



Rehabilitación en casa del evento vascular cerebral durante la pandemia COVID-19: realidad virtual vs restricción inducción del movimiento

In-home rehabilitation of cerebral vascular event during the COVID-19 pandemic: virtual reality vs. constraint induced motion induction

María del Carmen Rojas-Sosa,* David Rojano-Mejía,† José Antonio Zárate,§
Alma Patricia Ortiz-Islas,¶ José Luis Olvera-Gómez,|| Juan Garduño-Espinosa **

Palabras clave:
Evento vascular cerebral, realidad virtual, terapia de restricción-inducción del movimiento modificada, terapia física, terapia ocupacional, COVID-19.

Keywords:
Stroke, virtual reality, modified constraint-induced movement therapy, physical therapy, occupational therapy, COVID-19.

* Médico Especialista en Audiología y Otoneurología.
Alumna de Doctorado en Ciencias Médicas por la Universidad Nacional Autónoma de México. México.
† Médico Especialista en Medicina Física y Rehabilitación. Doctor en Ciencias, Coordinación de Investigación en Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). México.
§ Médico Especialista en Medicina Física y

RESUMEN

Introducción: Los pacientes con evento vascular cerebral (EVC) tienen poco acceso a la rehabilitación presencial debido a la pandemia COVID-19, por lo que la realidad virtual (RV) y la terapia modificada de restricción-inducción del movimiento (TRIMm) pueden ser una opción de manejo en casa que mejore su evolución motora. **Objetivo:** Medir el efecto de RV o TRIMm realizadas en casa sobre la hemiparesia post-EVC. **Material y métodos:** Participaron 27 pacientes. Diez realizaron RV, ocho la TRIMm y nueve terapia convencional (TF/TOh). Todos recibieron programa de enseñanza para realizar en casa. Se realizó valoración con las escalas de Fugl-Meyer y pinza-fina. Los evaluadores estuvieron cegados al tipo de terapia recibida. Análisis: Friedman y Kruskal-Wallis ($p < 0.05$). **Resultados:** Los tres grupos iniciaron con discapacidad muy severa. Al final del tratamiento hubo avances intragrupo de la hemiparesia ($p < 0.05$) en las tres terapias, pero la comparación entre grupos mostró que la RV fue significativamente mejor (83.3 ± 9.08 puntos) en comparación con la TRIMm (43.25 ± 3.53) y TF/TOh (51.77 ± 11.98) ($p < 0.05$), incluyendo la función de la mano ($p = 0.039$). Con la RV los pacientes lograron una discapacidad leve, mientras que con TRIMm y TF/TOh alcanzaron un nivel severo. **Conclusiones:** La terapia con RV en casa mejoró significativamente la hemiparesia por EVC comparada con la TRIMm y TF/TOh habituales.

ABSTRACT

Introduction: Patients after stroke have poor access to presential rehabilitation due to the COVID-19 pandemic; the virtual reality (VR) and modified constraint-induced movement therapy (CIMTm) can be a management option at home that improves motor evolution. **Objective:** To measure the effect of VR or CIMTm performed at home on hemiparesis after stroke. **Material and methods:** Participants: 27 patients. Ten underwent VR, 8 CIMTm and 9 conventional therapy (FT/OTc). All were taught to work at home. The assessment was carried out with the Fugl-Meyer and fine clamp scales. The evaluators were blinded to therapy group. Analysis: Friedman and Kruskal-Wallis tests ($p < 0.05$). **Results:** All three groups started with very severe disability. At the end of their treatment, there was intra-group improvement of hemiparesis ($p < 0.05$) in the three therapies types, but comparison among groups showed that VR was significantly better (83.3 ± 9.08 points) compared to CIMTm (43.25 ± 3.53) and FT/OTc (51.77 ± 11.98 points) ($p < 0.05$), including hand function ($p = 0.039$). With VR the patients achieved a mild disability, while with CIMTm and FT/OTc they reached a severe level. **Conclusions:** VR therapy at home significantly improved hemiparesis after stroke compared with CIMTm and conventional FT/OTc.

INTRODUCCIÓN

La pandemia por el SARS-CoV-2 (síndrome respiratorio agudo severo por coronavirus 2) afecta los sistemas de salud en el mundo

por la cantidad de pacientes con COVID-19 que requieren hospitalización. Las medidas de prevención como el aislamiento y la restricción para salir a la calle disminuyen el acceso a la atención médica, lo que vulnera a los pacientes

Citar como: Rojas-Sosa MC, Rojano-Mejía D, Zárate JA, Ortiz-Islas AP, Olvera-Gómez JL, Garduño-Espinosa J. Rehabilitación en casa del evento vascular cerebral durante la pandemia COVID-19: realidad virtual vs restricción inducción del movimiento. Rev Mex Med Fis Rehab. 2021; 33 (1-4): 6-17. <https://dx.doi.org/10.35366/106550>

Rehabilitación. Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI, IMSS. México.

† Licenciada en Terapia Ocupacional, Maestría en Pedagogía, Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI, IMSS. México.

‡ Coordinador de Planeación y Enlace Institucional. Maestro en Ciencias, Investigación en Sistemas de Salud, IMSS. México.

** Director de Investigación. Doctor en Ciencias, Hospital Infantil de México, Secretaría de Salud. México.

Recibido:

noviembre, 2021.

Aceptado:

marzo, 2022.

con enfermedades crónicas o que ameritan seguimiento constante.¹ No obstante, la pandemia también aceleró prácticas como la telerrehabilitación, consulta virtual y terapia de casa, entre otras. La atención a distancia disminuye la necesidad de acudir a un hospital y la exposición en la vía pública, pues sólo se necesita un dispositivo que permita la interacción visual y auditiva para realizar una consulta regular.²

La neurorrehabilitación presencial para los pacientes con evento vascular cerebral (EVC) se volvió poco accesible en el escenario del SARS-CoV-2, lo que afecta la posibilidad de una recuperación óptima debido a la falta de atención en etapas agudas o subagudas, con riesgo de cursar con deterioro funcional. La enseñanza de diversas terapias para practicar en casa contribuye al restablecimiento neurológico y a mantener la fuerza muscular con asistencia mínima a una unidad médica.³ En la actualidad, existe una vasta evidencia de resultados positivos con el uso de diferentes tipos de tratamiento a distancia en diversas enfermedades derivado de la pandemia por la COVID-19, como la musicoterapia para niños con discapacidades del neurodesarrollo,⁴ recomendaciones de terapia física para pacientes con dolor musculoesquelético⁵ o dolor crónico,⁶ talleres en línea para cuidadores y pacientes con distrofia muscular de Duchenne,⁷ entre otras que pueden realizarse en el hogar.

El EVC es una de las principales causas de discapacidad a largo plazo y una de las mayores cargas económicas por el tratamiento prolongado que requieren; algunos estudios reportaron que la rehabilitación parece ser el principal generador de costos,⁸ ya que alrededor de 20% de los sobrevivientes requieren cuidados especiales durante los tres meses siguientes al evento y casi 30% permanecen con una discapacidad grave.⁹

El territorio más afectado frecuentemente en un EVC es el de la arteria cerebral media (ACM),¹⁰ siendo el déficit motor más común la hemiplejia o hemiparesia,¹¹ afectándose el hemicuerpo contralateral para la actividad motora y el ipsilateral para la sensitiva, con o sin afasia (presente entre 21 y 38% de los sujetos);¹² aunque estudios recientes han mostrado que la presentación clínica del daño neurológico puede estar influenciada por condiciones sistémicas

o cerebrales previas al evento que podrían pasar desapercibidas.¹⁰ Durante la evolución del EVC se ha observado que el miembro inferior (MI) tiene una mayor tendencia a la recuperación que el miembro superior (MS). A los tres meses, un amplio porcentaje de hemipléjicos comienza ya la deambulación, mientras que el MS es más difícil de recuperar y, de ellos, aproximadamente 40-45% experimentan mayores secuelas en la mano.¹³

A pesar de los avances, todavía falta mejorar la práctica de la rehabilitación; pues algunos ensayos clínicos enfocados en la recuperación motora informan una mejoría en grado similar al grupo control, resaltando la necesidad de diseñar estrategias con nuevos enfoques durante la intervención.¹⁴ De manera reciente, la rehabilitación a distancia para los sobrevivientes de un EVC ha surgido como una forma prometedora de otorgarles terapia física, ocupacional, del habla o de otros tipos; que influyen de forma positiva en los déficits del movimiento, cognitivos y neuropsiquiátricos asociados. La telerrehabilitación ha permitido evidenciar efectos sobre la salud, iguales o mejores en comparación con la terapia convencional presencial sobre la disfunción motora después del evento.¹⁵

La rehabilitación aplicada en pacientes con lesiones neurológicas actúa sobre la plasticidad del sistema nervioso central para recobrar su funcionalidad y reactivar la movilidad,¹⁶ lo cual ha sido comprobado mediante estudios como la resonancia magnética funcional, la estimulación magnética transcraneal y la tomografía por emisión de positrones, que se han realizado a los pacientes al mismo tiempo que se llevan a cabo las diferentes investigaciones. Las imágenes han permitido observar los cambios neuroplásticos que ocurren en asociación con las terapias de rehabilitación, así como la continua reorganización cortical, remodelación de las conexiones neuronales y los sustratos neurales del aprendizaje motor después de un EVC.¹⁷

A pesar de la recuperación clínica, la repetición monótona de los ejercicios pueden provocar falta de motivación, renuencia o apatía en el paciente y un potencial abandono de las terapias.¹⁶ Quedarse en casa por la pandemia de la COVID-19 ha permitido la socialización y reducción del estrés mediante el uso de jue-

gos en línea¹⁸ y existe evidencia de que la rehabilitación motora apoyada en la realidad virtual (RV) logró mejorar la atención, la concentración y diversión del paciente al realizar las tareas terapéuticas,¹⁹ debido a que el ambiente virtual puede ser enriquecido con información sensitiva compleja y multimodal para el usuario y crea una sensación importante de realidad.²⁰ La RV proporciona un entrenamiento motivacional enriquecido y tareas orientadas a objetivos que mejoran la adherencia de los pacientes al programa.¹⁹ Desde sus primeros trabajos, Taub y colaboradores mencionaron que la terapia convencional tiene un efecto variable sobre el aprendizaje motor cuando se realiza a través de tareas mecánicas, sosteniendo que los procedimientos en rehabilitación que comprometieran la mente en el proceso de recuperación podían promover la reorganización cortical.²⁰

Se ha propuesto que la inclusión de la tecnología en la rehabilitación, como la realidad virtual, permite tratamientos innovadores y facilita que el paciente se motive para cumplir los objetivos trazados; lo cual favorece el apego al tratamiento, contribuyendo de manera importante a la estimulación de la neuroplasticidad, sobre todo a nivel de la corteza cerebral. Otros trabajos mencionan que el beneficio en la recuperación del miembro parético es debido a una mayor activación de mapas corticales, mejor apego y más motivación; no solamente con equipos de grado médico, sino también utilizando consolas comerciales y software comunes y accesibles, que estimulan el apego por parte del paciente, incluso en presencia de sinergias patológicas, que son muy difíciles de corregir con la rehabilitación tradicional.^{21,22}

Otro de los tratamientos que ha mostrado efectos benéficos en los pacientes después de un EVC es la terapia de restricción e inducción del movimiento original (TRIM) y modificada (TRIMm),¹⁷ que han mostrado mejora en la plasticidad de las dendritas y las espinas dendríticas en la corteza sensoriomotora ipsilateral y contralateral como mecanismo para la recuperación funcional después de un EVC.^{23,24} El enfoque de la técnica es obligar al paciente a actuar contra el fenómeno denominado de «no uso», que consiste en adiestrar al paciente para la realización de las actividades de la vida diaria apoyándose en el miembro sano y dando un manejo de soporte al lado afectado. Por el contrario, la TRIM enseña a utilizar la extremidad afectada restringiendo la no afectada. En su diseño y aplicación original la técnica es intensa e implica la práctica masiva del brazo dañado (4 a 6 horas por sesión) y la sujeción del brazo no afectado durante el 90% de las horas de vigilia, que en ocasiones es poco tolerado por los pacientes; por otro lado, la TRIM modificada (TRIMm) es menos intensiva con sesiones de 30 minutos a 2 horas

y la inmovilización del brazo no afectado durante 5 a 6 horas al día, realizando ejercicios repetitivos con la extremidad parética para que el cerebro desarrolle nuevas vías neuronales. A pesar de las diferencias entre las dos terapias, ambas incluyen la restricción física de la extremidad no afectada para facilitar el uso de la extremidad con paresia.¹⁷

Desde sus inicios, la TRIM se ha estudiado principalmente en pacientes con déficit motor crónico del miembro superior secundario a EVC,²⁵⁻²⁸ pero con el paso del tiempo se ha usado en etapas agudas²⁴ y subagudas,²³ incluso desde los primeros días después del evento; su uso ha mostrado beneficios en este espectro de tiempo, incluidos pacientes con afecciones crónicas y especialmente en aquellos con deficiencias más graves.¹⁷

La escala Fugl-Meyer es específica para la evaluación del evento vascular cerebral y fue diseñada con el objetivo de medir el déficit motor, el equilibrio, la sensibilidad, el estado y dolor de las articulaciones de pacientes que presentan una hemiplejia/hemiparesia secundaria al evento; ayudando a valorar la severidad del déficit y la recuperación motora. Para las diferentes dimensiones, la asignación de la calificación varía dependiendo del reactivo calificado, pero en general se asigna 0 puntos cuando no realiza la acción o no se encuentra la respuesta, 1 punto cuando la realiza en forma parcial (se encuentra parcialmente) y 2 cuando se realiza en forma completa (se encuentra normalmente). Por lo tanto, una mayor puntuación corresponde a un mejor estado del funcionamiento del paciente o a una menor discapacidad. Por otra parte, la escala mostró una relación buena entre altas puntuaciones y la funcionalidad de los tractos corticoespinales, preferentemente los contralaterales ($rs = -0.768$; $p = 0.016$; Spearman) en pacientes después de un EVC.²⁹

El test de pinza-fina evalúa la capacidad de prensión entre el pulgar y el índice lograda por el paciente para tomar cubos de 1.4, 2.5 y 3.1 cm³; la calificación se otorga desde la incapacidad para tomar el cubo (0 puntos), apoyo con toda la mano (1 punto) u otro dedo (pinza tridigital, 2 puntos) y solamente con los dos dedos (pinza normal, 3 puntos), por lo que una mayor puntuación representa una mejor calidad de pinza, lo cual refleja la funcionalidad de la mano para realizar algunas actividades propositivas de la vida diaria.

En la actualidad, no se encontró literatura donde se realice una comparación directa entre los efectos de la RV y los efectos de la TRIMm aplicadas poco después del EVC y realizadas mediante programa domiciliario, incluyendo la evolución motora del miembro pélvico en el grupo de TRIMm. El presente estudio tuvo como objetivo comparar los efectos de ambas técnicas, dentro

de los primeros dos a tres meses posteriores al EVC y enseñada para realizar en casa, con mínima evaluación médica presencial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos. Se realizó un ensayo clínico aleatorizado y ciego simple, en el que se valoraron a 35 pacientes adultos con diagnóstico confirmado por clínica y tomografía de evento vascular cerebral (EVC) de primera vez, todos los eventos fueron isquémicos y del lado izquierdo. Los criterios de selección incluyeron: hemiparesia contralateral, edad entre 50 a 70 años, Ashworth máximo de 2 y Brunnstrom mínimo de 4, con evolución entre uno a tres meses desde el evento vascular cerebral y que los sujetos contaran con un equipo de realidad virtual o facilidad de acceso a uno, por la probabilidad de ser asignados al grupo de realidad virtual. Se excluyeron ocho pacientes que presentaron descontrol de la hipertensión arterial (HTA, n = 1), diabetes mellitus tipo II (DMII, n = 1), ambas (HTA + DMII, n = 3) o problemas de cooperación para realizar las pruebas de valoración inicial (n = 3). La *Tabla 1* muestra las características de los pacientes por grupo.

El presente estudio se realizó respetando las normas nacionales e internacionales que rigen la investigación en seres humanos, incluido el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud; se consideró estudio con riesgo mínimo de acuerdo al título segundo, capítulo I y artículo 17 del mismo reglamento; y se solicitó la firma de la carta de consentimiento informado después de explicar a los participantes el objetivo del estudio, la asignación a tratamiento y los potenciales beneficios de la intervención a la que aleatoriamente fueron asignados. El trabajo se ubica al interior de una investigación aprobada por un Comité Local de Investigación y Ética de la Investigación en Salud del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Procedimiento. La muestra final quedó integrada por 27 pacientes. Los grupos de terapia fueron: grupo I = actividades apoyadas en dispositivos de realidad virtual (G1 = RV); grupo II = actividades realizadas con apoyo de la técnica de terapia de restricción e inducción del movimiento modificada (GII = TRIMm); y grupo III = actividades de terapia física y ocupacional personalizada (habituales) (GIII = TF/TOh). Para la asignación a los grupos se utilizó una tabla de números aleatorios y su distribución quedó de la siguiente forma: G1 con 10 pacientes, GII con ocho pacientes y GIII con nueve pacientes. Debido a la pandemia por el SARS-CoV-2 todos los pacientes recibieron una sesión de enseñanza-aprendizaje y práctica durante una hora, con indicaciones para con-

tinuar en casa las actividades del grupo correspondiente; además, se proporcionó otra sesión de reforzamiento después de la valoración intermedia. La evaluación clínica fue realizada por médicos especialistas en medicina de rehabilitación, expertos en el uso de la escala Fugl-Mayer y el test de pinza-fina y que se mantuvieron cegados al grupo de terapia asignado. Los tipos de terapia fueron otorgados por el mismo terapista, en el mismo lugar y con orden idéntico.

Grupo de realidad virtual (RV). Se realizaron las actividades señaladas en los software de Tenis® y Esquí® para miembro superior, tapando grietas® para miembro superior e inferior y Star Wars-Batallas en la galaxia® para la mano y pinza-fina, a través de la interfase de sensores con el equipo Kinect® de realidad virtual y su visualización en una pantalla de 65" conectada al equipo de RV, en la que se podía apreciar las cuatro extremidades del paciente, aunque estuviera sentado. En la sesión de enseñanza inicial se proporcionó un software idéntico cuando fue necesario o se utilizó uno similar, acorde al equipo del paciente o familiar, y se reforzó la enseñanza posterior a la evaluación intermedia. Se indicó su realización por lo menos una hora al día durante un mínimo de tres días a la semana.

Grupo de terapia de restricción e inducción del movimiento modificada (TRIMm). Se le colocó al paciente un cabestrillo en el miembro torácico «sano», sobre el tórax de manera firme y se enseñó al familiar o responsable la forma de volver a colocarlo diariamente. Se realizaron y explicaron los ejercicios de terapia física y ocupacional habituales (similares al GIII) para el miembro «enfermo» en la sesión de programa en casa y la de reforzamiento. Se indicó la repetición de los ejercicios en casa por al menos una hora y mínimo por tres días a la semana, así como el uso de cabestrillo por 5 horas diarias durante las actividades cotidianas y sin recibir apoyo de los familiares.

Grupo de terapia física y terapia ocupacional habituales. Se realizó y practicó con los pacientes un programa de ejercicios personalizados acorde a la hemiparesia presentada, incluyendo, entre otros: tareas para promover la movilidad del hombro, codo, pinza pentadigital, pinza-fina, transferencias, movimientos volitivos, coordinación visomotriz, movilidad de cadera, rodilla, tobillo y marcha (manejo motor) y de sensibilidad profunda, estereognosia, discriminación sensorial, grafestesias, topognosias y propiocepción (entrenamiento sensorial). Indicándose su realización durante una hora al día por lo menos durante tres días a la semana.

Mediciones. La escala Fugl-Mayer permite evaluar los cambios en la movilidad del hemicuerpo afectado por un EVC, traduce la valoración clínica en resultados cuantifi-

cables y mide la discapacidad con base en el desempeño del paciente, con lo que permite aproximarse a la medición de la dependencia/independencia de acuerdo con la severidad de las limitaciones. La escala se utilizó con todas sus dimensiones: función motora de miembro superior (calificación entre 0 a 66 puntos), miembro inferior (calificación entre 0 a 34 puntos); equilibrio (calificación entre 0 a 14 puntos); sensibilidad (calificación entre 0 a 24 puntos); rango de movilidad pasiva articular (calificación entre 0 a 44 puntos) y dolor articular (calificación entre 0 a 44 puntos), con una puntuación máxima total de 226 puntos. No obstante, el nivel de la discapacidad medida por la escala se establece con base en 100 puntos resultantes de la suma del miembro superior e inferior y para su equivalencia se usó la clasificación propuesta por Duncan y colaboradores, donde la discapacidad corresponde a: 0-35 = muy severa; 36-55 = severa; 56-79 = moderada; > 79 = leve.³⁰ También se aplicó el test de pinza-fina para valorar la funcionalidad de la mano, con una calificación máxima alcanzable de 9 puntos en cada medición. Las evaluaciones se realizaron con ambas escalas antes de iniciar el tratamiento, a las tres semanas y al terminar el manejo (seis semanas). El tiempo de la evaluación tuvo una variación de una a dos semanas derivado de la dificultad del paciente para asistir a un consultorio médico para la valoración, con relación al semáforo epidemiológico en la Ciudad de México por la pandemia relacionada con la COVID-19.

Análisis estadístico. Se usó estadística descriptiva para la presentación de la información, así como promedio y desviación estándar de las puntuaciones de las escalas. Para el análisis de la información se utilizó la prueba χ^2 para la comparación de variables nomina-

les, prueba de Friedman para las diferencias intragrupo (*post hoc* Wilcoxon) y la prueba de Kruskal-Wallis (*post hoc* Mann-Whitney) para la comparación entre grupos. Se utilizó el coeficiente de correlación intraclass para establecer la concordancia entre las dimensiones de la escala Fugl-Meyer. Se consideró un valor ≤ 0.05 como significativo.

RESULTADOS

Las características generales de los 27 participantes en el estudio que se muestran en la *Tabla 1* permiten apreciar que no hay diferencias significativas en la distribución por sexo, la edad de los sujetos y el tiempo de evolución desde el inicio del EVC entre los grupos. Las comorbilidades fueron: presencia de hipertensión arterial (HTA), diabetes mellitus tipo II (DMII) o ambas (HTA + DMII), sin reportarse otra enfermedad. A pesar de que se encontró una mayor frecuencia de HTA y HTA + DMII en el grupo de realidad virtual en comparación con los otros grupos, la diferencia no fue significativa ($p > 0.05$, χ^2). La comparación entre grupos de la equivalencia de la puntuación promedio inicial mostró que todos los pacientes presentaban discapacidad muy severa, excepto un paciente del GII (*Tabla 2*) y no hubo diferencia significativa en todas las dimensiones de la escala Fugl-Meyer y el test de pinza-fina ($p > 0.05$; Kruskal-Wallis) (*Tablas 3 a 7*).

En la *Tabla 3* se puede apreciar un incremento significativo constante en las puntuaciones de las valoraciones inicial, intermedia y final por grupo de tratamiento, separadas para las dimensiones de miembros superior e inferior de la escala Fugl-Meyer ($p = 0.0001$; Friedman), encontrando que para ambos miembros de los grupos

Tabla 1: Comparación de las características generales de la población por grupo de manejo antes de iniciar el tratamiento.

Característica	Realidad virtual (N = 10)	Restricción-inducción del movimiento (N = 8)	Terapia física/ocupacional habitual (N = 9)	Sig.
Sexo, n				0.95 (NS)*
Masculino	4	3	3	
Femenino	6	5	6	
Edad (años)***	66.9 \pm 2.4	65.6 \pm 3.30	66.3 \pm 3.20	0.71 (NS)**
Tiempo desde el EVC (meses)***	2.48 \pm 0.3	2.42 \pm 0.37	2.46 \pm 0.31	0.96 (NS)**
Comorbilidades, %				0.34 (NS)*
Sin comorbilidad	10.0	37.5	33.3	
HTA	40.0	25.0	22.2	0.65 (NS)*
DMII	10.0	25.0	33.3	0.46 (NS)*
HTA + DMII	40.0	12.5	11.2	0.23 (NS)*

Sig. = Significancia; NS = no significativa; EVC = evento vascular cerebral; HTA = hipertensión arterial; DMII = diabetes mellitus tipo II.

* Prueba χ^2 . ** Prueba de Kruskal-Wallis. *** Valores expresados en media \pm desviación estándar.

Tabla 2: Comparación del nivel de discapacidad de los pacientes con hemiparesia por evento vascular cerebral, en las mediciones inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Medición	Discapacidad								
	Realidad virtual, %				Restricción-inducción del movimiento, %		Terapia física/ocupacional habitual, %		
	Muy severa	Severa	Moderada	Leve	Muy severa	Severa	Muy severa	Severa	Moderada
Inicial	100				88	13	100		
Intermedia	60	40			38	63	67	33	
Final			20	80		100		56	44

de RV y TF/TOh, así como para miembro inferior del grupo con TRIMm, todas las comparaciones mostraron cambios significativos ($p < 0.05$; *post hoc* Wilcoxon). En la valoración del miembro superior del grupo con TRIMm sólo hubo significancia entre la valoración inicial-final e intermedia-final ($p = 0.012$; *post hoc* Wilcoxon).

La comparación entre grupos mostró que únicamente hubo una diferencia significativa en la evaluación final para miembro superior ($p = 0.0001$; Kruskal-Wallis) y para miembro inferior ($p = 0.026$; Kruskal-Wallis) y se ubicó entre el grupo de RV vs TRIMm para ambos miembros ($p = 0.0001$ y 0.012 , respectivamente; *post hoc* Mann-Whitney) y entre RV vs TF/TOh ($p = 0.0001$ y 0.043 , respectivamente; *post hoc* Mann-Whitney). No se encontró diferencia entre TRIMm vs TF/TOh en la última valoración en los dos miembros ($p = 0.42$ y 0.96 , respectivamente; *post hoc* Mann-Whitney) (Tabla 3).

La Tabla 4 muestra la suma de puntos de MS y MI de la escala Fugl-Meyer que corresponde a la funcionalidad del hemicuerpo afectado. En la valoración intermedia se encontró que el grupo manejado con TRIMm mejoró el nivel de discapacidad, ubicándose en severa (41.75 ± 10.18 puntos), mientras que la RV (35.5 ± 9.24) y TF/TOh (30.88 ± 9.99 puntos) se mantuvieron en el nivel muy severo, aunque la diferencia fue significativa solamente entre la TRIM vs la TF/TOh ($p = 0.046$; *post hoc* Mann-Whitney). En la evaluación final el grupo de RV mejoró hasta el menor nivel de discapacidad (leve) con la mayor calificación (83.3 ± 9.08 puntos), mientras que el grupo con TRIMm (43.25 ± 3.53) y TF/TOh (51.77 ± 11.98) se mantuvieron en discapacidad severa; la prueba Mann-Whitney (*post hoc*) mostró que la diferencia fue significativa entre el grupo de RV vs TRIMm ($p = 0.0001$) y entre RV vs TF/TOh ($p = 0.0001$), pero no entre TRIMm y TF/TOh ($p = 0.23$).

Los valores, la diferencia y la significancia para las dimensiones de equilibrio, sensibilidad, rango y dolor

articular pueden apreciarse en las Tablas 5 y 6, utilizando las mismas pruebas inter- (Kruskal-Wallis) e intragrupo (Friedman) para las contrastaciones. Se puede destacar que las dimensiones mostraron un incremento intragrupo sostenido de las calificaciones que fue estadísticamente significativo ($p = 0.0001$; Friedman). Pero, la comparación entre grupos mostró que en el equilibrio y la sensibilidad hubo diferencias en la medición intermedia ($p = 0.009$ y 0.06 , respectivamente) y final ($p = 0.006$ y 0.001 , respectivamente); mientras que en el rango articular únicamente se encontró diferencia en la evaluación final ($p = 0.002$). El dolor articular no mostró diferencia en ninguna de las mediciones, aunque fue cercana a la significancia en la evaluación final ($p = 0.079$). Mediante la prueba Mann-Whitney (*post hoc*) en el equilibrio la diferencia se ubicó en la medición intermedia y final entre la RV vs TRIMm ($p = 0.012$ y 0.021 , respectivamente) y entre RV vs TF/TOh ($p = 0.008$ y 0.003 , respectivamente). La sensibilidad mostró diferencia en la medición final entre el grupo de RV vs TRIMm ($p = 0.006$) y en las mediciones intermedia y final entre RV vs TF/TOh ($p = 0.035$ y 0.0001 , respectivamente), así como entre TRIMm vs TF/TOh en la medición final ($p = 0.046$). En el rango articular la significancia se ubicó en la medición final del grupo de RV vs TRIMm ($p = 0.001$) y entre RV vs TF/TOh ($p = 0.004$). En el equilibrio y el rango articular no hubo diferencia entre TRIMm vs TF/TOh en ninguna de las mediciones ($p > 0.05$). Y en el dolor articular no se encontró diferencias entre ninguno de los grupos.

Realización de pinza-fina. Las calificaciones intra-grupo inicial, intermedia y final por grupo obtenidas mediante el test de pinza-fina se muestran en la Tabla 7, en la que se pudo observar que en los tres tipos de tratamiento hubo un incremento significativo constante en las puntuaciones de los tres tamaños de cubos ($p = 0.0001$; Friedman), con las mayores puntuaciones en el

grupo manejado con RV al final del tratamiento (5.40 ± 1.17). Las comparaciones al interior de cada grupo mostraron cambios significativos ($p < 0.05$; *post hoc* Wilcoxon), excepto en la comparación inicial-intermedia del grupo TF/TOh ($p = 0.066$). La contrastación entre grupos documentó una diferencia significativa solamente en la medición final ($p = 0.039$; Kruskal-Wallis) y se ubicó entre el grupo de RV vs TF/TOh ($p = 0.013$), con una diferencia cercana a la significancia en la medición intermedia ($p = 0.07$). No se encontró diferencia entre RV vs TRIMm en ninguna medición ($p > 0.17$).

Se obtuvo el coeficiente de correlación intraclass de efectos mixtos, donde se apreció una buena correlación ($CC = 0.51$; IC: 0.17-0.74; $p = 0.004$) entre la funcionalidad del hemicuerpo parético con el equilibrio y la sensibilidad, también hubo una correlación leve pero no significativa entre las puntuaciones del hemicuerpo afectado con las calificaciones de la pinza-fina ($CC = 0.22$; IC: -0.46 -0.62; $p = 0.21$).

DISCUSIÓN

Uno de los resultados más importantes del presente trabajo fue evidenciar que la rehabilitación de pacientes con evento vascular cerebral (EVC) puede realizarse en casa para estimular la restauración neurológica y mantener la fuerza muscular, acorde a lo descrito por otros autores, independientemente de la técnica y con poca supervisión.³ Nosotros otorgamos una sesión de enseñanza y otra de reforzamiento en un periodo de seis semanas. Los resultados mostraron que con estas dos sesiones se logró que los sujetos y familiares aprendieran y realizaran las acciones necesarias para obtener cambios positivos en las condiciones motoras del hemicuerpo afectado por el EVC, dado que mejoraron en los tres grupos de tratamiento (*Tabla 3*).

Diversos autores han propuesto que la inclusión de la tecnología en la rehabilitación ha favorecido que pacientes sobrevivientes de un EVC con moderada-severa discapacidad se perciban motivados y presenten mayor apego al tratamiento.²¹ Es importante señalar que en esta investigación los pacientes presentaban discapacidad muy severa y pudieron realizar terapia con apoyo de RV, ya que se utilizaron sensores de movimiento. Al término de la terapia los sujetos manejados con realidad virtual tuvieron una discapacidad leve (83.3 ± 9.08 puntos promedio) medida con la escala Fugl-Meyer, mientras que los grupos con TRIMm y TF/TOh sólo avanzaron de una discapacidad muy severa a una severa (43.25 ± 3.53 y 51.77 ± 11.98 , respectivamente), lo cual también fue significativo en comparación con el estado en el que se inició el tratamiento. Este resultado puede estar relacionado con un mejor ánimo y disfrute al trabajar con sistemas computarizados de realidad virtual durante la rehabilitación, a pesar de que no fue medido, pero sí descrito por los pacientes y familiares. Lo anterior es congruente con lo reportado sobre la mejoría en las limitaciones por el EVC, además del aumento en la realización espontánea de las actividades en casa al compararlas con el estado inicial del paciente, en los que se ha comprobado que la realidad virtual colabora de manera importante con la neuroplasticidad, sobre todo a nivel de la corteza cerebral. Numerosos estudios mencionan que el beneficio en la recuperación del miembro parético es debido a un incremento en la activación de mapas corticales, adherencia y motivación, incluso con cualquier consola comercial y con software de nivel no médico, que estimulan el apego por parte del paciente.^{21,22}

Clínicamente, las calificaciones obtenidas en cada uno de los tres grupos mostraron que se inició con una discapacidad muy severa al sumar las calificaciones del

Tabla 3: Comparación de las puntuaciones obtenidas en la evaluación de la función motora del miembro superior e inferior en el hemicuerpo afectado con la escala Fugl-Mayer en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	Miembro superior				Miembro inferior			
	Realidad virtual	TRIMm	TF/TOh habituales	Sig. (KW)	Realidad virtual	TRIMm	TF/TOh habituales	Sig. (KW)
Inicial	11.5 ± 3.50	14.37 ± 6.67	12.0 ± 4.03	0.760	8.4 ± 5.10	8.37 ± 5.50	8.10 ± 3.88	0.910
Intermedia	18.3 ± 6.01	17.75 ± 3.37	16.1 ± 7.30	0.680	17.2 ± 3.96	14.87 ± 6.24	14.77 ± 4.14	0.640
Final	50.5 ± 7.60	27.88 ± 4.73	25.1 ± 8.70	0.001	32.4 ± 2.06	24.37 ± 7.50	25.88 ± 7.54	0.026
Sig. (Fr)								

Tabla 4: Comparación de las calificaciones totales de miembro superior más miembro inferior del hemicuerpo afectado obtenidas con la escala Fugl-Meyer en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	Miembro superior más miembro inferior				Sig. (KW)
	Realidad virtual	TRIMm	TF/TOh habituales		
Inicial	19.9 ± 6.20	25.75 ± 7.36	20.10 ± 6.21	0.245	
Intermedia	35.5 ± 9.24	41.75 ± 10.18	30.88 ± 9.99	0.124	
Final	83.3 ± 9.08	43.25 ± 3.53	51.77 ± 11.98	0.001	
Sig. (Fr)	0.0001	0.0001	0.0001		

Valores expresados en media ± desviación estándar. TRIMm = terapia de restricción e inducción del movimiento modificado; TF/TOh = terapia física y terapia ocupacional; Sig. = significancia; KW = Kruskal-Wallis; Fr = Friedman.

miembro superior e inferior, valorados con la escala Fugl-Meyer, en la que el grupo con TRIMm inició con una calificación ligeramente mejor (*Tabla 4*). Los cambios en las puntuaciones permitieron observar que conforme se avanzó en el tiempo de realización de las terapias entre los tres grupos, hubo una disminución en el nivel de la discapacidad. En el grupo de RV y el de TF/TOh pudo apreciarse que, en la valoración intermedia, aunque ambos incrementaron las calificaciones promedio (15.6 y 10.78 puntos, respectivamente) permanecieron en el nivel muy severo; mientras que el grupo manejado con TRIMm pasó de discapacidad muy severa a severa (incremento de 16 puntos promedio). Al final del seguimiento, la última evaluación mostró que en el grupo de RV, los pacientes alcanzaron en promedio el nivel de discapacidad leve (83.3 ± 9.08 , incremento de 47.8 puntos). Mientras que en los grupos de TRIMm (incremento de 1.5 puntos) y TF/TOh (incremento de 24.89 puntos) los sujetos se ubicaron en un nivel de discapacidad severa.

Con relación a la afectación de la extremidad superior, se ha publicado que 14% de los pacientes recuperan la actividad motora funcional, 13% no presenta alguna recuperación y el resto puede tener cambios variables,²⁶ sobre todo en las actividades manuales. Acorde con estos hallazgos, el análisis de los resultados del test de pinza-fina en la valoración final (*Tabla 7*) mostró que sólo 25 y 12% presentaron una discapacidad moderada a capacidad funcional de la mano en los grupos con TRIMm y TF/TOh, respectivamente (75 y 88% presentaron una discapacidad severa a moderada, respectivamente –menos de 2 puntos promedio total por cubo–); contrario a lo anterior, 70% de los pacientes con realidad virtual tuvieron entre 2 y 3 puntos al tomar los cubos de diferentes tamaños que equivale a una discapacidad moderada a capacidad funcional de la mano. Las calificaciones sugieren que estos pacientes podrían sostener el mango de una he-

rramienta, una botella o el teléfono, tomar una moneda, acomodarse la ropa o escribir, con alguna dificultad para tomar un alfiler, un lápiz o abotonarse. En la *Tabla 7* se puede apreciar, que excepto en la evaluación inicial, los pacientes manejados con RV tuvieron siempre mejores calificaciones promedio.

Aun cuando en esta investigación los pacientes manejados con realidad virtual presentaron una mejoría mayor al final del tratamiento, relacionada con los potenciales aspectos lúdicos asociados, se ha propuesto que los períodos prolongados de aislamiento social y actividad basada en la tecnología plantean el peligro de solidificar patrones de estilo de vida poco saludables. Este punto posiblemente origine dificultades para la readaptación una vez superada la crisis de la COVID-19,¹⁸ pero por el momento parece una herramienta útil, accesible y efectiva.

A pesar del mejor pronóstico para el miembro inferior, investigaciones recientes se han centrado cada vez más en el uso de la realidad virtual (RV) para mejorar la marcha, ya que aproximadamente 50% de las personas que recuperan la deambulación después de un EVC experimentan dificultades para caminar en terrenos irregulares, cambios de nivel, evitación de obstáculos, caminar largas distancias y realizar tareas secundarias.³¹ Nosotros encontramos que, al término de la intervención, la funcionalidad del miembro inferior fue significativamente mejor en el grupo con RV cuando se comparó con la TRIMm y TF/TOh (*Tabla 3*); los principios del aprendizaje motor se pueden aplicar bien en el entrenamiento de la RV proporcionando una práctica variada, repetitiva y orientada a objetivos que se ajustan a las habilidades del paciente. Además, la retroalimentación en tiempo real proporcionada mediante el uso de la realidad virtual basada en la captura de movimiento puede estimular el aprendizaje motor después de una lesión cerebral.³¹ El grupo manejado con TRIMm mostró una calificación similar al grupo TF/TOh a pesar de que

el manejo principal en la primera considera solamente el miembro superior; sin embargo, se ha observado que con esta técnica además de la estimulación de la plasticidad neuronal, existe una activación bilateral de áreas motoras primarias y no primarias, así como el reclutamiento de sitios adicionales, incluso desde las primeras etapas después de un EVC.¹⁷ Por lo anterior, es posible un efecto asociado sobre otras estructuras que intervienen en el control motor del miembro inferior, como se ha observado en experimentos con monos, en los que se pudo apreciar que el entrenamiento motor dirige la reorganización en las áreas corticales restantes, presumiblemente habilitadas por la plasticidad posterior al EVC³² y podría incluso influir en la afasia, aunque no fue motivo de este estudio. Estudios previos mostraron que la TRIMm fue igualmente eficaz que la terapia convencional durante la rehabilitación hospitalaria de un EVC; nosotros tuvimos hallazgos similares en pacientes en etapa aguda post-EVC (*Tabla 3*), donde las puntuaciones fueron similares con ambas técnicas al término del tratamiento. Es interesante que cuando se utilizó la TRIMm durante la estancia hospitalaria se notó un efecto inverso sobre la función motora en el día 90 después del EVC, cuando se comparó con la terapia tradicional, por lo que se sugirió utilizar un programa de TRIM no intenso, pues no se pudo comprobar que las dosis más altas de entrenamiento motor sean más beneficiosas, particularmente al comienzo del EVC.³³ La similitud en la mejoría por puntos entre TRIMm y TF/TOh al término del tratamiento en este estudio (*Tabla 3*) pueden tener como base el uso de la TRIM modificada, que implica, precisamente, menor tiempo de entrenamiento.

La evolución motora de los pacientes después del manejo con cada uno de los tres tipos de terapia mediante un programa de casa, mostró una relación significativa con mejores puntuaciones de equilibrio y sensibilidad,

pero no con la calidad de la pinza-fina de la mano. Esto puede deberse a que se ha encontrado que pueden existir variaciones en la presentación clínica relacionadas con trastornos perilesionales y que las vías sensitivas desempeñan un papel importante en el control motor, ya que las alteraciones sensoriales severas producen discapacidad similar a la paresia y una mala recuperación de la función motora, agravando el pronóstico funcional.³⁴ Entonces, el reclutamiento de las áreas puede incluir o no las que se relacionan con la función manual o el miembro pélvico, por lo que la recuperación puede ser diferente y separada, es decir, primero mejora la funcionalidad de las extremidades, la marcha y al final la de la mano.

Después de un EVC, las personas que sobreviven tienen un alto riesgo de desarrollar un amplio rango de condiciones secundarias como dolor, depresión, úlceras por presión y caídas, entre otras, durante el periodo de recuperación agudo o postagudo; también pueden existir alteraciones del equilibrio y dependencia funcional, por lo que se ven comprometidas las actividades de la vida diaria básica orientadas hacia el cuidado personal, como el vestirse o comer, entre otras, lo que causa incapacidad para el trabajo y limitaciones en la calidad de vida.³⁵ En esta investigación la evolución de la hemiparesia se relacionó con los cambios en el equilibrio y la sensibilidad, con un coeficiente de correlación intraclass mayor a 0.50, con lo que se podría asumir que la calidad del movimiento corporal permitiría una menor dependencia o mayor autonomía en las actividades de la vida diaria, pero esto constituiría el propósito de otro estudio.

Al término del tratamiento, fue evidente que los pacientes que realizaron actividades con apoyo de RV mostraron una mejor recuperación funcional durante el manejo después del EVC, lo que influyó sobre la gravedad de la discapacidad. Otros autores han reportado que el tipo de

Tabla 5: Comparación de las puntuaciones obtenidas en la evaluación del equilibrio y la sensibilidad en el hemicuerpo afectado con la escala de Fugl-Mayer en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	Equilibrio				Sensibilidad			
	Realidad virtual	TRIMm	TF/TOh habituales	Sig. (KW)	Realidad virtual	TRIMm	TF/TOh habituales	Sig. (KW)
Inicial	5.5 ± 1.35	4.12 ± 3.48	3.55 ± 2.92	0.590	7.8 ± 4.49	9.5 ± 3.81	7.88 ± 5.18	0.600
Intermedia	10.9 ± 2.80	4.75 ± 4.26	6.55 ± 2.74	0.009	17.4 ± 3.89	15.37 ± 3.77	13.22 ± 3.52	0.060
Final	13.4 ± 1.26	10.5 ± 3.11	12.33 ± 2.50	0.006	22.2 ± 1.98	17.87 ± 3.68	14.40 ± 3.90	0.001
Sig. (Fr)		0.0001				0.0001		

Valores expresados en media ± desviación estándar. TRIMm = terapia de restricción e inducción del movimiento modificada; TF/TOh = terapia física y terapia ocupacional; Sig. = significancia; KW = Kruskal-Wallis; Fr = Friedman.

Tabla 6: Comparación de las puntuaciones obtenidas en la evaluación del rango articular y el dolor articular en el hemicuerpo afectado con la escala de Fugl-Mayer en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	Rango articular				Dolor articular			
	Realidad virtual	TRIMm	TF/TO habituales	Sig. (KW)	Realidad virtual	TRIMm	TF/TO habituales	Sig. (KW)
Inicial	14.9 ± 10.9	11.37 ± 5.8	11.77 ± 10.6	0.630	14.1 ± 10.70	10.87 ± 4.64	11.77 ± 10.6	0.720
Intermedia	26.1 ± 9.66	16.37 ± 10.9	16.22 ± 10.5	0.140	29.6 ± 10.05	26.00 ± 7.48	29.33 ± 7.53	0.630
final	40.0 ± 5.98	27.25 ± 8.7	28.44 ± 10.7	0.002	41.2 ± 2.85	38.00 ± 3.20	38.44 ± 3.12	0.079
Sig. (Fr)	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001	

Valores expresados en media ± desviación estándar. TRIMm = terapia de restricción e inducción del movimiento modificado; TF/TOh = terapia física y terapia ocupacional; Sig. = significancia; KW = Kruskal-Wallis; Fr = Friedman.

Tabla 7: Comparación de las puntuaciones promedio obtenidas en la evaluación de la función motora de la mano afectada con el test de pinza-fina en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	Realidad virtual	TRIMm	TF/TOh habituales	Sig. (KW)
Inicial	0.20 ± 0.63	0.50 ± 0.92	0.55 ± 1.13	0.671
Intermedia	3.10 ± 0.31	2.37 ± 1.50	1.33 ± 1.80	0.149
Final	5.40 ± 1.17	4.12 ± 1.80	3.44 ± 1.58	0.039
Sig. (Fr)	0.001	0.001	0.001	

Valores expresados en media ± desviación estándar. TRIMm = terapia de restricción e inducción del movimiento modificado; TF/TOh = terapia física y terapia ocupacional; Sig. = significancia; KW = Kruskal-Wallis; Fr = Friedman.

dispositivo y el software no parece tener influencia sobre la recuperación del hemicuerpo afectado, por lo que los software comerciales y accesibles de programas de realidad virtual, como los usados en este trabajo, son de utilidad.³⁶

Un hallazgo no medido en esta investigación fue la frecuencia de la afasia y los efectos de la terapia sobre la misma. Se ha reportado una incidencia de 20 a 40% de los pacientes con EVC isquémico agudo y que ésta constituye una fuente importante de discapacidad; por lo que debe incluirse en el diseño del tratamiento. Sin embargo, su detección puede ser difícil cuando es leve, pero si no se diagnostica puede afectar la rehabilitación,³⁷ por lo que es necesario incluir su estudio en futuros trabajos.

CONCLUSIONES

En la presente investigación y en consistencia con lo reportado por varios autores, la rehabilitación mediante programas para realizar en casa es de utilidad similar a una atención médica y terapéutica presenciales en el manejo de pacientes con hemiparesia por EVC en tiempos como el actual, afectado por la pandemia por el SARS-CoV-2. Al considerar los resultados obtenidos mediante la aplicación

de la escala Fugl-Meyer y el test de pinza-fina, la realidad virtual mostró tener mejores efectos sobre la recuperación motora de los pacientes cuando se comparó con la terapia de restricción-inducción del movimiento modificado (TRIMm). A su vez, la TRIMm permitió una mejoría semejante a la obtenida con terapia física y ocupacional habituales. No obstante, las diferencias significativas a favor de la realidad virtual pueden estar influenciadas por otros aspectos, como una mayor adherencia al tratamiento, más satisfacción vinculada con aspectos lúdicos e incluso un incremento en el tiempo de realización de terapia en casa. Este trabajo sienta las bases para la comparación entre la RV y la TRIMm, lo que permitirá continuar con la línea de investigación, agregando a la evaluación de la evolución motora otros factores, como la medición del apego, la satisfacción e incluso la afasia.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó durante el Doctorado en Ciencias Médicas, perteneciente al Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al personal de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI por las facilidades durante el sismo de 2017 y la pandemia por SARS-CoV-2, en México.

REFERENCIAS

1. Coppola A, Tagliaferri A, Rivolta GF, Quintavalle G, Franchini M. Confronting COVID-19: issues in hemophilia and congenital bleeding disorders. *Semin Thromb Hemost.* 2020; 46 (7): 819-822. doi: 10.1055/s-0040-1712961.
2. Vogler SA, Lightner AL. Rethinking how we care for our patients in a time of social distancing during the COVID-19 pandemic. *Br J Surg.* 2020; 107 (8): 937-939. doi: 10.1002/bjs.11636.
3. Wang CC, Chao JK, Wang ML, Yang YP, Chien CS, Lai WY et al. Care for patients with stroke during the COVID-19 pandemic: physical therapy and rehabilitation suggestions for preventing secondary stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2020; 29 (11): 105182. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105182.
4. Bompard S, Liuzzi T, Staccioli S, D'Arienzo F, Khosravi S, Giuliani R et al. Home-based music therapy for children with developmental disorders during the COVID-19 pandemic. *J Telemed Telecare.* 2021; 7: 1357633X20981213. doi: 10.1177/1357633X20981213.
5. Wang CC, Chao JK, Chang YH, Chou CL, Kao CL. Care for patients with musculoskeletal pain during the COVID-19 pandemic: Physical therapy and rehabilitation suggestions for pain management. *J Chin Med Assoc.* 2020; 83 (9): 822-824. doi: 10.1097/JCMA.0000000000000376.
6. Coluzzi F, Marinangeli F, Pergolizzi J. Managing chronic pain patients at the time of COVID-19 pandemic. *Minerva Anestesiol.* 2020; 86 (8): 797-799. doi: 10.23736/S0375-9393.20.14666-2.
7. Sobierajska-Rek A, Manski L, Jablonska-Brudlo J, Sledzinska K, Ucinska A, Wierzba J. Establishing a telerehabilitation program for patients with Duchenne muscular dystrophy in the COVID-19 pandemic. *Wien Klin Wochenschr.* 2021; 133 (7-8): 344-350. doi: 10.1007/s00508-020-01786-8.
8. Rajsic S, Gothe H, Borba HH, Sroczynski G, Vujicic J, Toell T et al. Economic burden of stroke: a systematic review on post-stroke care. *Eur J Health Econ.* 2019; 20 (1): 107-134. doi: 10.1007/s10198-018-0984-0.
9. García-Sánchez JL, Jiménez-Saab NG, Guerrero-González J, Elizalde-Barrera CI, Reyna-Ramírez MJ, Rubio-Sánchez ME et al. Hiperleptinemia asociada a evento vascular cerebral isquémico (EVCi). *Gac Med Mex.* 2016; 152: 78-86.
10. Lee KP, Chang AYW, Sung PS. Association between blood pressure, blood pressure variability, and post-stroke cognitive impairment. *Biomedicines.* 2021; 9 (7): 773. doi: 10.3390/biomedicines9070773.
11. Ropper AH, Samuels MA, Klein JP. Cap. 34: Enfermedades cerebrovasculares. En: Ropper AH, Brown RH. Principios de neurología, de Adams y Victor. 10a ed. México: Editorial McGraw-Hill; 2017.
12. Lee JK, Ko MH, Park SH, Kim GW. Prediction of aphasia severity in patients with stroke using diffusion tensor imaging. *Brain Sci.* 2021; 11 (3): 304. doi: 10.3390/brainsci11030304.
13. Craje C, van der Graaf C, Lem FC, Geurts AC, Steenbergen B. Determining specificity of motor imagery training for upper limb improvement in chronic stroke patients: a training protocol and pilot results. *Int J Rehabil Res.* 2010; 33 (4): 359-362.
14. Stinear CM, Lang CE, Zeiler S, Byblow WD. Advances and challenges in stroke rehabilitation. *Lancet Neurol.* 2020; 19 (4): 348-360. doi: 10.1016/S1474-4422(19)30415-6.
15. Sarfo FS, Ulasavets U, Opare-Sem OK, Ovbiagele B. Tele-rehabilitation after stroke: an updated systematic review of the literature. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2018; 27 (9): 2306-2318. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.05.013.
16. Barrios M, Rodríguez L, Pachón C, Medina B, Sierra JE. Telerrehabilitación funcional en entornos virtuales interactivos como propuesta de rehabilitación en pacientes con discapacidad. *Rev Espacios.* 2019; 40 (25): 1.
17. Bani-Ahmed AA. Post-stroke motor recovery and cortical organization following Constraint-Induced Movement Therapies: a literature review. *J Phys Ther Sci.* 2019; 31 (11): 950-959. doi: 10.1589/jpts.31.950.
18. King DL, Delfabbro PH, Billieux J, Potenza MN. Problematic online gaming and the COVID-19 pandemic. *J Behav Addict.* 2020; 9 (2): 184-186. doi: 10.1556/2006.2020.00016.
19. Chen L, Lo WL, Mao YR, Ding MH, Lin Q, Li H. Effect of virtual reality on postural and balance control in patients with stroke: a systematic literature review. *Biomed Res Int.* 2016; 2016: 7309272. doi: 10.1155/2016/7309272.
20. 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: 237-251.
21. Warland A, Paraskevopoulos I, Tseklevs E, Ryan J, Nowicky A, Griscti J et al. The feasibility, acceptability and preliminary efficacy of a low-cost, virtual-reality based, upper-limb stroke rehabilitation device: a mixed methods study. *Disabil Rehabil.* 2019; 41 (18): 2119-2134.
22. Khizhnikova AE, Klochkov AS, Kotov-Smolensky AM, Chernikova LA, Suponeva NA, Piradov MA. Motor learning of the post-stroke patients presenting with upper limb paresis on the mechanotherapeutic system. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* 2018; 95 (1): 20-25.
23. Treger I, Aidinof L, Lehrer H, Kalichman L. Modified constraint-induced movement therapy improved upper limb function in subacute poststroke patients: a small-scale clinical trial. *Top Stroke Rehabil.* 2012; 19 (4): 287-293. doi: 10.1310/tsr1904-287.
24. Hu J, Li C, Hua Y, Liu P, Gao B, Wang Y et al. Constraint-induced movement therapy improves functional recovery after ischemic stroke and its impacts on synaptic plasticity in sensorimotor cortex and hippocampus. *Brain Res Bull.* 2020; 160: 8-23. doi: 10.1016/j.brainresbull.2020.04.006.
25. Page S, Sisto S, Levine P. Modified constrain-induced therapy, in chronic stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002; 81: 870-875.
26. Ordoñez-Mora LT, Delgado-Serna LJ, Gutiérrez-Muñoz YE, Pinzón-Bernal MY, Castellanos-Ruiz J. Terapia de restricción del lado sano como opción de manejo de personas con secuelas de enfermedad cerebrovascular. *Arch Med (Manizales).* 2017; 17 (1): 173-184.
27. Corbetta D, Sirtori V, Castellini G, Moja L, Gatti R. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in people with stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 2015 (10): CD004433. doi: 10.1002/14651858.CD004433.pub3.
28. Kwakkel G, Veerbeek JM, van Wegen EE, Wolf SL. Constraint-induced movement therapy after stroke. *Lancet Neurol.* 2015; 14 (2): 224-234. doi: 10.1016/S1474-4422(14)70160-7.
29. Cunningham D, Machado A, Janini D, Varnerin N, Bonnett C, Yue G et al. The assessment of inter-hemispheric imbalance using imaging and non-invasive brain stimulation in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015; 96 (4 Suppl): S94-S103.
30. Duncan PW, Goldstein LB, Horner RD, Landsman PB, Samsa GP, Matchar DB. Similar motor recovery of upper and lower extremities after stroke. *Stroke.* 1994; 25 (6): 1181-1188. doi: 10.1161/01.str.25.6.1181.

31. de Rooij IJM, van de Port IGL, Visser-Meily JMA, Meijer JG. Virtual reality gait training versus non-virtual reality gait training for improving participation in subacute stroke survivors: study protocol of the ViRTAS randomized controlled trial. *Trials*. 2019; 20 (1): 89. doi: 10.1186/s13063-018-3165-7.
32. Zeiler SR, Hubbard R, Gibson EM, Zheng T, Ng K, O'Brien R et al. Paradoxical motor recovery from a first stroke after induction of a second stroke: reopening a postischemic sensitive period. *Neurorehabil Neural Repair*. 2016; 30 (8): 794-800. doi: 10.1177/1545968315624783.
33. Dromerick AW, Lang CE, Birkenmeier RL, Wagner JM, Miller JP, Videen TO et al. Very early constraint-induced movement during stroke rehabilitation (VECTORS): a single-center RCT. *Neurology*. 2009; 73 (3): 195-201. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181ab2b27.
34. Rosso C, Valabregue R, Attal Y, Vargas P, Gaudron M, Samson Y. Contribution of corticospinal tract and functional connectivity in hand motor impairment after stroke. *PLoS One*. 2013; 8 (9): e73164.
35. Ter Telgte A, van Leijsen EMC, Wiegertjes K, Klijn CJM, Tuladhar AM, de Leeuw FE. Cerebral small vessel disease: from a focal to a global perspective. *Nat Rev Neurol*. 2018; 14 (7): 387-398. doi: 10.1038/s41582-018-0014-y.
36. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 11 (11): CD008349. doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.
37. Gronberg A, Henriksson I, Lindgren A. Accuracy of NIH stroke scale for diagnosing aphasia. *Acta Neurol Scand*. 2021; 143 (4): 375-382. doi: 10.1111/ane.13388.

Correspondencia:

Dr. Juan Garduño-Espinosa

Director de Investigación, Hospital Infantil de México, Secretaría de Salud.
Doctor Márquez No. 162, Col. Doctores, 06720, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México, México.
Teléfono: 55 5228-9917, ext. 4600
Celular: 55 2727-0555
E-mail: juan.gardunoe@gmail.com