

Biorretroalimentación y juegos de computadora como complemento del manejo de limitación inducida sobre el control motor de la extremidad superior del paciente con secuelas de enfermedad vascular cerebral

Marisela Carrillo Santos

RESUMEN

Objetivos: demostrar que el uso combinado de la terapia de limitación inducida del movimiento (LIM), biorretroalimentación (BRA-EMG) en músculos espásticos del miembro torácico hemiparético y el uso de juegos por computadora en pacientes con secuelas de EVC con más de un año de evolución es mejor que utilizar la LIM combinada con BRA-EMG. **Material y métodos:** ensayo clínico controlado, prospectivo comparativo abierto, longitudinal, con 2 grupos de 20 pacientes cada uno, con evaluaciones antes y después del tratamiento con escala de Ashworth modificada (EA), Índice de motricidad (IM), Fugl-Meyer (F-M), medida de Independencia Funcional (FIM) e Índice de Barthel (IB). Grupo control manejado con LIM y BRA-EMG, grupo experimental LIM, BRA-EMG y juego de pong 7 modificado. **Análisis estadístico:** medidas de tendencia central, prueba no paramétrica de U de Mann Whitney, prueba de Wilcoxon. **Resultados:** grupo control (n=20), 70% EVC isquémico, 90% diestros, 50% femeninos. Grupo experimental (n=20), 65% EVC isquémico, 95% diestros, 65% femeninos. Resultados de ambos grupos antes y después de tratamiento (prueba de Wilcoxon):

grupo control / grupo experimental: EA hombro p=.157/.20, EA codo p=.003/.102, EA carpo p=.005/.034, EA dedos .005/.000, IM presión p=.20/.026, IM hombro p=.016/.010, IM miembro superior p=.009/.000, F-M p=.000/.000, FIM p=.012/.020, IB p=.039, microvoltios p=.000/.0000. **Conclusiones:** ambos grupos presentaron diferencias estadísticas significativas comparando antes y después del tratamiento, no se encontró una diferencia significativa al comparar los resultados entre grupos; sin embargo, el uso de juegos motivacionales son una estrategia de tratamiento en pacientes con EVC de más de un año de evolución.

Palabras clave: enfermedad vascular cerebral, secuelas, biorretroalimentación, juegos de computadora.

BIORETROFEEDING AND COMPUTER GAMES AS COMPLEMENT TO THE STUDY OF THE MOTOR CONTROL OF THE ARM AND HAND IN PATIENTS WITH SEQUELS OF CEREBROVASCULAR DISEASE

ABSTRACT

The use of retroalimentation and computer games in the rehabilitation of patient with deficit of motor frontal and brain vascular stroke. The paper shows the use to bioretrofeeding in the spastic muscles in the ponetic thoracic member and the possible use of the computer plays for complement the treatment this is a clinical control study of two groups of 20 patients each to

Recibido: 8 agosto 2006. Aceptado: 11 agosto 2006.

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Subdirección de Neuropsiquiatría. Correspondencia: Marisela Carrillo Santos. Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Subdirección de Neuropsiquiatría. Insurgentes Sur # 3877, Col. La Fama 14269 México, D.F.

evaluate the results using the modified ash word scale. The difference of the two groups was not important however we believe that the use of motivation with games in the computer is important aide in the treatment with patients with more of a year of evolution.

Key word: brain vascular stroke, reatroalimentation, computer games.

La enfermedad vascular cerebral (EVC) representa en el mundo la segunda causa de muerte y la principal de invalidez. La mortalidad en la fase aguda es de un 30% y cursa con recurrencias de hasta un 15% durante el primer año y 40% en cinco años, lo cual disminuye la esperanza de vida de los pacientes. Del 25 al 49% presenta, secuelas que los llevan a ser parcial o totalmente dependientes de otras personas¹.

A pesar de que los pacientes sobreviven a la fase aguda, la extremidad más afectada es el miembro torácico, lo que permite que puedan caminar en forma independiente, con ayuda ortésica o auxiliar de la marcha; sin embargo, la funcionalidad de la extremidad superior es difícil de recuperar en un 30 a 60% de los pacientes². En estos casos la función motora puede recuperarse poco a poco con ayuda de la rehabilitación y la recuperación espontánea, pero el uso llega a ser menor que el verdadero uso potencial. En la actualidad existen diversos métodos que permiten que en este tipo de pacientes se promueva la recuperación del movimiento en el miembro hemiparético, basados en principios biológicos y plasticidad cerebral. Uno de dichos métodos es la terapia de limitación inducida por el movimiento (CIMT en inglés), la cual se ha desarrollado desde 1986 y se encarga de aumentar de modo sustancial la calidad del movimiento y el uso de la extremidad torácica en las actividades de la vida diaria (AVD) dentro del hogar³.

Existen investigaciones que exploran los efectos de desaferentación somatosensorial en monos y han demostrado que cuando uno de los miembros delanteros de un mono es desaferentado, el mono no usa esa extremidad en situaciones libres, pero el uso de dicha extremidad se puede recuperar cuando el miembro intacto es restringido y el mono se ve "forzado" a utilizar la extremidad^{3,4}.

Durante el fenómeno de *shock* neural los monos son incapaces de mover el miembro desaferentado y aprenden a compensar la función con el miembro no afectado, pero al resolverse el *shock* y mejorar la función neural se intenta realizar el uso del miembro afectado logrando un movimiento torpe e inefectivo,

con lo cual se refuerza la compensación del miembro no afectado, de tal forma se aprende a "no usar" el miembro afectado^{4,6}.

El modelo de aprendizaje de uso no trata de omitir la correlación entre la cantidad del daño neural después de una EVC y el total de la función motora que es recuperada del lado afectado, pero el hecho de que algunos pacientes tienen cierta extensión o localización de la lesión recuperan más movimiento que otros pacientes con lesiones similares sugiere que hay factores adicionales que se pueden involucrar en la recuperación motora, y uno de esos factores pueden ser el mecanismo de aprendizaje de no uso. Basados en esta teoría, muchos estudios sugieren que la reorganización cortical puede estar asociada con el efecto de las terapias⁶. Wolf propuso que la terapia de limitación inducida de movimiento podía aplicarse en humanos y elaboró un estudio con 25 pacientes con EVC y traumatismo craneoencefálico con más de un año de evolución, con un mínimo de 10° de extensión en las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas y 20° de extensión del carpo del miembro torácico afectado, se utilizó una férula en el miembro torácico no afectado por 2 semanas durante el día, excepto 30 minutos de un periodo de ejercicios y durante el sueño la mejoría fue significativa con relación a la velocidad y al movimiento dependiente de la tarea⁷⁻⁹.

En un estudio realizado por Taub con pacientes con EVC de más de un año de evolución y restricción del miembro torácico sano el 90% de las horas de vigilia más 6 horas de tareas supervisadas del miembro afectado, se concluyó que la restricción y la práctica fueron efectivas en la restauración sustancial de la función motora, con un efecto mantenido a dos años de seguimiento^{4,6}. Otros estudios realizados por Mister, Taub, Van der Lee, *et al*, avalan la efectividad de dichos métodos⁸⁻¹⁵.

La biorretroalimentación (BRA) es la técnica que emplea un equipo electrónico para revelar al individuo algunos de los eventos fisiológicos normales o anormales, en forma de señales auditivas o visuales, enseñándole a manipular los eventos involuntarios a través de señales desplegadas¹⁶. El término de retroalimentación fue acuñado por el matemático Norbert Wiener para designar *un método de control del sistema encaminado a restablecer los resultados de su pasada función*. En 1969 en la primera reunión de la Sociedad de Investigación de Biorretroalimentación al término se le dio un contexto fisiológico, refiriéndose a cualquier técnica que use instrumentos que intenten dar a un individuo señales continuas e inmediatas de cambios en

una función corporal del cual se está usualmente inconsciente¹⁷.

La biorretroalimentación tiene como objetivo conseguir que una persona advierta un estado fisiológico propio y lo pueda desarrollar por sí misma o en una situación patológica, para modificarla. Para poder aplicar dicha técnica es necesario que el paciente tenga un mínimo de comprensión y motivación. Se ha utilizado en la reeducación del hemipléjico. Los objetivos de la BRA son la reeducación de la orden motora, de los trastornos cognitivos y luchar contra la espasticidad¹⁸.

El primer reporte del uso de la biorretroalimentación electromiográfica (BRA-EMG) en pacientes hemipléjicos por EVC data de 1960 y diversos estudios realizados por Schleenbaker y Mainous III apoyan su efectividad en dichos pacientes¹⁹.

Mroczek, *et al* estudiaron 9 pacientes con paresia del miembro superior dentro de un estudio transversal en el cual alrededor de la mitad recibieron cuatro semanas de BRA EMG más terapia física y viceversa. La conclusión fue que los incrementos en la actividad electromiográfica fueron mayores a comparación de la terapia física¹⁹.

Taub es uno de los pioneros en el desarrollo de procedimientos rehabilitatorios con bases científicas. Taub y Wolf en 1997¹⁹, notaron que con excepción de los estudios de Andrews y Stewart, ha sido poco lo escrito acerca de la ausencia de remanentes aprendidos en un hospital de rehabilitación de una sesión a otra y del ambiente clínico al hogar. Taub ha mostrado interés en distintos tipos de entrenamiento en rehabilitación. Taub y Crago (1995) han evaluado resultados teóricos relevantes en estudios con animales y humanos en los que se manejan tratamientos rehabilitatorios notaron que en las AVD es necesaria una rehabilitación específica enfocada a la funcionalidad. Concluyen que se deben realizar programas que condicionen respuestas y que generalicen el conocimiento, basadas en la facilidad para mejorar las AVD²¹.

Taub, Uswatte y Pidikiti (1999) puntualizaron que el aprendizaje motor en la literatura sugiere una práctica con efecto neutral o negativo a través de tareas continuas y un efecto variable en el aprendizaje con tareas discretas. Sin embargo, los procedimientos en rehabilitación que comprometan la mente en el proceso de recuperación pueden promover la reorganización cortical²².

Los programas con el método de la terapia de limitación inducida del movimiento de Taub y el desarrollo de la rehabilitación funcional basado en la

motivación descritos por Bach y Rita a lo largo de 30 años han dado pauta a diversos modelos de pacientes en donde se han explorado cambios funcionales con lesiones conocidas.

Uno de dichos programas ha sido la terapia basada en un juego motivador en pacientes con hemiparesia por daño cerebrovascular. Ellos desarrollaron un juego de *pong* para personas con hemiparesia, los movimientos se realizan con el brazo hemiparético y el control del movimiento es a través de una paleta adaptada al mouse de la computadora, el paciente puede controlar el movimiento de dicha paleta para ganar el juego, lo cual es una tarea específica.

Reinkensmeyer, *et al*²³ también han utilizado los juegos por computadora para la rehabilitación de los pacientes hemiparéticos por EVC con mayor afección en el miembro torácico, utilizando una prueba a través de la cual evaluaron aspectos específicos para la capacidad del movimiento, también realizaron una prueba de coordinación para trazar figuras y otras con el cursor para ver si los pacientes eran capaces de hacer *click* con el mouse. La terapia con juegos se basó en juegos modificados utilizando controles de paleta. Se utilizaron también gráficas de progreso, en el estudio concluyen que el movimiento repetitivo y guiado organiza y monitorea actividades terapéuticas de manera accesible, confortable y en etapas modificables que existen en una infraestructura web²³.

Los métodos utilizados para evaluar la recuperación motora varían en la literatura; no obstante, Hendricks, *et al*²⁴ realizaron una revisión bibliográfica de los estudios publicados entre 1966 y noviembre del 2001 con respecto a la recuperación motora después de una EVC, concluyendo que únicamente 14 artículos de los publicados en ese periodo cumplían con características en común para evaluar la recuperación. Las escalas utilizadas para evaluar a los pacientes fueron: el índice de motricidad, el cual es una evaluación simple de la función motora en los pacientes con hemiparesia, toma en cuenta tres rangos de movimientos en el miembro torácico que son la abducción de hombro, flexión de codo y la prensión. En el miembro pélvico evalúa la flexión de cadera, extensión de rodilla y de tobillo. Todos los rangos de movimiento se evalúan indiferentes a la gravedad y contra resistencia cuando sea posible, otorgándole diversas calificaciones y emitiendo un resultado para la extremidad superior y otro para la inferior que se divide entre 2, en una persona normal la calificación es de 100.

Mini-mental state examination fue desarrollado

por Folstein y se utiliza para detectar daño cognitivo, tiene un 87% de sensibilidad y un 82% de especificidad para detectar demencia o *delirium*, evalúa orientación, recuerdo inmediato, atención y cálculo, recuerdo, denominación, repetición, lectura, escritura y la capacidad para copiar figuras.

El *índice de Barthel* es una medida de dependencia física en actividades personales que evalúa 10 puntos y es un parámetro para saber la evolución en cuanto a la independencia de los pacientes.

El FIM o medida de independencia funcional es una evaluación en autocuidado, control de esfínteres, locomoción, comunicación y cognición social, a través del mismo se evalúa si el paciente es independiente en su totalidad, o si tiene una independencia moderada, si requiere de asistencia moderada, mínima o supervisión o si el paciente es dependiente completamente de otros.

La escala de *Fugl-Meyer* sirve para evaluar la extremidad superior en cuanto a la actividad refleja, sinergia flexora, sinergia extensora, colocación de la mano a la región lumbar, abducción pura de hombro de 0 a 90°, la actividad refleja normal, movimientos de muñeca, mano, coordinación y velocidad. La calificación es de 66 en una persona sin alteración.

El inventario de depresión de Beck se utiliza para saber si un paciente se encuentra deprimido y el grado de depresión que presenta, su aplicación es hasta cierto punto rápida, permite detectar y canalizar al paciente con un psiquiatra para su atención oportuna, con lo cual se puede evitar el abandono del tratamiento.

Entre todas las enfermedades neurológicas de la vida adulta, las vasculares cerebrales ocupan el primer lugar en frecuencia e importancia. Por lo menos 50% de los trastornos neurológicos que se ven en un hospital general son de este tipo. El término enfermedad vascular cerebral (EVC) se refiere a todas aquellas alteraciones que afectan a una parte del cerebro de una forma transitoria o permanente, por un mecanismo isquémico o hemorrágico, de manera que puedan estar o no dañados uno o más vasos sanguíneos primariamente por un proceso patológico.

Una rehabilitación adecuada puede mejorar las capacidades funcionales de los supervivientes de EVC, a pesar de la edad y del déficit neurológico, disminuyendo el costo de los cuidados prolongados de estos enfermos. En promedio el 80% de las víctimas de EVC pueden beneficiarse de una rehabilitación específica. Un 10% de los enfermos consiguen una recuperación espontánea completa en 8 a 12 semanas, mientras que otro 10% no logra beneficio alguno de cualquier

tratamiento.

En la actualidad, se cuenta con múltiples técnicas que tienen por objetivo el mejorar la funcionalidad del miembro hemiparético posterior a un EVC, las que se relacionan principalmente con la teoría de la plasticidad cerebral, pero hay poca evidencia experimental indicando su eficacia. Entre estas técnicas podemos mencionar a la terapia de limitación inducida del movimiento y la biorretroalimentación sensorial. Otra forma de estimular la reorganización neuronal es a través de juegos de computadora que permiten al paciente seguir un objetivo específico, lo cual potencia el aprendizaje y puede utilizarse como complemento de la limitación inducida del movimiento.

Verbants sugiere que para provocar un alto nivel de función dentro de la jerarquía motora y para lograr la capacidad de aprendizaje, los programas de terapia deben desarrollarse alrededor de actividades dirigidas, que deben de analizar los requerimientos ambientales del paciente y colocarlo en situaciones que lo obliguen a desarrollar estrategias apropiadas. Las actividades que dicho autor sugiere deben motivar al paciente y llamar su atención.

Estas modalidades pueden ayudarnos a reeducar sobre el uso del hemicuerpo afectado; además proporcionan al paciente la posibilidad del autocontrol sobre la postura adoptada en esta patología, otorgándoles cierto grado de relajación y ayuda en el manejo de posibles contracturas.

La hipótesis de este estudio es la aplicación en pacientes con recuentos de EVC, de más de un año de evolución de un juego motivacional de computadora, combinado con la terapia de limitación inducida de movimiento al miembro torácico sano y la biorretroalimentación produce una mejoría significativa mayor en relación al movimiento en la extremidad superior afectada evaluada con el índice de motricidad, la escala de Ashworth modificada y la escala de Fugl-Meyer, así como en la funcionalidad de la extremidad, valorada con la Medida de Independencia Funcional y el índice de Barthel.

Por lo que está investigación se encamina a otorgar a los pacientes con secuelas de EVC crónico el beneficio de la combinación de la biorretroalimentación y los juegos de computadora como complemento de la terapia inducida de limitación del movimiento para iniciar el reaprendizaje del uso del miembro torácico hemiparético.

El objetivo de este estudio es demostrar que el uso combinado de la terapia de limitación inducida del movimiento, la biorretroalimentación en el miembro torácico hemiparético y el uso de juegos por

computadora en pacientes con secuelas de EVC, de más de un año de evolución es mejor que utilizar la terapia de limitación inducida del movimiento con la biorretroalimentación, los objetivos específicos son **1.** Valorar el comportamiento del grado de espasticidad mediante el uso del biorretroalimentador U-control TM, EMG *home trainer* antes y después de la aplicación terapéutica con valores expresados en microvoltios y mediante la escala de Ashworth modificada. **2.** Valorar la capacidad motora antes y después de la maniobra experimental en pacientes con miembro torácico hemiparético a través del índice de motricidad. **3.** Conocer la ganancia funcional de los pacientes aplicando la Medida de Independencia Funcional (FIM) y el índice de Barthel antes de iniciar el tratamiento e inmediatamente posterior al mismo. **4.** Evaluar a los pacientes aplicando la escala de Fugl-Meyer para conocer su actividad refleja, sinergia flexora, movimiento voluntario del hombro, codo, muñeca y dedos, así como su coordinación.

Se trata de un estudio prospectivo, comparativo, longitudinal, abierto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 40 pacientes con hemiparesia secundaria a EVC, con más de un año de evolución, provenientes de la consulta externa de los servicios de neurología y rehabilitación, del Instituto Nacional de Neurología Manuel Velasco Suárez (muestreo consecutivo no aleatorizado). 20 pacientes pertenecieron al grupo experimental y 20 pacientes al grupo control, en el periodo comprendido de abril a noviembre de 2004, de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: **1.** Pacientes de 18 a 90 años de edad con antecedentes de EVC isquémico o hemorrágico de más de un año de evolución, con afección unilateral. **2.** Miembro torácico parético unilateral, como secuela de EVC. **3.** Espasticidad de miembro torácico afectado de 0 a 3 de acuerdo a la escala de Ashworth modificada. **4.** *Mini-mental State Examination* mayor de 24 puntos. **5.** Arcos de movilidad pasiva completos en el miembro torácico afectado. **6.** Marcha asistida, con o sin auxiliar, con mínimos a nulos fallos en el equilibrio durante la misma. Fueron excluidos del estudio aquellos pacientes que: **1.** Se encuentren en tratamiento con antiespásticos o con toxina botulínica, **2.** Pacientes con contracturas musculares y/o articulares que limiten más del 30% del arco de movilidad de hombro, codo, muñeca, metacarpofalángicas o interfalángicas proximales y distales a la movilización pasiva del miembro torácico afectado. **3.** Pacientes con cualquier

tipo de afasia, excepto motora, los cuales serán evaluados con la escala denominada rastreo de comprensión verbal, elaborada por clínica del lenguaje del INNN para determinar la capacidad de comprensión. Todos los pacientes fueron evaluados por un médico rehabilitador. Fueron eliminados del estudio los pacientes que tuvieron: **1.** inasistencia a más de 3 sesiones, **2.** enfermedad grave sistémica durante el transcurso del estudio o **3.** por solicitud del paciente.

En todos los pacientes (grupo control y grupo experimental) se realizó una evaluación previa al tratamiento empleando las siguientes escalas: *Mini-mental State Examination* y el inventario de depresión de Beck. Las escalas utilizadas antes y después del tratamiento en ambos grupos fueron el índice de Barthel, Medida de Independencia Funcional (FIM), escala de Ashworth modificada en cada segmento de la extremidad superior afectada, índice de motricidad en el hemicuerpo afectado, escala de Fugl-Meyer en la extremidad superior afectada²⁵. Además de la escala modificada de Ashworth para conocer la espasticidad de los pacientes, se empleó el biorretroalimentador U-Control EMG *Home Trainer Kit de Thought Technology Ltd.*, manejado en el rango X1 (de 0.2 a 37.5 microvoltios). Los electrodos del biorretroalimentador se colocaron en el punto motor del músculo flexor superficial de los dedos (utilizando la técnica de puntos motores de electromiografía), pidiendo al paciente que mantuviera su extremidad superior lo más relajada posible durante la medición, anotando la lectura de la señal visual mostrada en el biorretroalimentador. Los valores de cada lectura se determinaron de acuerdo al manual del usuario U-control.

El grupo control se manejó con terapia de limitación inducida del movimiento (CI por sus siglas en inglés) en la extremidad superior no afectada, con un vendaje del 90% de las horas de vigilia (se retiró para bañarse, uso de wc y durante las horas de sueño), por un periodo de 4 semanas, para la inmovilización, la extremidad superior se colocó con abducción y rotación medial de hombro, flexión de codo de 90°, flexión de carpo, articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas de 10°, posicionándola sobre el abdomen del paciente con el vendaje. Cada uno de los pacientes fue exhortado para utilizar la extremidad superior parética en la ejecución de las actividades de la vida diaria (AVD), en este mismo grupo se utilizó la biorretroalimentación durante 10 minutos en los músculos espásticos de la extremidad superior 3 veces a la semana durante las 4 semanas que participaron los pacientes.

El grupo experimental recibió tratamiento con la

terapia de limitación inducida del movimiento en la extremidad superior no afectada (tal y como se describió en el grupo control), el biorretroalimentador por 10 minutos en los músculos espáticos de la extremidad superior y el juego de pong 7 modificado para pacientes con extremidad superior parética por 10 minutos, 3 veces por semana, también durante 4 semanas.

Se utilizaron medidas de tendencia central (media y mediana), prueba *t de student* para muestras independientes, prueba exacta de Fisher, prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, y prueba de jerarquía signada de Wilcoxon.

RESULTADOS

En total participaron en el estudio 40 pacientes, 20 en el grupo experimental (13 mujeres y 7 hombres, edad promedio de 48.95 ± 15.9 , 95% diestros, 10 pacientes con hemiparesia derecha y 10 pacientes con hemiparesia izquierda) y 20 en el grupo control (12 mujeres y 8 hombres, edad promedio de 42.50 ± 17.0 , 90% diestros, 12 pacientes con hemiparesia derecha y 8 con hemiparesia izquierda), el tiempo promedio de EVC fue de 36.12 ± 19.93 meses para el grupo experimental, y de 39.10 ± 21.43 meses para el grupo control. El tipo de lesión fue 35% hemorrágico y 65% isquémico para el grupo experimental, 30% hemorrágico y 70% isquémico. Los datos con respecto a las valoraciones iniciales en ambos grupos se muestran en la tabla 1, en donde se encuentran las medianas, desviaciones estándar, rangos y valores de p.

Los resultados de las valoraciones que se realizaron después de terminar las 20 sesiones de tratamiento se muestran en la tabla 2, en donde se pueden consultar medianas, desviación estándar y valor de p de cada una de las variables.

Para comparar los resultados de ambos grupos en cada una de las escalas clínicas aplicadas, se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, en donde no hubo diferencia estadística significativa.

En la comparación de cada escala, antes y después del tratamiento, para conocer las diferencias entre los valores, se aplicó la prueba de Wilcoxon, con los siguientes resultados para el grupo control: escala de Ashworth en codo ($p=.003$), carpo ($p=.005$), dedos ($p=.005$), índice de motricidad de codo ($p=.020$), hombro ($p=.016$), el índice de motricidad en todo el miembro torácico ($p=.009$), la escala de Fugl-Meyer ($p=.000$), la medida de independencia funcional ($p=.012$), índice de Barthel ($p=.039$) y espasticidad medida en microvoltios con el biorretroalimentador

($p=.000$).

En el grupo experimental las diferencias significativas antes y después del tratamiento fueron: escala de Ashworth hombro ($p=.020$), carpo ($p=.034$), dedos ($p=.000$), índice de motricidad para prensión ($p=.002$), codo ($p=.026$), hombro ($p=.010$), el índice de motricidad en todo el miembro torácico ($p=.000$), escala de Fugl-Meyer ($p=.000$), medida de independencia funcional ($p=.020$) y espasticidad medida en microvoltios ($p=.000$).

Tabla 1. Medianas, desviación estándar, rangos y valores de p en las valoraciones basales realizadas en ambos grupos de pacientes.

VARIABLE	GRUPO EXPERIMENTAL (N=20)	GRUPO CONTROL (N=20)	VALOR DE p
Edad	48.95 (± 15.9)	42.50 (± 17.0)	.221 *
Lateralidad diestra	19 (95%)	18 (90%)	1.0 **
Tipo de EVC	H=35% I=65%	H=30% I=70%	.736 ***
Territorio afectado	ACM=15 ACA=5	ACM=14 ACA=6	1.0
Tiempo de Evolución (meses)	36.12 (± 19.93)	39.10 (± 21.43)	3.15 *
Escala de Ashworth (EA) hombro	.000(0-2)	.000 (0-2)	.64
EA codo	1.0 (0-3)	1.0 (0-2)	.98
EA carpo	1.0 (0-3)	1.0 (0-3)	.86
EA dedos	1.5 (0-3)	1.5 (0-3)	.50
Indice de motricidad prensión (IM)	0 (0-26)	11 (0-26)	.16
IM codo	25 (9-33)	20.5 (14-25)	.96
IM hombro	19 (14-33)	20.5 (14-25)	.76
IM Miembro superior	45 (24-93)	50.0 (30-77)	.34
IM Miembro inferior	73 (24-100)	49.0 (30-70)	.012
IM Total	67 (29-93)	49.5 (33-72)	.49
Fugl-Meyer	43 (8-59)	23 (8-56)	.20
Medida de Independencia Funcional (FIM)	115.85 (73-126)	105.4 (66-126)	.113
Barthel	95 (5-100)	87.5 (50-100)	.26
Microvoltios	3.02 (± 2.29)	2.71 (± 1.10)	3.15 *

* Prueba de *t student* para muestra independiente

** Prueba exacta de Fisher

*** χ^2

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio era demostrar que la terapia tardía en los pacientes con EVC (más de un año de evolución), conformada por limitación inducida del movimiento, biorretroalimentación para manejo de espasticidad y un juego motivacional por computadora tiene mejores resultados, que cuando se utilizan únicamente la limitación inducida del movimiento y la biorretroalimentación, en un programa intensivo de 4 semanas de tratamiento.

Tabla 2. Medianas, rangos y valores de p en las valoraciones posteriores al tratamiento en ambos grupos de pacientes.

VARIABLE	GRUPO EXPERIMENTAL (n=20)	GRUPO CONTROL (N=20)	VALOR DE p
Escala de Ashworth (EA) hombro	0.0 (0-3)	0.0 (0-1)	.66
EA codo	1.0 (0-3)	1.0 (0-1)	.28
EA carpo	1.0 (0-3)	1.0 (0-2)	.64
EA dedos	1.0 (0-2)	1.0 (0-2)	.79
Indice de motricidad presión (IM)	11 (0-33)	11 (0-26)	.97
IM codo	25 (9-33)	23.5 (14-25)	.44
IM hombro	19 (14-33)	25 (14-25)	.71
Im Miembro superior	53.5 (24-100)	54.5 (37-57)	.97
IM Miembro inferior	69 (24-100)	53 (30-76)	.012
IM Total	54.75 (33-77)	58.5 (32-97)	.24
Fugl-Meyer	34 (9-63)	33.5 (8-61)	.31
Medida de Independencia Funcional (FIM)	122 (74-126)	112.5 (46-126)	.163
Barthel	92.5 (10-100)	90.0 (60-100)	.43
Microvoltios	1.18 (\pm 1.03)	0.925 (\pm .75)	.73

Tabla 3. Valores de p sobre las diferencias entre valores basales y posteriores al tratamiento para el grupo experimental y el grupo control con la prueba de Wilcoxon.

	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO CONTROL
Escala de Ashworth (EA hombro)	.020	.157
EA codo	.102	.003
EA carpo	.034	.005
EA dedos	.000	.005
Indice de Motricidad IM presión	.002	.317
IM codo	.026	.020
IM hombro	.010	.016
IM Miembro superior	.000	.009
IM Miembro inferior	.317	.017
Fugl-Meyer	.000	.000
Medida de Independencia Funcional (FIM)	.020	.012
Barthel	.102	.039
Microvoltios	.000	.000

Los resultados de este estudio indican que la terapia de limitación inducida del movimiento y la biorretroalimentación (BRA-EMG), además del uso de juegos motivacionales por computadora, son una estrategia adecuada de tratamiento en la rehabilitación de los pacientes con secuelas de enfermedad vascular cerebral. A través de este estudio se pudo observar que los pacientes con más de un año de evolución son candidatos a continuar un programa de tratamiento que promueva y dirija la plasticidad en el proceso de recuperación motora en etapas tardías.

Sin embargo, no pudimos corroborar nuestra hipótesis, ya que ambos grupos de pacientes mejoraron en forma estadística significativa, aunque con

algunas diferencias importantes.

No obstante, el propósito de este trabajo no fue buscar formas de manejo nuevas que sustituyan los protocolos tradicionales, sino buscar complementar los tratamientos con instrumentos y estrategias poderosas tales como la limitación inducida del movimiento, la biorretroalimentación y los juegos motivacionales por computadora (juego de pong).

El efecto principal que se observó en los grupos de pacientes, fue el incremento de la capacidad motora de la extremidad superior afectada y la disminución de la espasticidad en los músculos de hombro, carpo y dedos para el grupo experimental y de los músculos de codo, carpo y dedos en el grupo control. Debido a que en ambos grupos se aplicó la terapia de limitación inducida del movimiento, podemos estar de acuerdo con otros estudios que reportan que dicha terapia aporta al paciente la oportunidad de superar el aprendizaje de no uso^{6,22-24} con respecto a la selección de los pacientes en cuanto a los arcos de movimiento de las articulaciones de carpo, metacarpofalángicos e interfalángicas, lo cual nos permitió captar a pacientes con diversas características y evaluar su capacidad funcional antes y después de aplicar los tratamientos.

La biorretroalimentación es uno de los instrumentos actuales más importantes en el paciente con secuelas de una lesión neurológica, con lo cual se hace consciente del control de los eventos fisiológicos y le permite adquirir un programa de reaprendizaje del control de los eventos fisiológicos y le permite adquirir un programa de reaprendizaje del control motor²⁶. En el presente estudio, se manejaron los segmentos braquiales afectados, y se midió la espasticidad en microvoltios y con la escala de Ashworth modificada observando mejoría estadística significativa en ambos grupos posterior a la aplicación del tratamiento, aunque el grupo control no presentó mejoría en los músculos flexores y abductores de hombro, y el grupo experimental en los músculos flexores de codo. Se puede pensar que la reducción de la espasticidad pudo influir en la recuperación de la funcionalidad de la extremidad superior, y esto fue reforzado a través de la limitación inducida del movimiento. También presentaron mejoría ambos grupos en relación a la escala de Fugl-Meyer (la cual involucra sinergias flexoras y extensoras para la extremidad superior).

En las escalas que se valoran la funcionalidad de los pacientes (Índice de Barthel y Medida de Independencia Funcional), se encontraron cambios estadísticos significativos en el grupo experimental sólo presentó resultados estadísticos significativos en

la Medida de Independencia Funcional; sin embargo, en las evaluaciones individuales los pacientes tuvieron cambios positivos postratamiento. En los dos grupos de pacientes se involucró el miembro torácico afectado en las actividades de la vida diaria (AVD), lo que concuerda con el estudio de Kunkel¹² en donde la mejoría en la calidad de uso de la extremidad afectada fue evidente, pero con menor velocidad de ejecución y calidad de movimiento. A pesar de todo, el aprendizaje de no uso puede ser superado con la realización de una tarea específica (juego de computadora modificado de pong), ya que se trata de un estímulo para el control del movimiento voluntario²⁶.

Debido al periodo corto de tratamiento (4 semanas, 12 sesiones), no podemos considerar que los cambios obtenidos durante el mismo se deban a una recuperación espontánea.

En un estudio realizado por Alberts, *et al*²⁷ en 10 pacientes con una evolución de 3 a 9 meses en relación a la EVC y en quienes se utilizó limitación inducida del movimiento por 2 semanas, recibiendo 5 sesiones de tratamiento específico a la semana para mejorar la pinza, con 6 horas de duración cada una de las sesiones, se demostró que cuando el paciente aprende a reutilizar la extremidad superior al repetir una tarea por sí mismo y en forma práctica, logra modificar un patrón erróneo de movimiento de dicha extremidad y adquiere más fuerza. En este estudio ocurrió algo muy similar con los pacientes que utilizaron el juego modificado de pong, ya que lograron mayores calificaciones en el índice de motricidad de prensión, con resultados estadísticos significativos. Sin embargo, el tiempo que los pacientes utilizaron el juego de pong fue muy poco (10 minutos), lo cual pudo influir en los resultados de los pacientes. A pesar de lo anterior, los pacientes que integraron el grupo experimental se mostraban más motivados en el tratamiento que aquellos pacientes que no recibieron tratamiento con el juego de pong.

CONCLUSIONES

La rehabilitación en el paciente con hemiparesia secundaria a EVC, funciona a pesar de ser tardía (más de un año de evolución), lo cual queda demostrado en este estudio, independiente de la modalidad de tratamiento a que estuvieron sujetos los pacientes. El incremento en el movimiento del miembro torácico afectado y la disminución de la espasticidad posterior a un periodo corto de tratamientos (12 sesiones de 4 semanas) nos hace pensar en la participación de la reorganización de sistemas motores sensoriales, du-

rante el proceso de plasticidad neuronal.

No descartamos la posibilidad de realizar en el futuro un estudio en el cual se aplique el tratamiento con el juego de computadora por más tiempo en cada una de las sesiones, así como otros estudios para investigar sobre el efecto fisiológico de las terapias en la recuperación motora de los pacientes con secuelas de EVC de más de un año de evolución.

REFERENCIAS

1. Cantú C, Tálama O, Mejía A, Rodríguez J, Murillo L, Osorno M, *et al*. Prevención primaria de la enfermedad vascular cerebral, *Rev Inv Clin* 2002;54:247-56.
2. Van der Lee J, Wagenaar R, Lankhorst G, Vogelaar T, Devillé W, Souter L. Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients, Results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke* 1999;30:2369-75.
3. Hallet M. Recent advances in stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2002;16:211-7.
4. Morris D, Crago J, Luca S, Pidikiti R, Taub E. Constrain induced movement therapy for motor recovery after stroke. *Neurorehabil* 1997;9:29-43.
5. Van der Lee J. Constrain induced therapy for stroke: more of the same or something completely different?, *Curr Opin Neurol* 2001;14:741-4.
6. Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constrain induced movement therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation, a clinical review, *J Rehabil Res Dev* 1999;36:237-51.
7. Wolf S, Lecraw D, Sarton L, Jann S. Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head injured patients, *Exp Neurol* 1989; 104:125-32.
8. Elbert T, Pantev C, Wienbruch C, Rockstroh S, Taub E. Increased use of the left hand in string players associated with increased cortical representation of the fingers. *Science* 1995;220:21-3.
9. Liepert J, Sauder H, Sommer M. Motor cortex plasticity during constraint induced movement therapy in chronic stroke patients. *Neurosci Lett* 1998;250:5-8.
10. Wiltner W, Sauder H, Sommer M, Dettmers C, Taub E. Effects of constraint induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke, a replication. *Stroke* 1999;30:586-92.
11. Dromerick A, Edwards D, Hahn M. Does the application of constraint induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke?. *Stroke* 2000;31:2984-8.
12. Kunkel A, Kopp S, Muller G, Virllringer K, Virllringer A, Taub E, *et al*. Constraint induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:624-8.
13. Sabari J, Kane L, Flanagan S, Steinberg A. Constraint - induced motor relearning after stroke: a naturalistic case report. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:524-8.
14. Sterr A, Freivogel S, Schmalohr D. Neurobehavioural aspects of recovery: assessment of the learned nonuse phenomenon in hemiparetic adolescents. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1726-31.
15. Schaechter J, Kraft E, Hilliard T, Dijkhuizen R, Senner T, Finklestein S, *et al*. Motor recovery and cortical reorganization after constraint induced movement therapy in stroke patients: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair* 2002;16:326-38.
16. Basmajian J. *Biofeedback principles and practice for clinicians*.

- 3a edition, Baltimore Williams & Willkins, 1989.
17. Schleenbaker R, Mainous A. Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patients: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:1301-4.
 18. Brudny J, Korein J, Grynbaum B, Friedmann L, Winstein S, Sachs-Frankel G, *et al.* EMG feedback therapy: review of treatment of 114 patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1976;57:55-71.
 19. Taub E, Wolf S. Constraint induced techniques to facilitate upper extremity use in stroke patients. *Topics Rehabil* 1999;3:38-61.
 20. Folstein M, Folstein S, McHugh P. "Mini-mental state" a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975;12:189-98.
 21. Taub E, Miller N, Novack T, Cook E, Fleming W, Nepomuceno C. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:347-54.
 22. Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-induced Movement Therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation, a clinical review. *J Rehabil Res Development* 1999;36:237-51.
 23. Reinkensmeyer D, Pang C, Nessler J, Painter C. Web - based telerehabilitation for the upper extremity after stroke. *IEEE Transactions Neural Sys Rehabil Engine* 2002;2:102-8.
 24. Hendricks H, Van Limbeek J, Zwarts M. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1629-37.
 25. Alberts J, Butler A, Wolf S. The effects of constraint induced therapy on precision grip: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair* 2004;18:250.
 26. Levy C, Nichols D, Schmalbrock O, Keller P, Chakeres D. Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper limb stroke hemiplegia treated with induced movement therapy. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;80:4-12.
 27. Inglis J, Donald M, Mopnga T, Sproule M, Young M. Electromyographic biofeedback and physical therapy of the hemiplegic upper limb. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65:755-9.