cerebrales de diversas causas (ictus, traumas, encefalopatía hipóxica). Consideran que la rehabilitación neurológica resulta eficaz para mejorar la realización de las AVD y que ello depende del rápido inicio del tratamiento, la adaptación de cada paciente, la intensidad y la calidad del tratamiento. Reconocen el uso del índice de Barthel como herramienta eficaz para describir la recuperación funcional.¹⁵

Gauthier y otros, realizaron un estudio experimental con una modalidad de tratamiento de rehabilitación motora (*Constraint-Induced Movement therapy*) en pacientes con secuelas crónicas por ictus. Este tipo de tratamiento pretendió incrementar la fuerza muscular de grupos musculares afectados. Fue aplicado a pacientes con daño del haz cortico espinal en varias localizaciones. En los casos estudiados, se obtuvo mejora de la condición motora, independientemente de la focalización de la lesión. Los autores concluyen que la extensión del daño no se comporta como un factor predictivo del todo desfavorable y que el ejercicio físico ejerce un efecto positivo, independientemente del tiempo de evolución y la topografía lesional.¹⁶

A pesar del claro beneficio del ejercicio terapéutico en etapas tempranas del ictus, su eficacia en pacientes con mucho tiempo de evolución no resulta despreciable dado que la invalidez persiste más allá de los 6 meses y la intervención terapéutica se convierte en una necesidad con claro trasfondo bioético. Las estrategias de tratamiento bien organizadas, sistemáticas, multifactoriales e intensivas han mostrado resultados favorables, a pesar de ser un campo en el que se debe seguir profundizando.

Nuestro país aporta información, defendiendo la tesis de la necesidad de restaurar pacientes, independientemente del tiempo de evolución y siempre que exista evidencia de recuperación. Contamos para ello, con trabajos de investigación del Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN), donde existe diseñado un modelo de tratamiento, al que denominamos Programa de Restauración Neurológica (PRN); tratamiento de rigor por ser sistemático, multifactorial e intensivo. Tiene como eje fundamental, la aplicación de ejercicio físico, y hace acopio ecléctico de diversos métodos de rehabilitación (estimulación repetitiva, compensación, terapia restrictiva, Bobath, terapia del movimiento de Brunnstrom, facilitación neuromuscular propioceptivo, entre otros), que intentan mejorar el estado físico de los pacientes con secuelas por ECV.¹⁷ El enfoque terapéutico se individualiza sobre los problemas concretos de cada paciente. Así, es frecuente encontrar compromisos diversos de la motricidad manual fina, el propósito es mejorar este déficit. El tratamiento defectológico, se incluye dentro del PRN, y se encamina a mejorar las actividades manipulativas, se han alcanzado logros parciales en estos pacientes. *Crespo Moineiro* y otros, estudiaron 20 pacientes de franco perfil crónico (más de 6 meses de evolución) con debilidad de la extremidad superior. Cada uno de los casos recibió intervención terapéutica durante 2 h diarias por un período de 8 sem, agrupando actividades encaminadas a la recuperación funcional de la mano. La base esencial de estas actividades es el ejercicio físico y la estimulación repetitiva. Con este estudio, los autores observaron que todos los pacientes lograron mejorar el agarre palmar y de objetos finos, y que este resultado fue más significativo y logrado en menor tiempo de terapia aplicada, en pacientes donde no existía espasticidad de la musculatura de la mano.¹⁸ Otro estudio realizado por *Crespo Moineiro* y otros también aportó información sobre el beneficio del tratamiento defectológico en la recuperación de los movimientos de pronosupinación del antebrazo afecto, aspecto de vital importancia para la recuperación de la motricidad manual.¹⁹ Los estudios mencionados representan ejemplos de beneficios concretos del ejercicio físico y que permiten mejorar los movimientos de la extremidad superior de los pacientes que sufren un ictus y superan los 6 meses de evolución.

Con el propósito de realizar un análisis más integral del PRN y observar los resultados de una manera global, *Rodríguez Mutuberría* y otros realizaron un estudio de tipo observacional en el CIREN, con pacientes que sufrieron infarto cerebral único de territorio carotídeo, con 6 meses o más tiempo de evolución. Trabajaron con 80 pacientes que fueron incorporados a tratamiento de rehabilitación. La aplicación del PRN mostró cambios favorables de la condición neurológica y funcional luego de 4 sem de tratamiento. Mejoraron de forma significativa las habilidades motoras, con una traducción favorable sobre las AVD, evaluadas mediante índice de Barthel. Encontraron cambio positivo en la habilidad para comer, vestirse, arreglarse, uso del retrete, traslados, deambulación y uso de escaleras. La tolerancia fue adecuada y las complicaciones quedaron restringidas a 2 caídas, una de ellas con fractura costal y 2 pacientes con baja tolerancia cardiovascular. El estudio no supuso evaluar el impacto sobre la calidad de vida ni el mantenimiento de los resultados a largo plazo, lo cual resulta una limitante del estudio.¹⁷

Los resultados de los estudios del CIREN muestran que el ejercicio físico con un propósito terapéutico es favorable para la recuperación a corto plazo de pacientes con secuelas neurológicas crónicas por ECV. Se identifican cambios, con mejora de los atributos del estado físico. No obstante, estos estudios cuentan con la limitación de no poder evaluar el efecto a mediano y largo plazo, y el comportamiento sobre la mortalidad, lo que resultaría extraordinariamente interesante y le aportaría fuerza a la tesis de que los pacientes crónicos deben recibir tratamiento.

Ahora bien, existen estudios experimentales que han documentado de forma clara, los efectos beneficiosos del ejercicio sobre del sistema nervioso central (SNC) y su relación con la mejora de la condición neurológica y funcional. En cuanto a este hecho, existen evidencias en animales de experimentación que demuestran los mecanismos y capacidades neuroplásticas del sistema nervioso. En 1950, *Glees* y otros, identificaron el área de representación del dedo pulgar en monos tras estimulación eléctrica cortical, posteriormente, lesionaron dicha área y después de un periodo de recuperación volvieron a mapear la zona. Observaron que durante el período de recuperación los animales volvieron a realizar movimientos con el dedo pulgar y la representación cortical había sido asumida por las áreas adyacentes.²⁰ Posteriormente, estudios en monos, utilizando modelos de lesiones corticales isquémicas, han demostrado que la representación cortical de un miembro se expande funcionalmente a áreas adyacentes después de una lesión y de forma similar se observan fenómenos de expansión de mapas, dependientes del uso de una extremidad en la realización de determinadas tareas.²¹

Liepert y otros, en el año 2000, realizaron un ensayo terapéutico que constituyó la primera experiencia sobre el rol de la rehabilitación en la inducción de cambios plásticos en la corteza motora en seres humanos. Ellos utilizaron estimulación magnética transcraneal (EMT) para mapear el área de representación de los músculos de la mano en 13 sujetos que habían sufrido un infarto cerebral. Los resultados evidenciaron la expansión del mapa cortical de la mano en el hemisferio afecto a los 12 d de tratamiento, mientras que a los 6 meses, la representación cortical de la mano en ambos hemisferios mostraba la misma proporción, que correlacionaba con el nivel de recuperación funcional obtenida.²² En el año 2006, *Gómez* y otros, reportaron los resultados de un estudio realizado en el CIREN, con el objetivo de evaluar el efecto de la rehabilitación intensiva sobre la reorganización de las proyecciones córtico-moto-neuronales a la mano de pacientes con infarto cerebral único del territorio carotídeo. Se realizó evaluación clínica y electrofisiológica con mapeo motor utilizando EMT para analizar, posteriormente, el área de respuestas y su localización antes y después de concluidas las 4 sem. Los resultados del estudio definieron que no existían diferencias significativas entre los pacientes afectados y el grupo control antes de iniciar el tratamiento, pero al

concluirlo se constató una correlación estadísticamente significativa entre la mejoría clínica y el área de respuestas motoras en ambos hemisferios para el grupo de intervención al compararlo con el grupo control.²³ *Titianova* y otros, demostraron una adecuada recuperación de habilidades motoras, vinculadas en la mayor parte de los casos, a la marcha con facilitación para los traslados, la deambulaci3n y el uso de escaleras, encontraron vinculaci3n con la reorganizaci3n bilateral del cerebro, demostrado mediante estudios de resonancia magnética funcional.²⁴

Resulta claro que un nivel adecuado de estimulaci3n favorece cambios dentro del SNC, son visibles los beneficios del ejercicio físico para el mejoramiento de la salud. Las secuelas por ECV, aún en condiciones muy cr3nicas no est3n fuera de este contexto. Existen otras experiencias que apoyan la influencia de determinados movimientos sobre la inducci3n de cambios pl3sticos en la representaci3n cortical del movimiento a corto plazo, lo que abre las posibilidades para el diseño de terapias físicas como el PRN.²⁵ Se ha podido establecer que el ejercicio físico, incrementa la eficiencia sináptica, tanto por mecanismos funcionales como estructurales, creándose en el cerebro un ambiente promotor de plasticidad, donde predomina la modificaci3n dinámica de sus propiedades en respuesta a cambios en su ambiente y sus ingresos.²⁶⁻²⁸

En conclusi3n, el ejercicio físico con prop3sitos terapéuticos, puede mejorar la condici3n neurol3gica y funcional de pacientes con d3ficits neurol3gicos de tipo piramidal luego de ocurrido un ictus, aún cuando superen los 6 meses de evoluci3n. Su aplicaci3n tambi3n ha puesto de manifiesto su capacidad para inducir cambios estructurales y funcionales en el cerebro, lo que demuestra la capacidad neuropl3stica del SNC cuando recibe la suficiente estimulaci3n.

Recomendamos a los profesionales de la salud que les corresponde asistir estos enfermos, reflexionar sobre esta tem3tica e intentar diseñar, con razonamiento l3gico, programas que se ajusten a las necesidades de este tipo de paciente, hacemos énfasis en la atenci3n primaria de salud, por resultar la comunidad el lugar de permanencia definitiva. Sugerimos tener en consideraci3n, los efectos a largo plazo y sobre la mortalidad, así como intentar mejorar los diseños metodol3gicos de las investigaciones, intentado incorporar el azar y el grupo control, lo que permitirá evaluar eficazmente los beneficios del ejercicio físico en los pacientes que se estudien.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bonita R. Epidemiology of stroke. *Lancet*. 1992;339:342-4.
2. Castillo Sánchez J, Álvarez Sabín J, Martí Vilalta JL, Martínez Vila F, Matías Guiu J, eds. Manual de enfermedades vasculares cerebrales. Barcelona: JR Prous, 1995; 33-40.
3. Seitz,RJ. Stroke recovery: the pyramid in focus. *Neurology*. 2010;74:276-7.
4. Wade D, Collen F, Robb G, Warlow C. Physiotherapy intervention late after stroke and mobility. *Br Med J*. 1992;304:609-13.
5. Lin JH, Chang CM, Liu CK, Huang MH, Lin YT J. Efficiency and effectiveness of stroke rehabilitation after first stroke. *Formos Med Assoc*. 2000 Jun;99(6):483-90.

6. Saunders DH, Greig CA, Young A, Mead GE. Entrenamiento con ejercicios físicos para pacientes con accidente cerebrovascular (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2008 Número 2. Oxford: Update Software Ltd. (Traducida de *The Cochrane Library*, 2008 Issue 2. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.) octubre 2003. Disponible en: <http://www.update-software.com>
7. Green J, Foster A, Bogle S, Young J. Physiotherapy for patients with mobility problems more than 1 year after stroke: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2002; 359:199-03.
8. Kwakkel G, Van Peppen R, Wagenaar R, Wood Dauphinee S. Effects of Augmented Exercise Therapy Time After Stroke A Meta-Analysis. *Stroke*. 2004; 35:2529-36.
9. Newman GC, Bang H, Hussain SI, Toole JF. Association of diabetes, homocysteine, and HDL with cognition and disability after stroke. *Neurology*. 2007 Nov 27; 69(22):2054-62.
10. Ng YS, Stein J, Ning M, Black-Schaffer RM. Comparison of clinical characteristics and functional outcomes of ischemic stroke in different vascular territories. *Stroke*. 2007 Aug; 38(8):2309-14.
11. Hankey GJ, Spiesser J, Hakimi Z, Bego G, Carita P, Gabriel S. Rate, degree, and predictors of recovery from disability following ischemic stroke. *Neurology*. 2007 May 8; 68(19):1583-7.
12. Kelley RE, Borazanci AP. Stroke rehabilitation. *Neurol Res*. 2009 Oct; 31(8):832-40.
13. States RA, . Overground physical therapy gait training for chronic stroke patients with mobility deficits. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009 Jul 8; (3).
14. Kim KH. Predictors of 30-day mortality and 90-day functional recovery after primary intracerebral hemorrhage : hospital based multivariate analysis in 585 patients. *J Korean Neurosurg Soc*. 2009 Jun; 45(6):341-9.
15. Alberdi Odriozola F, Iriarte Ibararán M, Mendía Gorostidi A, Murgialdai A, Marco Garde P. Prognosis of the sequels after brain injury. *Med Intensiva*. 2009 May; 33(4):171-81.
16. Gauthier LV, Taub E, Mark VW, Perkins C, Uswatte G. Improvement after constraint-induced movement therapy is independent of infarct location in chronic stroke patients. *Stroke*. 2009 Jul; 40(7):2468-72.
17. Rodríguez Mutuberría L, López Pérez M, Bender del Busto J, Bergado Rosado J, Álvarez González L, Serra Valdés Y, et al. Evaluación de la eficacia y tolerancia del programa de restauración neurológica del CIREN en pacientes adultos con infarto cerebral crónico de territorio carotídeo. *Rev Mex Neuroci*. 2009; 10(3):195-201.
18. Crespo Moinelo MC, Boys Lam O, Francia González T, Nodarse Ravelo J, Torres Aguilar M, Díaz Capote R, et al. Influencia de un sistema de actividades terapéuticas para favorecer el desarrollo de habilidades manuales prefuncionales en pacientes hemiparéticos como secuelas de accidente cerebro vascular. *Plasticidad y restauración neurológica*. 2007; 6:7-14.

19. Crespo Moinelo MC, Francia González T, Nodarse Ravelo J, Torres Aguilar M, Torres Hernández J, Depestre Triana EN, et al. Influencia del sistema de actividades terapéuticas para el aumento de la fuerza muscular de la pronosupinación del antebrazo en pacientes hemiparéticos como secuela de accidente vascular encefálico. *Rev Mex Neuroci.* 2006;7(4):287-92.
20. Glees P, Cole J, Whitty CWM, Cairns H. The effects of lesions in the cingular gyrus and adjacent areas in monkeys. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1950 Aug;13(3):178-90.
21. Nudo RJ, Jenkins WM, Merzenich MM, Prejan T, Grenda R. Neurophysiological correlates of hand preference in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *J Neurosci* 1992; 12: 2818-947.
22. Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, Miltner WH, Taub E, Weiller C. Treatment induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke.* 2000 Jun;31(6):1210-6.
23. Gómez Fernández L, Alvarez González E, Macías Betancourt R, Galvizu Sánchez R, Palmero R, Padilla Puentes E, et al. Modificaciones en las proyecciones córtico-moto-neuronales que van a la mano de pacientes que reciben rehabilitación intensiva. *Rehabilitación (Madr).* 2006;40(2):79-85.
24. Titianova EB, Peurala SH, Pitkänen K, Tarkka IM. Gait reveals bilateral adaptation of motor control in patients with chronic unilateral stroke. *Aging Clin Exp Res.* 2008 Apr;20(2):131-8.
25. Gómez Fernández L. Plasticidad Cortical y restauración de funciones neurológicas: una actualización sobre el tema. *Rev Neurol.* 2000;31:749-56.
26. Van Praag H. Exercise and the brain: something to chew on. *Trends Neurosci.* 2009 May; 32(5):283-90.
27. Bergado JA, Rojas Y, Capdevila V, Gonzalez O, Almaguer Melian W. The stimulation of the basolateral amygdala improves the acquisition of a motor skill. *Restor. Neurol. Neurosci.* 2006;24:115-21.
28. Bergado Rosado J, Almaguer Melian, W. Mecanismos celulares de la neuroplasticidad. *Rev Neurol.* 2000;31:1074-95.

Recibido: 10 de noviembre de 2011.

Aprobado: 21 de junio de 2012.

Dr. *Liván Rodríguez Mutuberría*. Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN). Ave. 25 No. 15805, entre 158 y 160. Cubanacán, Playa. La Habana, Cuba.

livan.rodriguez@infomed.sld.cu