

Actividades simuladas de la vida diaria para rehabilitación motora del miembro superior en pacientes con enfermedad vascular cerebral

Israel Sánchez-Villavicencio¹, Jorge Hernández-Franco¹, Enrique Sucar²,
Ron S. Leder³

RESUMEN

La rehabilitación mediante realidad virtual permite el entrenamiento repetitivo y dirigido del miembro torácico parético, otorga un ambiente multisensorial que favorece los mecanismos de neuroplasticidad. **Objetivo:** esta investigación buscó determinar si dicho programa ofrece una recuperación mayor en pacientes con secuelas de EVC; que el manejo de terapia ocupacional convencional y establecer un sistema de rehabilitación basado en tecnología de bajo costo adaptable a los países en desarrollo. **Material y métodos:** se incluyeron 22 pacientes con secuelas de EVC isquémico crónico, se dividieron aleatoriamente en dos grupos aplicándose un programa por 15 sesiones, 3 veces por semana empleando el software con actividades de la vida diaria simuladas *Gesture Therapy* para el grupo experimental y actividades de terapia ocupacional para el grupo control. El periodo de investigación fue de agosto a diciembre del 2008 en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN), la valoración fue mediante las escalas de Fugl Meyer, índice motor y se aplicó al final del tratamiento la escala de motivación intrínseca. **Resultados:** ambos grupos mostraron una recuperación motora estadísticamente significativa en las escalas empleadas ($p < 0.005$) por lo que ambos tratamientos mejoran la funcionalidad del miembro torácico parético. Los pacientes del grupo en estudio mostraron una mayor motivación durante el tratamiento. **Conclusiones:** la rehabilitación mediante realidad virtual favorece el apego y motivación de los pacientes al tratamiento, pero otorga resultados similares a la terapia convencional en cuanto a la recuperación de la

funcionalidad motora.

Palabras clave: EVC, realidad virtual, terapia ocupacional, Fugl Meyer.

REHABILITATION STRATEGIES OF THE STROKE PATIENTS

ABSTRACT

Objective: virtual reality allows repetitive training in rehabilitation strategies, providing and multisensory environment that promotes neuroplasticity mechanisms in the neurologic patients. This study compares the conventional occupational programs with a virtual reality environment based on low cost technology in the rehabilitation of the stroke patients. **Methods:** 22 chronic ischemic stroke patients were divides randomly into two groups using program of 15 sessions, 3 times per week. The study group use the software the simulated activities called *gesture therapy*. The control group treatment consisted of occupational therapy activities. Evaluation was made used the Fugl Meyer and Motricity index scales, and motivation intrinsic scale in the end

Recibido: 29 marzo 2009. Aceptado: 17 junio 2009.

¹Servicio de Rehabilitación del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. ²Departamento de Computación Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, INAOE. ³División de Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. Correspondencia: Israel Sánchez-Villavicencio. Servicio de Rehabilitación del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Insurgentes Sur # 3877. Col. La Fama 14269 México, D.F. E-mail: drisavi_mx@yahoo.com.mx

of treatment. Results: both groups showed a statistically significant recovery in the motor scales. The intrinsic motivation scale showed a higher score in the study group. Conclusions: the use of virtual reality as a rehabilitation strategy in our study showed no advantage in comparison to conventional occupational therapy protocol, but enhanced the attachment of the patient to the treatment through a higher motivation.

Key words: stroke, virtual reality, occupational therapy, Fugl Meyer.

En la actualidad; se considera al evento vascular cerebral (EVC) como la principal causa de discapacidad neurológica en el mundo¹. En promedio del 40 al 70% de los sobrevivientes presentan una secuela neurológica condicionada a un hemicuerpo limitando de forma parcial o total sus actividades de la vida diaria².

Los programas de rehabilitación se dirigen a recuperar en el mayor grado posible la funcionalidad de los segmentos del hemicuerpo dañado; sin embargo, la mayoría de los tratamientos actuales son prolongados y significan un alto costo para las instituciones y familiares. Los pacientes durante este proceso experimentan también la frustración al no cumplir con las expectativas de su tratamiento, condicionando el abandono de los servicios de rehabilitación o el nulo trabajo complementario en casa.

Hoy las técnicas tradicionales de terapia física siguen siendo la base del tratamiento en la mayoría de los pacientes neurológicos³; sin embargo, estas técnicas son de eficacia cuestionable⁴. Taub describe que el uso forzado de la extremidad parética aumenta sustancialmente el área de activación cerebral en la corteza lesionada⁵ y funcionalidad de la extremidad⁶. Estudios recien confirman que el movimiento del brazo aunado a un objetivo específico se traduce en un mayor aprendizaje motor a nivel cortical⁷ y por tanto una mayor recuperación motora en comparación con las técnicas de facilitación/inhibición empleadas comúnmente⁸.

Además la tarea específica el entrenamiento debe ser repetitivo en pacientes con EVC para favorecer el proceso de neuroplásticidad tanto en el cerebro lesionado como en el sano⁹. Actualmente se considera que no existe un programa de rehabilitación motor que sea totalmente efectivo en pacientes con hemiplejia^{3,10}, ya que no se ha descrito relación clara entre intensidad del entrenamiento y recuperación de la discapacidad motora¹¹.

El empleo de robots en la rehabilitación neuro-

lógica representa una opción relativamente nueva, estos dispositivos permiten el control de variables como fuerza, desplazamiento y velocidad del movimiento durante el entrenamiento de los pacientes^{12,13}. Algunos sistemas robóticos como el T-WREX complementan su funcionamiento con un ambiente de realidad virtual, permitiendo al paciente realizar simulaciones de actividades específicas del *mundo real*^{14,15}. La terapia asistida por robots aun presenta diversas deficiencias, siendo las principales entrenamiento limitado a uno o dos ejes de movimiento, la falta de entrenamiento en estos dispositivos para la mano parética, y el alto costo de estos sistemas para los países en desarrollo¹⁶.

Un reto en la rehabilitación neuromotora es diseñar métodos eficaces para proporcionar la terapia repetitiva y específica para el miembro torácico parético, estos procesos deben ser multimodales para facilitar la recuperación de la función¹⁷, deben involucrar las funciones cognitivas, debe ser atractiva para mantener la atención del paciente, ser fácil de entender y debe evitar la saturación de información en el paciente. La biorretroalimentación apoyada en sistemas computacionales permite que cumpla con estas características, logrando inmersión del paciente en un entorno virtual de gráficos computarizados donde recibe información sensorial de tipo sonora, visual y táctil permitiendo un ambiente multimodal¹⁸. La inclusión de la tecnología en la rehabilitación no sólo permite tratamientos innovadores, también permite que el paciente se motive a cumplir los objetivos trazados, favoreciendo el apego al tratamiento¹³.

Esta investigación se basa en el empleo de la realidad virtual y para ello se adaptó el software de *Gesture Therapy* a un sistema de cámaras capaz de seguir el movimiento del brazo parético, traduciendo el desplazamiento en una actividad dentro del ambiente virtual en una computadora. Nuestro objetivo fue obtener una recuperación motora superior a la registrada con la terapia convencional, valorando la recuperación motriz de los pacientes; así como la motivación al programa, posterior a las 25 sesiones de tratamiento.

En un futuro se busca simplificar este sistema para que sea adaptable a los servicios de salud e incluso a un programa de telemedicina, desarrollar así tecnología de bajo costo para el manejo de pacientes con secuelas de EVC.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el área de terapia ocupacional del servicio de rehabilitación del Instituto

Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN) del 14 de junio al 22 de diciembre del 2008. Los criterios de exclusión fueron dolor importante o inestabilidad en la muñeca del brazo afectado, disfunción cognitiva severa, afasia, negligencia hemiespacial, apraxia y contracturas articulares mayores de 20° en la mano afectada. Se incluyeron 25 pacientes con hemiparesia secundaria a EVC isquémico de 6 meses o más de evolución los cuales se distribuyeron aleatoriamente y conformando el grupo control A con 23 pacientes y en el grupo de estudio B con 22 pacientes, todos los pacientes fueron valorados por el investigador previo y después del tratamiento a través de la escala de Fugl Meyer¹⁹ e índice motor²⁰.

Para ambos grupos se otorgaron 25 sesiones de tratamiento, distribuidas tres veces por semana y con una duración aproximada de una hora por sesión. Los dispositivos empleados para el grupo en estudio fueron una computadora programada con el software de *Gesture Therapy* y un sistema de cámaras configuradas para captar el movimiento de un *joystick* es sujetado mediante un vendaje a la mano del brazo parético (figura 1). El movimiento realizado por el paciente refleja los desplazamientos del *joystick* en un ambiente virtual en donde se llevan a cabo tareas de la vida diaria de forma simulada (figura 2).



Figura 1. Sistema *Gesture Therapy*, la imagen muestra la colocación del paciente frente al sistema de cómputo, el diseño del *joystick* y cámara que realiza el seguimiento de los desplazamientos que realiza el paciente.

Las actividades convencionales de terapia ocupacional requirieron material didáctico (piezas de ensamble), conos, pelotas, deslizador y rodillo. Estas fueron supervisadas por personal de terapia ocupa-

cional los cuales dirigieron actividades a favorecer el movimiento de los segmentos de hombro, codo y mano del grupo control.



Figura 2. Actividades de la vida diaria simuladas del sistema *Gesture therapy*. El programa permite el movimiento libre de la extremidad, permitiendo el desplazamiento en 3 planos de movimiento.

El programa se llevó a cabo para el grupo en estudio de la siguiente manera:

1. Inicio de la sesión con estiramientos musculares a trapecio, pectoral, romboídes, deltoides, bíceps, pronadores, palmar mayor y flexores de los dedos del miembro parético.
2. Calibración de movimientos por sesión y forma individualizada en los planos sagital, coronal y transversal
3. Inicio del programa de actividades, cada una de duración variable, y la mayoría de ellas en contra del reloj, los juegos empleados del programa *Gesture therapy* fueron:
 - a. Compras en el supermercado
 - b. Preparando el desayuno
 - c. Basquetbol
 - d. Limpiar las ventanas
 - e. Desmanchar la estufa
 - f. Pintando la habitación
 - g. Preparar un *hot dog*
 - h. Conduciendo por la carretera

Al término del programa, se realizó la valoración final a cada uno de los pacientes mediante el registro de la escala de Fugl Meyer índice motor, así como la escala de motivación intrínseca. Los resultados fueron valorados mediante la prueba estadística de Wilcoxon.

RESULTADOS

Para el estudio se incluyeron 25 pacientes de los cuales sólo 22 concluyeron el programa. Los pacientes eliminados no completaron el 80% mínimo de asistencia al tratamiento (2 pacientes del grupo A y uno del grupo B). Las causas del abandono al tratamiento fueron falta de apoyo de los familiares para trasladar al paciente al INNN y motivos personales (gráfica 1). Los datos demográficos de ambos grupos se describen en la tabla 1.

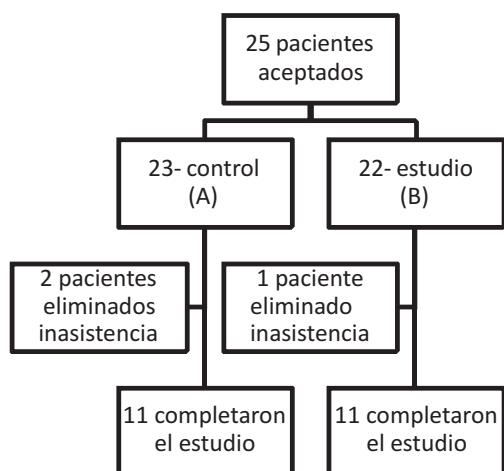


Gráfico 1. Población de pacientes y distribución en los grupos.

Tabla 1. Datos demográficos de la población.

	Grupo control n=11	Grupo estudio N=11
Género	Masculino 8 Femenino 3	Masculino 6 Femenino 5
Edad	51.90	50.83
Meses de evolución	25.7	22.08
Lado hemipáretico	Derecho 2 Izquierdo 9	Derecho 4 Izquierdo 7

Después de 8 semanas de tratamiento fueron aplicadas nuevamente las escalas de Fugl Meyer e índice motor para valorar la funcionalidad de la extremidad torácica parética, para ambas escalas se estableció como significativo para el tratamiento una $p < 0.05$, analizando los resultados mediante la prueba estadística de Wilcoxon.

A continuación se describen los resultados de las variables en estudio:

La funcionalidad del miembro torácico parético

fue valorada a través de la escala de Fugl Meyer, la cual mostro un incremento en el puntaje obtenido antes del tratamiento. El grupo control presento una media inicial de 18 y posterior al tratamiento se modificó a 26.3. El grupo en estudio presentó modificación al incrementar su puntaje inicial de 13.41 a 31.91 (tabla 2). Al aplicar la prueba estadística de Wilcoxon, esta variable tuvo un beneficio significativo, con una p menor de 0.05 para ambos grupos indicando que no hubo diferencia en la recuperación motora de ambos grupos (gráfica 2).

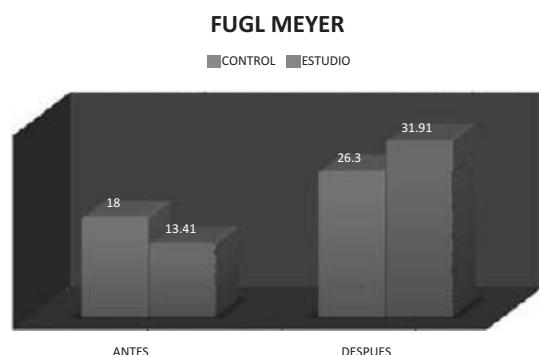


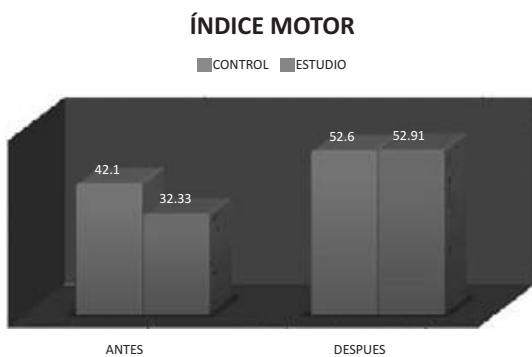
Gráfico 2. Comparativo de los resultados obtenidos en la escala de Fugl Meyer por grupos.

El índice motor tuvo un incremento en ambos grupos, siendo mayor la recuperación motora del grupo en estudio; sin embargo, al aplicar la prueba estadística, ambos tratamientos fueron significativos por lo que no se demuestra una superioridad del manejo con el sistema de realidad virtual. El puntaje inicial para el grupo control de 42.1, fue incrementándose posterior al tratamiento a 52.6, en tanto el grupo en estudio se modificó de 32.33 a 52.91 con una significancia estadística al obtener una $p < 0.05$ en ambos grupos (gráfica 3).

La encuesta de motivación intrínseca aplicada a los pacientes al término del tratamiento evalúo los siguientes parámetros:

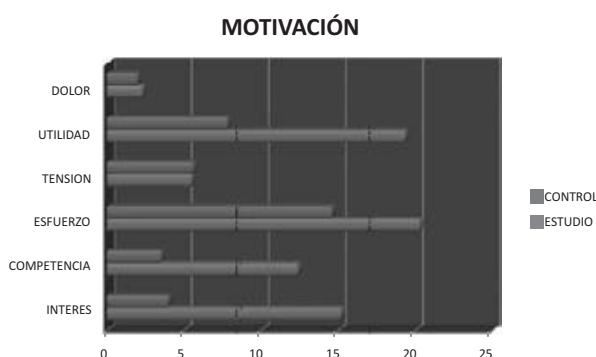
- Interés y satisfacción con el tratamiento
- Percepción de competencia del paciente ante el tratamiento
- Esfuerzo e importancia del tratamiento
- Presión o tensión provocada por el tratamiento
- Valor y utilidad del tratamiento
- Dolor ante el tratamiento

Los resultados obtenidos mostraron que los pacientes del grupo en estudio estuvieron más satisfechos con su desempeño durante el entrenamiento, percibiendo mayor concentración durante la activi-



Gráfica 3. Comparativo de los resultados obtenidos en la escala de índice motor por grupos.

dad; asimismo, este grupo refirió mayor interés por el sistema de realidad virtual que los pacientes a que se les realizaba el programa de terapia ocupacional en casa, surgiendo durante el estudio incumplimiento en diversas áreas por parte del grupo control para realizar el programa de casa de forma constante, otra problemática que se encontró en ambos grupos es el desuso de la extremidad parética durante sus actividades de la vida diaria, incluso ante la adaptación de ayudas funcionales para pacientes de ambos grupos. La percepción de competencia al tratamiento y utilidad del mismo obtuvieron una calificación mayor en pacientes del grupo en estudio, los rubros de presión y dolor ante el tratamiento fueron similares en ambos grupos siendo más frecuente el dolor en el hombro de los pacientes de ambos tipos de tratamiento (gráfica 4).



Gráfica 4. Comparativo de resultados obtenidos en la escala de motivación para ambos grupos.

DISCUSIÓN

El EVC es una de las causas más importantes de discapacidad en México, por lo que es importante

desarrollar estrategias que favorezcan la recuperación e integración a las actividades de la vida diaria para los sobrevivientes al evento agudo²¹. Por el momento son pocos los estudios que sustentan beneficios de la realidad virtual dentro de un programa de rehabilitación neurológica¹⁰; sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la efectividad del tratamiento depende del entrenamiento intensivo basado en el movimiento del segmento afectado, ya sea asistido por un terapista o por un dispositivo de realidad virtual. Las tareas repetitivas orientadas por tanto son capaces de modificar los esquemas motores lesionados en el paciente con secuelas de EVC.

El índice motor del grupo en estudio fue la variable con mayor significado estadístico, traduciéndose clínicamente en un incremento en los movimientos voluntarios de los segmentos de hombro y codo del miembro parético. El sistema *Gesture Therapy* presenta la misma limitante que diversos dispositivos robóticos al no favorecer específicamente el entrenamiento de la mano⁷. La actividad motora de la mano influye en gran medida en la severidad de la limitación funcional en los pacientes¹¹. El grupo control realizó actividades de terapia ocupacional dirigidas al entrenamiento de cada segmento de la extremidad torácica y esto no se reflejó en un incremento del puntaje en los rubros que evalúan la actividad motora de la mano en las escalas empleadas.

La recuperación motora depende en gran medida de funciones cognitivas del paciente que le permitan llevar a cabo tareas indicadas y de la motivación del paciente para llevarlas a cabo. La motivación de cada paciente ante el tratamiento diseñado para su rehabilitación puede ser modificada por numerosas situaciones como: frustración, aburrimiento o falta de interés¹³. El sistema de realidad virtual puede ser empleado como una opción coadyuvante y complementaria del manejo convencional de estos pacientes para mantener o promover la motivación al tratamiento y de forma indirecta la actividad motora voluntaria y no pasiva del segmento afectado.

Durante esta investigación no se observaron complicaciones por el tratamiento; sin embargo, la calibración del sistema y captación de los movimientos por el sistema de cámaras muestran parámetros sujetos de ser mejorados en versiones subsecuentes de este sistema, para evitar el retraso en la atención del paciente y la poca adaptabilidad que tendría un sistema de estas características en el hogar de los pacientes o en instituciones que no cuentan con el espacio físico adecuado.

Este estudio se vio limitado por la cantidad de

pacientes captados que requiriendo un extenso periodo para llevar a cabo un reclutamiento mayor, buscando la similitud de los pacientes para obtener resultados confiables. Asimismo, el Instituto cuenta con una gran cantidad de pacientes foráneos por lo que es difícil para la mayoría de ellos poder participar en programas de rehabilitación experimentales, lo que fortalece la inquietud de investigadores de simplificar el programa de *Gesture therapy* para poder adaptarlo a un programa de Telemedicina y cubrir no sólo los objetivos de investigación de este proyecto, sino también las expectativas de cobertura de atención médica que se busca en un futuro para los pacientes con secuelas de EVC.

CONCLUSIONES

Un programa de rehabilitación con realidad virtual proporciona resultados similares en la recuperación motriz de pacientes con secuelas de EVC, en comparación con los programas convencionales de terapia ocupacional. Sin embargo, en forma específica hubo una ventaja para la recuperación motriz de de manera proximal, en comparación al tratamiento convencional con terapia ocupacional. Es necesario continuar explorando los efectos del uso de la tecnología en la rehabilitación del paciente neurológico, ya que es una herramienta que puede ser complementaria a los programas existentes y favorecer el apego al tratamiento por parte del paciente.

REFERENCIAS

1. Sommerfeld DK, Elsy UB, Svensson AK, Holqvist LW, Von Arbin H. Spasticity After Stroke. Its Occurrence and Association With Motor Impairments and Activity Limitations. *Stroke* 2004;35:134-40.
2. Sánchez BI, Valverde C. Valoración de la deficiencia motora del paciente hemipléjico. *Rehabilitación* 1994: 389-98.
3. Edzard E. A Review of stroke rehabilitation and physiotherapy. *Stroke* 1990; 21: 1081-5.
4. Paci M. Physiotherapy base don the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectiveness studies. *J Rehabil Med* 2003 Jan;35(1):2-7. Developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation, *J Neuroeng Rehabil* 2005;3:1-12.
5. Boake C, Noser EA, Ro T, Baraniuk S, Gaber M, Johnson R, Salmeron ET, Tran TM, Taub E. Constraint-induced movement therapy during early stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2007 jan-feb;21(1):14-24.
6. Mark VW, Taub E, Morris DM. Neuroplasticity and constraint-induced movement therapy. *Eura Medicophys* 2006;42(3):269-84.
7. Colombo R, Pisano F, Micera S, Mazzone A, Delconte C, Carozza C, et al. Assessing mechanisms of recovery during robot-aided neurorehabilitation of the upper limb. *Neurorehabil Neural Repair* 2008; 22: 50-63.
8. Krutulyte G, Kimtys A, Krisciūnas A. The effectiveness of physical therapy methods (Bobath and motor relearning program) in rehabilitation of stroke patients. *Medicina (Kaunas)* 2003;39 (9):889-95.
9. Cramer SC, Nudo RJ. Rehabilitation and Repair. Introduction. *Stroke. Published online* 2008 Dec 8.
10. Huang G, Wolf SI, He J. Recent developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation, *J Neuroeng Rehabil* 2005;3:1-12.
11. Volpe BT, Lynch D, Rykman-Berland A, Ferraro M, Galgano M, Hogan N, et al. Intensive sensorimotor arm training mediated by therapist or robot improve hemiparesis in patients with crronich stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2008;22(3): 305-10.
12. Gauthier LV, Taub E, Perkins C, Ortmann M, Mark VW, Uswatte G. Remodeling the brain: plastic structural brain changes produced by different motor therapies after stroke. *Stroke* 2008; 39(5):1520-5.
13. Colombo R, Pisano F, Mazzone A, Delconte C, Micera S, Carozza MC. Design strategies to improve patient motivation during robot-aided rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil* 2007;3: 1-12.
14. Reinkensmeyer D, Pang C, Nessler J, Painter C. Web- based telerehabilitation for the upper-extremity after Stroke, *IEEE transactions on neural science and rehabilitation, engineering*, 2002;(10)1-7.
15. Kwakkel G, Boudewijn J, Krebs HI. Effects of robot assited therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review. *Neurorehabil and Neural Repair* 2008; 22: 111-20.
16. Sucar LE, Azcarate G, Leder R, Reinkensmeyer D. Markless video arm trackingg as a tool for biomechanics/rehabilitation engineering. *Pan American Health Care Exchanges* febrero 2007.
17. Subramanian S, Knaut LA, Beaudoin C, McFadyen BJ, Feldman AG, Levin MF. Virtual reality environments for post-stroke arm rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil* 2007;4:20.
18. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil* 2007;14(2):52-61.
19. Fugl-Meyer. The post stroke hemiplegic patients. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rshabil Med* 1975;7:13-31.
20. Sánchez BI, Valverde C. Valoración de la deficiencia motora del paciente hemipléjico. *Rehabilitación* 1994: 389-98.
21. Byl N, Roderick J, Mohamed O, Hanny M, Kotler J, Smith A, et al. Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable pos stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2004;18(1):3-8.