

Efecto del uso de realidad virtual como estrategia de manejo para la recuperación motora del miembro superior, en pacientes con enfermedad vascular cerebral crónica, evaluada mediante RMf

María Isabel Fernández del Castillo Quintana, Jorge Hernández-Franco, Héctor M. Barragán-Campos, Israel Sánchez-Villavicencio, Erick H. Pasaye

RESUMEN

El EVC es la tercera causa de muerte en países industrializados en México, hay cerca de 200, 000 personas que sufren EVC cada año. Las secuelas tienen un impacto preponderante en la calidad de vida del paciente y familiares pues su independencia es limitada. Aquí presentamos el abordaje del EVC con la realidad virtual en la que se utiliza la estimulación por medio de diversas interfaces para interactuar con el entorno virtual y proporcionarle al paciente la sensación de que está manipulando objetos reales este tipo de terapia hace sentir que un ejercicio interactivo y divertido en comparación con la convencional se estudiaron a 6 pacientes 2 mujeres y 4 hombres en los que se pretende generar una potenciación sináptica efectiva por ende aumentar la neuroplasticidad practico inducida.

Palabras clave: EVC, vialida virtual, miembro superior, rehabilitación.

Effect of using virtual reality as a management strategy for the upper limb motor recovery in patients with chronic cerebral vascular disease as assessed by fMRI

ABSTRACT

The cerebrovascular disease (CVD) is the third leading cause of death in industrialized countries. In Mexico there are about 200,000 people who suffer stroke each year. The aftermath dominant impact on the quality of life of patients and family because their independence is limited. Here we present the approach of EVC with virtual reality in which stimulation is used by various devices to interact with the virtual environment and give the patient the feeling that is manipulating real objects, this therapy feel that is a interactive exercise and fun compared to the conventional. 6 patients were studied 2 women and 4 men he aims to generate effective synaptic potentiation thus increase practtco-induced neuroplasticity.

Key words: stroke, virtual reality, upper limb rehabilitation.

El evento vascular cerebral (EVC); es la principal causa de discapacidad en adultos, con síntomas clínicos como debilidad, espasticidad, contracturas, pérdida de destreza y dolor en el lado parético. Aproximadamente del 70 al 80% de las personas que han sufrido un EVC, tienen un deterioro en miembro

Recibido: 9 enero 2012. Aceptado: 24 enero 2012.

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez. Correspondencia: Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez. Jorge Hernández Franco. Insurgentes Sur # 3877. Col. La Fama. 14269. México, D.F. E-mail: jfranco@innn.edu.mx

superior y requieren de manejo médico prolongado para disminuir su discapacidad física¹.

Tradicionalmente el punto de vista en la rehabilitación *pos-EVC* era que el mejoramiento significativo ocurría sólo en los primeros seis meses posteriores al EVC, asociado en gran parte con la recuperación espontánea del cerebro dañado. Sin embargo, recién estudios han sugerido que intervenciones terapéuticas intensivas, como la terapia restrictiva (CIMT por sus siglas en inglés) y la práctica repetitiva de tarea específica, también pueden contribuir en disminuir la discapacidad motora y mejorar el uso funcional del brazo afectado en personas con EVC crónico (> 6 meses)¹. Existen tres determinantes para la recuperación motora y son la intervención temprana, entrenamiento en tarea específica y repetición del movimiento².

En la hemiparesia por EVC, desuso o el aprendizaje de no uso de la extremidad afectada, puede traer como consecuencia la supresión cortical representativa de la extremidad afectada, después de la inhibición de su uso espontáneo. Esta supresión cortical se ha demostrado en la disminución a la mitad del tamaño del área representativa de la mano parética con respecto a la no parética posterior al EVC³. Existe evidencia para demostrar que la plasticidad es *uso dependiente* y que el uso intensivo y repetitivo puede ser necesario para modificar la organización neuronal⁴.

Además del entrenamiento intensivo y repetitivo necesario para inducir la plasticidad neuronal, la estimulación sensoriomotora debe acompañarse de nuevas habilidades motoras, esencial para obtener una plasticidad funcional⁴.

La realidad virtual (VR) es el abordaje donde se utiliza estimulación en tiempo real donde se simula un ambiente, escenario o actividad generada por el ordenador en la que, a través de una interfaz hombre-máquina, va a permitir al usuario interactuar con ciertos elementos dentro del escenario simulado^{4,6}. Al hablar de VR hay que tener en cuenta dos conceptos importantes, como interacción e inmersión. *Interacción*: la realidad virtual no supone una visualización pasiva de la representación gráfica, sino que la persona puede interactuar con el mundo virtual en tiempo real; e inmersión porque a través de determinados dispositivos una persona tiene la sensación de encontrarse físicamente en el mundo virtual. Existe una gran variedad de interfaces para interactuar con el entorno virtual, que comprenden desde los dispositivos más comunes, como un ratón, un teclado o un joystick, hasta dispositivos hápticos que pueden proporcionar un *feedback* táctil y darle al usuario la sensación de que está manipulando objetos reales^{4,5}.

El uso de la VR como un ambiente terapéutico

puede explotar la capacidad del sistema nervioso para la adaptación sensoriomotora, proporcionando un método con tecnología para el entrenamiento intensivo y repetitivo, en un contexto funcional, significativo y motivacional^{2,4,7}. Los pacientes consideran la intervención mediante VR como un ejercicio interactivo y divertido en comparación con la terapia convencional^{3,7,8}.

Recientes estudios han mostrado el potencial de la intervención con VR en beneficio de pacientes con alteraciones del movimiento debido a una disfunción neurológica^{2,4,7}. Los estudios con VR han demostrado que 45 a 60 minutos de intervención con VR (tres veces por semana) es efectiva para obtener recuperación motora medible en pacientes con EVC^{3,4,8}.

¿Será posible que la rehabilitación mediante VR proporcione una reorganización cortical y recuperación motora funcional en el brazo parético en pacientes con secuelas de EVC?

La VR puede producir una mejoría práctico-dependiente del miembro superior afectado secundario a una reorganización cortical mediante la inversión o normalización de la organización aberrante.

OBJETIVOS

Determinar si la rehabilitación mediante un sistema de actividades simuladas de la vida diaria a través de VR para el miembro torácico parético en pacientes con EVC otorga una mayor recuperación motora y una reorganización cortical.

- Evaluar mediante resonancia magnética funcional los cambios corticales posterior a un programa de rehabilitación mediante realidad virtual
- Analizar la modificación de la funcionalidad del miembro torácico afectado con base a las escalas de Fugl Meyer y el índice motor
- Determinar mediante la encuesta de motivación intrínseca el apego y motivación del paciente al tratamiento

Justificación

El EVC constituye la tercera causa de muerte en países industrializados, es considerada como una de las principales causas de discapacidad en el mundo. Se estima que en México hay cerca de 200,000 personas que sufren un EVC anualmente. Las secuelas del EVC tienen un trascendente impacto en la calidad de vida de los pacientes y de la familia ante la limitada independencia de estos.

Por tanto, reducir el proceso de rehabilitación ten-

dría un importante impacto en la calidad de vida de estas familias y en los costos económicos de las instituciones de salud. En la actualidad en el mundo se han desarrollado sistemas tecnológicos con resultados prometedores, sin embargo muchos de estos sistemas están lejos del alcance de los pacientes de nuestro medio por su alto costo¹⁰⁻¹². Por tanto este proyecto se suma a los diversos estudios en la rehabilitación del paciente neurológico empleando como herramienta los avances tecnológicos, con la finalidad de aportar nuevos conocimientos sobre la recuperación de los pacientes neurológicos, así como la exploración de nuevos métodos que buscan disminuir la discapacidad funcional en los pacientes con hemiparesia secundaria a EVC, además pretende utilizar un sistema de bajo costo que sea factible para nuestra población y para la adquisición por parte de las instituciones de salud.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio experimental, descriptivo, comparativo, longitudinal y prospectivo.

Pacientes de la consulta externa del servicio de rehabilitación neurológica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía con diagnóstico de enfermedad vascular cerebral (EVC) de más de seis meses de evolución.

Se elegirán a 6 pacientes que cumplan con los criterios de inclusión, que recibirán un tratamiento por medio del programa de realidad virtual en 2D con los programas del software T-Wrex. A cada paciente se le otorgaran 20 sesiones de tratamiento de 45 minutos tres veces por semana y se les realizaran 2 resonancias magnéticas funcionales (previa al estudio y al finalizar las sesiones). Se valorara la actividad motora previa y posterior al programa de VR con las escalas de Fugl Meyer e índice motor. Al finalizar se aplicara la encuesta de motivación intrínseca para valorar el apego y motivación del paciente al tratamiento.

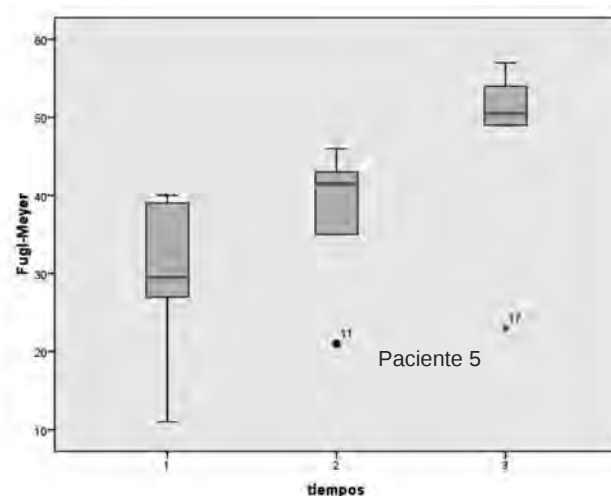
RESULTADOS

Se estudiaron 6 pacientes con hemiparesia secundaria a EVC de más de 6 meses de evolución, conformado por 2 mujeres y 4 hombres. El rango de edad fue entre 20 y 60 años (promedio 36). En cuanto a la lateralidad todos los pacientes son diestros y la hemi-paresia es izquierda en el paciente 4, el resto es derecha. La función motora evaluada mediante la escala de Fugl-Meyer muestra una mejoría estadísticamente significativa mediante Friedman's test ($p=0.002$), como se muestra en el gráfico 1 y tabla 1.

En cuanto a la evaluación funcional mediante

Tabla 1: Resultados en la escala de Fugl-Meyer (FM) en la serie de pacientes, al inicio, etapa intermedia y final del programa.

Paciente	FM inicio	FM intermedio	FM final
1	31	42	57
2	40	43	51
3	39	46	54
4	27	41	50
5	11	21	23
6	28	35	49



Gráfica 1: Boxplot del Fugl-Meyer en la serie de pacientes, al inicio, etapa intermedia y final del programa.

Tabla 2: Resultados en la escala de índice motor (IM) en la serie de pacientes, al inicio, etapa intermedia y final del programa.

Paciente	IM inicio	IM intermedio	IM final
1	45	56	66
2	73	77	92
3	59	64	73
4	56	64	67
5	40	45	45
6	50	64	70

la escala de índice motor, se encontraron resultados estadísticamente significativos mediante Friedman test ($p=0.003$), como se observa en la tabla 2 y gráfica 2.

En este estudio no hay correlación ninguna entre la mejoría que todos tienen y el tiempo de evolución o la edad de los pacientes.

En cuanto a los resultados de los estudios de RMf las regiones de interés incluyeron la corteza sensoriomotora primaria (SM1), la corteza premotora (PMC) y la corteza motora suplementaria (SMA), eligiéndose estas regiones, ya que son en las que se observan los mayores cambios neoplásticos³. En la tabla 3 se ob-

serva el tipo y literalidad de la lesión, las áreas de activación previas y posteriores a la terapia con VR. Los resultados del paciente 2 no son concluyentes, ya que la activación en la RMf fue de áreas sensoriales y no motoras por lo que no se reportan los resultados.

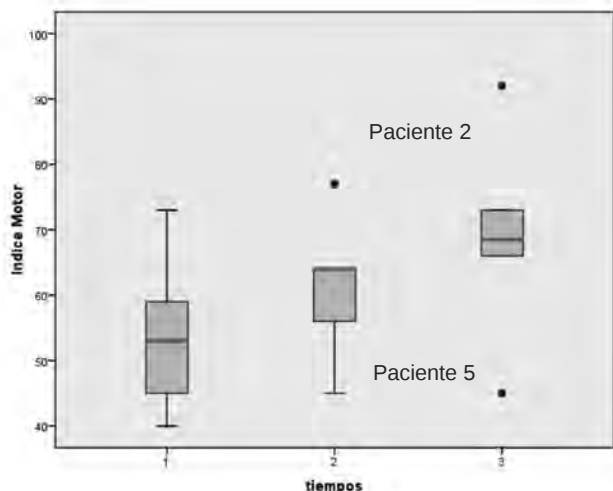


Gráfico 2: Boxplot del índice motor en la serie de pacientes, al inicio, etapa intermedia y final del programa.

Tabla 3. Tipo y lateralidad de EVC, con áreas de activación previas y posteriores a programa con VR. (i = izquierdo, d= derecho).

PX	Tipo EVC	SM1		PMC		SMA	
		Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos
1	Isquémico izq	*i	*d,i		*i	*d,i	*d,i
3	Hemorrágico der	*d,i	*d,i		*i	*d,i	*d,i
4	Subaracnoideo izq	*d	*d	*d,i	*d		*i
5	Subaracnoideo izq	*d	*d		*i	*d,i	*i
6	Hemorrágico izq	*d		*d	*i	*d,i	*d,i

En el paciente 1, 3, 5 y 6 previo a la VR no se encuentra activación en el área PMC y si posterior a la VR ipsilateral a la lesión. En el paciente 4 previo a la VR no se encontró actividad en el SMA, activándose posterior a la VR ipsilateral a la lesión.

DISCUSIÓN

La hipótesis de este estudio es que mediante la VR se logra una recuperación motora del miembro superior hemiparético secundario a una reorganización cortical.

En el presente estudio encontramos datos sugierentes de reorganización cortical, con activación previa a VR contra laterales a la lesión a ipsilaterales posteriores a la VR. Las regiones de interés incluyeron corteza sensomotora primaria (SM1), corteza premotora (PMC)

y la corteza motora suplementaria (SMA), eligiéndose estas regiones ya que son en las que se observan los mayores cambios neoplásticos. En el paciente 1, 3, 5 y 6 previo a la VR no se encuentra activación en el área PMC y si posterior a la VR ipsilateral a la lesión. En el paciente 4 previo a la VR no se encontró actividad en el SMA, activándose posterior a la VR ipsilateral a la lesión. Estos datos nos demuestran un cambio en la organización cortical de la extremidad afectada del hemisferio ipsilateral al hemisferio contra lateral después de la intervención con VR. Estos hallazgos son consistentes con otros estudios como en el de Jo Jang *et al*, Ward *et al* y Schaechter *et al*.

Es posible que la VR haya motivado y promovido la reorganización práctico- dependiente como resultado de un mayor uso de la extremidad afectada en tareas motoras específicas, lo cual pudo impulsar la reorganización cortical de la extremidad afectada en la corteza cerebral, ya que numerosos estudios como el de Sveistrup, Adamovich *et al* y Szturm *et al*, sugieren que el uso intenso de la extremidad afectada puede generar una potenciación sináptica efectiva y en consecuencia aumentar la neuroplasticidad práctico-inducida.

Junto con los cambios a nivel cortical se demuestra la repercusión motora de los mismos, con una mejoría significativamente importante en las valoraciones realizadas con las escalas de Fugl-Meyer e índice motor.

Asimismo, mediante la encuesta de motivación intrínseca la terapia con VR es considerada divertida, motivacional y con mayor apego a la terapia convencional.

Se deberán hacer más estudios para determinar si la VR induce una recuperación motora y cortical, reproducible en una población mayor. Así como determinar si la VR es una técnica superior o con mayor costo-beneficio que otras técnicas de rehabilitación.

CONCLUSIONES

En este estudio se investigó la VR como método de rehabilitación para pacientes con EVC crónico, para inducir una recuperación motora funcional asociado a una reorganización cortical.

REFERENCIAS

1. Xiaoling Hu, Kai Tong, Rong Song. Variation of muscle coactivation in chronic stroke during robot-assisted elbow training. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1022-9.
2. Heidi Sveistrup. Motor rehabilitation using virtual reality. *J NeuroEngineering Rehabilitation* 2004;1:10.
3. Adamovich V. Sergei, Fluet Gerard G, Tunik Eugene, Merians Alma S. Sensorimotor Training in Virtual Reality: a review. *Neuro Rehabilitation* 2009;25(1):29.
4. Ho Jang, H. You, Hallett, Woo Cho, Chong-Mi Park. Cortical

- reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:2218-23.
5. Peñasco-Mertín, Reyes-Guzmán, Gil-Agudo. Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorehabilitación. *Rev Neurol* 2010;51:481-8.
 6. Henderson, Korner-Bitensky, Levin. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil* 2007;14(2):52-61.
 7. H. You, Ho Jang, Y Kim, M Hallett. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke an experimenter-blind randomized study. *Stroke* 2005;36:1166-71.
 8. Holden MK, Dyar T. Virtual environment training: a new tool for neurorehabilitation. *Neurol Rep* 2002; 26:62-74.
 9. T Szturm, JF Peters, C Otto, N Kapadia. Task-specific rehabilitation of finger-hand function using interactive computer gaming. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:2213-7.
 10. Nudo, Plautz, Frost. Role of adaptive plasticity in recovery of function after damage to motor cortex. *Muscle Nerve* 2001; 24:1000-19.
 11. Lehe´ricy S, Biondi A, Sourour N, Vlaicu M. Arteriovenous brain malformations: is functional MR imaging reliable for studying language reorganization in patients? Initial observations. *Radiology* 2002; 223:672-82.
 12. Sucar E, Leder R, Reinkensmeyer D, Hernández J. Gesture therapy a low-cost vision-based system for rehabilitation after stroke, Healthinf 2008.
 13. Adamovich S, Fluet G, Merians A, Mathai A, Qiu Q. Recovery of hand function in virtual reality: training hemiparetic hand and arm together or separately, 30th Annual International IEEE EMBS Conference Vancouver, Canada 2008; 20-4.
 14. Sanford J, Moreland J, Swanson L, Stratford P. Reliability of the Fugl-Meyer assessment for testing motor performance in patients following stroke. *Phys Ther* 1993; 73:447-54.
 15. Ween John Erik. Functional imaging of stroke recovery: an ecological review from a neural network perspective with an emphasis on motor systems. *J Neuroimaging* 2008;18:227-36.