



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL Y HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO  
CAMPO DEL CONOCIMIENTO: CIENCIAS MÉDICAS

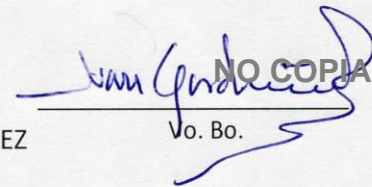
**EFFECTO DE LA REHABILITACIÓN APOYADA EN REALIDAD VIRTUAL  
VERSUS TERAPIA DE MOVIMIENTO INDUCIDA POR RESTRICCIÓN  
MODIFICADA SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL HEMICUERPO PARÉTICO  
EN PACIENTES CON EVENTO VASCULAR CEREBRAL**

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS MÉDICAS

PRESENTA:  
**MARÍA DEL CARMEN ROJAS SOSA**

  
NO COPIAR

**TUTOR PRINCIPAL**  
**DR. JUAN GARDUÑO ESPINOSA**  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

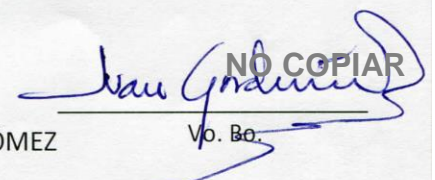
  
NO COPIAR  
Vo. Bo.

**COMITÉ TUTOR**  
DRA. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ GARCÍA  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO "DR. FEDERICO GÓMEZ"

DR. DAVID ROJANO MEJÍA  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

DR. JUAN OSVALDO TALAVERA PIÑA  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

**RESPONSABLE DEL PROGRAMA**  
**DR. JUAN GARDUÑO ESPINOSA**  
SEDE: HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

  
NO COPIAR  
Vo. Bo.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,  
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD



**EFFECTO DE LA REHABILITACIÓN APOYADA EN REALIDAD VIRTUAL  
VERSUS TERAPIA DE MOVIMIENTO INDUCIDO POR RESTRICCIÓN  
MODIFICADA SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL HEMICUERPO PARÉTICO  
EN PACIENTES CON EVENTO VASCULAR CEREBRAL**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS MÉDICAS

P R E S E N T A

**MARÍA DEL CARMEN ROJAS SOSA**

Comité tutor: **Dr. Juan Garduño Espinosa**  
**Dra. María del Carmen Martínez García**  
**Dr. David Rojano Mejía**  
**Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña**

REGISTRO IMSS: R-2016-3702-44



CIUDAD DE MÉXICO

DICIEMBRE 2023

Título:

**EFFECTO DE LA REHABILITACIÓN APOYADA EN REALIDAD VIRTUAL VERSUS TERAPIA DE MOVIMIENTO INDUCIDO POR RESTRICCIÓN MODIFICADA SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL HEMICUERPO PARÉTICO EN PACIENTES CON EVENTO VASCULAR CEREBRAL**

Tesis que con motivo de obtener el grado de Doctor en Ciencias Médicas,

Presenta:

**María del Carmen Rojas Sosa**

Alumna de doctorado en Ciencias Médicas

Tutor principal:

**Dr. Juan Garduño Espinosa**

Sede: Hospital Infantil de México "Federico Gómez"

Comité tutor

**Dra. María del Carmen Martínez García**

Sede: Hospital Infantil de México "Federico Gómez"

**Dr. David Rojano Mejía**

Sede: Centro Médico Nacional siglo XXI

**Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña**

Sede: Centro Médico Nacional siglo XXI

Coordinador del programa  
**Dr. Juan Garduño Espinosa**

**Título:**

**EFFECTO DE LA REHABILITACIÓN APOYADA EN REALIDAD VIRTUAL VERSUS TERAPIA DE MOVIMIENTO INDUCIDO POR RESTRICCIÓN MODIFICADA SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL HEMICUERPO PARÉTICO EN PACIENTES CON EVENTO VASCULAR CEREBRAL**

**Alumna:**

**María del Carmen Rojas Sosa**

Audiología y Otoneurología, Coordinador de Programas Médicos

**Matrícula:** 7267339

**Lugar de trabajo:** División de Unidades y Servicios de Rehabilitación

**Adscripción:** Dirección de Prestaciones Médicas, IMSS

**Tel:** móvil 55 2109 0980; trabajo 55 5726 1700 ext. 17029

**Fax:** sin fax

**e-mail:** mc\_rojass@yahoo.com.mx; maria.rojass@imss.gob.mx

**Comité tutor:**

**Dr. Juan Garduño Espinosa**

Medicina Interna, Doctor en Ciencias Médicas

**Matrícula:** sin matrícula

**Lugar de trabajo:** Director, Dirección de Investigación

**Adscripción:** Hospital Infantil de México "Federico Gómez", Secretaría de Salud

**Teléfono:** 55 5228 9917 ext. 4314

**Fax:** sin fax

**e-mail:** juan.gardunoe@gmail.com

**Dra. María del Carmen Martínez García**

Pediatría, Maestra en Ciencias Médicas

**Matrícula:** sin matrícula

**Lugar de trabajo:** Dirección de Investigación

**Adscripción:** Hospital Infantil de México "Federico Gómez", Secretaría de Salud

**Teléfono:** 55 5228 9917 ext. 4104

**Fax:** sin fax

**e-mail:** mcmtzg@gmail.com

**Dr. David Rojano Mejía**

Medicina de Rehabilitación, Doctor en Ciencias Médicas

**Matrícula:** 99351493

**Lugar de trabajo:** División de Evaluación de la Investigación

**Adscripción:** Coordinación de Investigación en Salud, CMN sXXI, IMSS

**Teléfono:** 55 4480 3648

**Fax:** sin fax

**e-mail:** david.rojano@imss.gob.mx; rojanodavid@gmail.com

**Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña**

Medicina Interna, Doctor en Ciencias Médicas

**Matrícula:** 8144133

**Lugar de trabajo:** Coordinación de Investigación en Salud

**Adscripción:** Coordinación de Investigación en Salud, CMN sXXI, IMSS

**Teléfono:** 55 9199 1550

**Fax:** sin fax

**e-mail:** juanotalavera@gmail.com; jotalaverap@abchospital.com

Efecto de la Rehabilitación apoyada en Realidad Virtual versus Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada sobre la evolución del hemicuerpo parético en pacientes con Evento Vascular Cerebral.  
Alumna: **María del Carmen Rojas Sosa**

### **Colaboradores:**

#### **Dr. José Antonio Zárate**

Medicina de Rehabilitación, Alta Especialidad en Neurofisiología

**Matrícula:** 5570263

**Lugar de trabajo:** Jefatura de Consulta Externa

**Adscripción:** Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI, IMSS

**Tel:** móvil 55 4319 2724; trabajo 55 5726 1700 ext. 17029

**e-mail:** zarja1@hotmail.com

#### **Neuropsic. Norma de la Rosa Peña**

Psicóloga clínica, Maestría en Neuropsicología

**Matrícula:** 99381087

**Lugar de trabajo:** Departamento de Psicología, servicio de Comunicación Humana

**Adscripción:** Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI, IMSS

**Tel:** móvil 55 2915 1185; trabajo 55 5726 1700 ext. 17029

**e-mail:** norma777uribe@gmail.com

#### **L.T.O. Alma Patricia Ortiz Islas**

Licenciada en terapia ocupacional

**Matrícula:** 99383168

**Lugar de trabajo:** Servicio de Terapia Ocupacional

**Adscripción:** Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI, IMSS

**Tel:** móvil 55 7048 2677; trabajo 55 5726 1700 ext. 17029

**e-mail:** patyortiz21@yahoo.com.mx

#### **L.T.F. Cindy Cueva Sierra**

Licenciada en terapia física, Maestría en Docencia.

**Matrícula:** 99388872

**Lugar de trabajo:** Servicio de Terapia Física

**Adscripción:** Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI, IMSS

**Tel:** móvil 55 6073 1827; trabajo 55 5726 1700 ext. 17029

**e-mail:** 04cindyly@gmail.com

Efecto de la Rehabilitación apoyada en Realidad Virtual versus Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada sobre la evolución del hemicuero parético en pacientes con Evento Vascular Cerebral.  
Alumna: **María del Carmen Rojas Sosa**

### Autorización del Comité Tutor

No copiar



---

**Dr. Juan Garduño Espinosa**  
Tutor responsable

Director de investigación, Hospital Infantil de México "Dr. Federico Gómez", SS

No copiar



---

**Dr. David Rojano Mejía**

Medicina Física y Rehabilitación, Doctor en Ciencias Médicas  
Centro Médico Nacional siglo XXI, IMSS

No copiar



---

**Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña**  
Medicina Interna, Doctor en Ciencias Médicas  
Centro Médico Nacional siglo XXI, IMSS

No copiar



---

**Dra. María del Carmen Martínez García**  
Pediatria, Maestra en Ciencias Médicas  
Hospital Infantil de México "Dr. Federico Gómez", SS

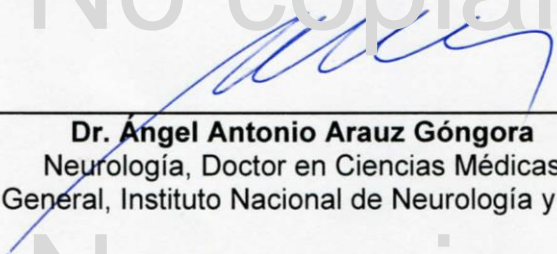
REGISTRO: R-2016-3702-44

Efecto de la Rehabilitación apoyada en Realidad Virtual versus Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada sobre la evolución del hemicuero parético en pacientes con Evento Vascular Cerebral.  
Alumna: **María del Carmen Rojas Sosa**

**Jurado para examen de grado**

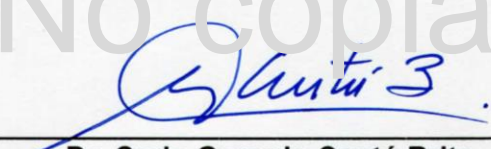
No copiar

**Presidente**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Ángel Antonio Arauz Góngora**  
Neurología, Doctor en Ciencias Médicas  
Director General, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía

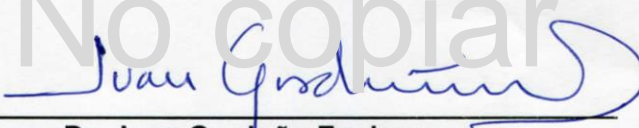
No copiar

**Secretario**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Carlo Gerardo Cantú Brito**  
Neurología, Doctor en Ciencias Médicas  
Jefe de Neurología y Psiquiatría, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán"


No copiar

**Vocal**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Juan Garduño Espinosa**  
Medicina Interna, Doctor en Ciencias Médicas  
Director de Investigación, Hospital Infantil de México "Federico Gómez", SS


No copiar

**Vocal**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Adolfo Chávez Negrete**  
Medicina Interna, Doctor en Ciencias Médicas  
Centro Médico Nacional siglo XXI, IMSS / Presidente CONAMEGE

No copiar

**Vocal**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. David Rojano Mejía**  
Medicina Física y Rehabilitación, Doctor en Ciencias Médicas  
Centro Médico Nacional siglo XXI, IMSS

**Acuerdo AA11-(CMOS/CA/SO46/23)**



Mi más sincero **agradecimiento** a quienes hicieron posible este trabajo.

A mis profesores, por compartir sus conocimientos:

Dr. Juan Garduño Espinosa  
Dra. María del Carmen Martínez García  
Dr. Miguel Ángel Villasis Kiever  
Dr. Onofre Muñoz Hernández  
Dr. David Rojano Mejía  
Dr. Juan Osvaldo Talavera Piña  
Dr. Adolfo Chávez Negrete  
Dra. Kathrine Jáuregui Renaud

A mis admirables colaboradores y entrañables amigos, por todo su tiempo:

Dr. José Antonio Zárate  
Neuropsic. Norma de la Rosa Peña  
T.O. Alma Patricia Ortiz  
T.F. Cindy Cueva Sierra

Al personal de los servicios de Rehabilitación, que es parte de toda mi familia IMSS

A mis queridísimos y mejores amigos, por su compañía, por su afecto y porque nunca me permitieron desistir:

Dra. Kathrine Jáuregui Renaud	Dr. Juan Garduño Espinosa
Dr. José Antonio Zárate	Dra. Ruth Ramírez Fuentesvilla
Queridísima Francis Bautista Tomé	Mtro. Alfonso de Jesús Rodríguez Martínez
Neuropsic. Norma de la Rosa Peña	L.E. Lilia A. Ibarra Chávez
Nilda López de Newman	Mtra. Heidini Brenda Sánchez Hernández
Mtra. Margarita Rojano Rodríguez	Lic. Phamela Eunice Badillo Barrón
Dra. Verónica Ramírez Alvarado	Lic. Valeria Lenina Bermejo Romero
L.T.L. Angélica Brígido Zavala	Dr. José Alberto Ramos Torres
L.T.L. Lourdes María Torres Díaz	Dr. José Delgado García
L.T.O. Margarita Elisa Terán Sánchez	L.T.L. Patricia López Zavaleta
L.T.F. Gabriela Gutiérrez Toledo	Dra. Verónica López Roldán
L.T.F. Edith Sandoval Valdez	Mtra. Diana Ávila Montiel

y a mis amigos lejanos, que tanto quiero y que espero algún día podamos coincidir.

Al Hospital Infantil, que me abrió sus puertas y espero sea mi nueva familia.

A mi amada familia, por estar conmigo siempre:

Mi mamá, María Praxedis Sosa Luviano, que me dio la vida y me heredó su tenacidad.

Mi hermana, Bertha Rocío Rojas Sosa, que está presente cada día y por todo lo que vivimos.

Mi hermano, Roberto A. Rojas Sosa, que siempre estuvo orgulloso de mí y espero volver a ver.

Mi hermano, F. Hazael Solano Sosa, ejemplo de perseverancia y por su apoyo en todo.

## Dedicatorias.

A mi compañero de vida,  
por estar y por ser, siempre,  
por impulsarme y apoyarme  
durante tantos años.

A Miki y Luisito.

Por todo lo que de la vida  
ellos me enseñaron a mí,  
por su dedicación, que intento imitar,  
por su disciplina, que es mi faro,  
por saber vivir y disfrutar la vida  
y por impulsarme para concluir.

## INDICE

Contenido	Página
Resumen.....	1
Abstract.....	3
Antecedentes.....	5
Evento Vascular Cerebral.....	5
Hemiparesia/hemiplejía.....	7
Afasia.....	8
Bases neuroimagenológicas y cambios cerebrales en la rehabilitación..	9
Neurorrehabilitación.....	10
Realidad Virtual.....	12
Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada.....	14
Satisfacción.....	16
Evaluación clínica de pacientes con EVC.....	17
Justificación.....	19
Objetivos.....	20
Material y métodos.....	21
Sujetos y descripción general del estudio.....	21
Procedimientos.....	23
Aspectos éticos.....	46
Resultados.....	48
Discusión.....	59
Conclusiones.....	73
Referencias.....	75
Anexo 1. Consentimiento informado.....	87
Anexo 2. Hoja de captación de la información.....	89
Anexo 3. Escalas de evaluación motora.....	90
Escala Fugl-Meyer.....	90
Escala Índice Motor.....	96
Test de calidad de pinza fina .....	96
Anexo 4. Evaluación de afasia. Escala de intensidad de la afasia de Boston.....	97
Anexo 5. Evaluación de satisfacción. Inventario de Motivación Intrínseca.....	98
Anexo 6. Programa de terapia de rehabilitación sensorio-motriz.....	99
Apéndice 1. Arteria cerebral media y anterior, irrigación y manifestaciones.....	103
Apéndice 2. Diagrama de flujo de participantes.....	104
Apéndice 3. Dictamen de autorización de la investigación.....	105

## RESUMEN

---

---

### **Efecto de la Rehabilitación apoyada en Realidad Virtual versus Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada sobre la evolución del hemicuerpo parético en pacientes con Evento Vascular Cerebral.**

**Antecedentes.** La hemiparesia después de un Evento Vascular Cerebral (EVC) afecta la funcionalidad física y social del paciente, por lo que suele requerir rehabilitación prolongada, pero el acceso al tratamiento es restringido debido a servicios insuficientes. La persistencia de secuelas motoras por falta de manejo ha facilitado el estudio de nuevas terapéuticas que permitan al sujeto mejorar el movimiento, con potencial repercusión en la calidad de vida y la discapacidad. La Realidad Virtual (RV) y la Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada (TMIRm) han mostrado que producen mejoría clínica en el hemicuerpo parético, mismas que, mediante estudios de imagen, se han relacionado con un mejor aprendizaje motor a nivel cortical y una posible reorganización de la corteza, lo cual se relacionó con mayor movilidad y recuperación de otras funciones neurológicas.

**Objetivo general.** Medir el efecto de la rehabilitación apoyada en RV o TMIRm vs Terapia Física y Ocupacional habituales (TF/TOh) sobre la evolución del hemicuerpo parético en pacientes post-EVC. **Objetivos secundarios.** Detectar cambios en la afasia, sin terapia de lenguaje, durante la rehabilitación motora, medir la relación entre la evolución motora con la afasia y medir el nivel de satisfacción.

**Material y métodos.** Participaron 146 pacientes con diagnóstico de un primer EVC isquémico en la arteria cerebral media izquierda y tiempo de evolución menor a 3 meses, todos firmaron el consentimiento informado. Después de la aleatorización, hubo 49 pacientes manejados con RV, 47 con TMIRm y 50 con TF/TOh. Las actividades se realizaron 1 hora, 2 veces/semana, 6 semanas, más reforzamiento 1 hora diario. Fueron valorados por un especialista en medicina de Rehabilitación y una neuropsicóloga que se mantuvieron cegados al tratamiento. Evaluación clínica: hemiparesia con escala Fugl-Meyer (EscF-M), el Índice Motor (IndMot) y test de Pinza Fina; afasia con la escala de Intensidad de la Afasia de Boston; y satisfacción con el Inventario de Motivación Intrínseca; aplicadas antes, a las 6 y 12 sesiones. **Estadística:** prueba Kruskal-Wallis (posthoc Mann-Whitney) y

Friedman (posthoc Wilcoxon) para comparaciones intra y entre grupo, respectivamente, así como el coeficiente de correlación de Spearman ( $p < 0.05$ ).

**Resultados.** De los 146 pacientes, hubo 85 mujeres (58.2%) y 61 hombres (41.8%), con edad  $X = 63.28 \pm 3.69$  años y tiempo de evolución  $X = 2.47 \pm 0.32$  meses. **Intra-grupo:** evolución a la mejoría constante de la hemiparesia, afasia y satisfacción en los 3 grupos ( $p < 0.05$ ; Friedman). En la hemiparesia todos iniciaron en discapacidad muy severa y dependientes, encontrando la mayor evolución en RV ( $p = 0.0001$ ; posthoc Wilcoxon), que en la V.F. se ubicaron en discapacidad moderada y fueron independientes, mientras los otros 2 grupos mejoraron a discapacidad severa y semidependientes. **Entre-grupos:** la diferencia V.I.-V.F. fue significativa, con EscF-M: RV=61.12 vs TMIRm=32.25 vs TF/TOh=31.5 puntos y con ÍndMot: RV=45.7 vs TMIRm=24.38 vs TF/TOh=30.3 puntos. Entre-grupos, hubo diferencia significativa en la V.F. ( $p < 0.00001$ ; Kruskal-Wallis), con la siguiente puntuación total final: a) hemiparesia con EscF-M: RV=82.2 $\pm$ 10.4 vs TMIRm=53.7 $\pm$ 10.2 vs TF/TOh=53.7 $\pm$ 10.9 puntos y con ÍndMot: RV=93.2 $\pm$ 6.6 vs TMIRm=71.08 $\pm$ 8.2 vs TF/TOh=77.5 $\pm$ 7.6 puntos; b) afasia: RV=4.82 $\pm$ 0.3 vs TMIRm=4.3 $\pm$ 0.6 vs TF/TOh=4.32 $\pm$ 0.5 puntos; y c) satisfacción: RV=149.7 $\pm$ 2.9 vs TMIRm=112.1 $\pm$ 6.7 vs TF/TOh=125.7 $\pm$ 5.9 puntos) ( $p < 0.05$ ; posthoc Mann-Whitney). Correlación en la V.F.: moderada entre los cambios de la afasia con la evolución motora con EscF-M ( $r_s = 0.27$ ;  $p = 0.002$ ; Spearman) y con el ÍndMot ( $r_s = 0.22$ ;  $p = 0.013$ ), así como una relación fuerte ( $r_s = 0.69-0.71$ ;  $p = 0.0001$ ; Spearman) entre nivel de satisfacción y la evolución motora (EscF-M).

**Conclusiones.** La terapia de neurorrehabilitación con apoyo de RV o TMIRm o TF/TOh permitió una mejoría constante de la hemiparesia post-EVC, lo que favoreció una menor discapacidad y mayor independencia, con las mejores calificaciones en la RV. Se encontró una recuperación significativa del lenguaje en el grupo de RV, quienes no recibieron logoterapia durante el tiempo de investigación, documentándose una asociación significativa entre los cambios en la afasia y la evolución de la hemiparesia. La satisfacción fue más alta con el uso de RV, apoyando los supuestos de que el factor lúdico contribuye al resultado, pues tuvieron mayor apego y reforzamiento voluntario en casa.

**Palabras clave:** afasia, evento vascular cerebral, hemiparesia, realidad virtual, terapia de movimiento inducido por restricción modificada, terapia física, terapia ocupacional.

## ABSTRACT

---

---

### **Effect of Rehabilitation supported in Virtual Reality versus modified Constraint-Induced Movement Therapy on the evolution of the paretic hemibody in patients after Cerebral Vascular Event.**

**Background.** Hemiparesis after-stroke affects the patient's physical and social functionality, often requiring prolonged rehabilitation, but access to treatment is restricted owing to insufficient services. The motor sequelae persistence due to lack of management has facilitated the study of new therapies that allow the subject to improve movement, with potential impact on life's quality. Virtual Reality (VR) and modified Constraint-Induced Movement Therapy (mCIMI) have been shown to produce clinical improvement in the paretic hemibody, which, through imaging studies, have been related to better motor learning at the cortical level and a possible reorganization of the cortex, which was related to greater mobility and recovery other neurological functions.

**General objective.** To measure the rehabilitation effect supported in VR or mCIMI vs. usual Physical and Occupational Therapy (TF/OT) on the evolution of paretic hemibody after-stroke. **Secondary objectives.** Detect changes in aphasia, without logotherapy, during motor rehabilitation, measure relationship between motor evolution and aphasia, and measure satisfaction level.

**Material and methods.** One hundred forty-six patients with first ischemic CVE diagnosis in left middle cerebral artery and duration less than 3 months participated. All them signed the informed consent. After randomization, there were 49 patients managed with VR, 47 with mCIMI, and 50 with TF/hOT. The activities were carried out 1 hour, twice/week, 6 weeks, in addition, reinforcement 1 hour daily. They were evaluated by a specialist Rehabilitation Medicine and a Neuropsychologist who remained blinded to the treatment. Clinical evaluation: hemiparesis with Fugl-Meyer scale (EscF-M), Motor Index (IndMot) and Fine Grip test; aphasia with Boston Aphasia Intensity scale; and satisfaction with Intrinsic Motivation Inventory; applied before and at 6 and 12 sessions. **Statistics:** Kruskal-Wallis test (Mann-Whitney posthoc) and Friedman test (Wilcoxon posthoc) for intra- and inter-group comparisons, respectively, as well as the Spearman correlation coefficient ( $p < 0.05$ ).

**Results.** Of 146 patients, there were 85 women (58.2%) and 61 men (41.8%), with age  $X=63.28+3.69$  years and evolution time  $2.47+0.32$  months. An evolution towards constant improvement in hemiparesis, aphasia and satisfaction was found in the 3 groups ( $p<0.05$ ; Friedman). In hemiparesis, all started with very severe disability and were dependent, finding the greatest evolution in RV ( $p=0.0001$ ; Wilcoxon posthoc), than in V.F. they had moderate disability and were independent, while another 2 groups had severe disability and were semidependent. The V.I.-V.F. difference was significant, with EscF-M: RV=61.12 vs mCIMT=32.25 vs TF/TOh=31.5 points and with IndMot: RV=45.7 vs mCIMT=24.38 vs TF/TOh=30.3 points. Inter-group, there was a significant difference in V.F. ( $p<0.00001$ ; Kruskal-Wallis), with final scores next: a) hemiparesis with EscF-M: RV=82.2+10.4 vs mCIMT=53.7+10.2 vs TF/TOh=53.7+10.9 points and with IndMot: RV= 93.2+6.6 vs mCIMT=71.08+8.2 vs TF/TOh=77.5+7.6 points; b) aphasia: RV= 4.82+0.3 vs mCIMT=4.3+0.6 vs TF/TOh= 4.32+0.5 points; and c) satisfaction: RV= 149.7+2.9 vs mCIMT= 112.1+6.7 vs TF/TOh= 125.7+5.9 points) ( $p<0.05$ ; Mann-Whitney posthoc). A moderate correlation was documented between aphasia changes and motor evolution with EscF-M ( $r_s= 0.27$ ;  $p=0.002$ ; Spearman) and with IndMot ( $r_s= 0.22$ ,  $p= 0.013$ ), as well as a strong relationship ( $r_s= 0.69-0.71$ ;  $p=0.0001$ ; Spearman) between satisfaction level and motor evolution (EscF-M), at end management.

**Conclusions.** Neurorehabilitation therapy supported in VR or mCIMT or TF/hOT allowed a constant improvement in post-stroke hemiparesis, which favored less disability and greater independence, with best scores in VR. Significant recovery of language was found in VR group, who did not receive speech therapy during the research period, documenting significant association between changes in aphasia and the evolution of hemiparesis. Satisfaction was higher with VR, supporting the assumptions that the playful factor contributes to result, since they had greater attachment and voluntary in-home reinforcement.

**Keywords:** aphasia, hemiparesis, modified constraint-induced movement therapy, occupational therapy, physical therapy, stroke, virtual reality.

## ANTECEDENTES

---

---

### EVENTO VASCULAR CEREBRAL

**Definición.** El término Evento Vascular Cerebral (EVC) se utiliza para designar cualquier daño al encéfalo que resulta de la afectación de uno o más vasos sanguíneos que lo irrigan. Los signos y síntomas, usualmente, corresponden a un daño neurológico focal y a veces global, se caracterizan por aparecer súbitamente y con desarrollo rápido, persisten más de 24 horas o conducen a la muerte. Estas manifestaciones corresponden, clínicamente, a alguna región del cerebro que recibe sangre de un vaso en particular, lo que permite contar con la precisión suficiente para conocer el área lesionada y la potencial evolución cronológica del paciente<sup>1,2</sup>. La clasificación del EVC más aceptada es la que los divide en isquémico, aproximadamente el 68% de los casos, o hemorrágico, en el 32%<sup>3</sup>.

**Aspectos epidemiológicos.** A nivel mundial, hasta el 2019, el EVC se describió como la segunda causa de muerte y la tercera de muerte y discapacidad combinadas<sup>4</sup>, así como una de las principales causas de discapacidad adquirida en adultos<sup>5</sup>. De 1990 a 2019, la carga en casos absolutos de EVC prevalentes aumentó sustancialmente en un 102%, sobre todo en países de ingresos bajos y medios-bajos<sup>4</sup>. La incidencia del EVC en el mundo se reportó de 1.5-4/1,000 hab y su prevalencia de 8-20/1,000 hab, además, se calculó que la probabilidad de sufrir un evento de este tipo en algún momento de la vida aumentó del 22.8% al 24.9%, actualmente<sup>6</sup>. En Latioamérica la información sobre el EVC es escasa, ya que solamente Chile, Brasil, México, Paraguay y recientemente Argentina, cuentan con artículos de la incidencia de esta enfermedad, por lo que muchos datos provienen de países considerados de primer mundo<sup>7</sup>. En Alemania, la edad promedio en la que acontece el primer ictus en varones es de 69.8 años, mientras que en las mujeres es de 74.8 años<sup>8</sup>. La tasa de recurrencia a 1 año, va del 5 al 15% en Estados Unidos, pero puede variar debido a la modificación de factores de riesgo, con una disminución en la tasa del primer EVC del 20% al 40% relacionada con un mayor control de los factores de riesgo, así como reducciones similares o mayores en las tasas de recurrencia, que a cinco años fue del 42% para los hombres y del 24% para las mujeres<sup>9</sup>.



El manejo del EVC y sus secuelas causan pérdidas billonarias en la mayoría de los países, siendo la rehabilitación el principal generador de costos. La Unión europea estimó gastos anuales por atención de €27 mil millones, entre costos directos (€18.5 mil millones) e indirectos (€8.5 mil millones), además de €11,100 millones que corresponden a cuidados informales. En los EU la inversión fue de \$65,500 millones USD en 2008, incluyendo costos directos (67%) e indirectos (33%). La Asociación Estadounidense del Corazón y el Evento Cerebrovascular proyectó que desde 2012 al 2030, el costo médico directo total por EVC se triplicará y alcanzará los \$184.1 mil millones USD<sup>10</sup>.

En México, como en otros países, la información sobre el EVC no está actualizada, pero de acuerdo a las investigaciones más recientes, se ubica dentro de las primeras 8 causas de muerte y en la Ciudad de México, se encuentra dentro de las primeras 5; siendo la sexta causa de muerte en hombres y la cuarta en mujeres<sup>11</sup>. Durante el 2007, del total de egresos en hospitales públicos, el 1% fue por EVC<sup>12</sup> y en el periodo de marzo-abril de 2008, se reportó que en algunas unidades médicas del Distrito Federal su prevalencia fue del 11.15%<sup>11</sup>. Para el mismo 2008, la tasa de mortalidad fue de 28.3/100,000 habitantes<sup>12</sup> y de los sujetos que sufrieron un evento agudo, entre 15-30% fallecieron en los treinta días siguientes<sup>13</sup>. Por otra parte, en países desarrollados los decesos por EVC ha mostrado un patrón descendente, pero en México se apreció el fenómeno opuesto<sup>14</sup>, con un incremento en la tasa de mortalidad a partir del año 2000, particularmente en menores de 65 años<sup>15</sup>. En el año 2010 se registraron 5,314,132 egresos del sector público sanitario mexicano y, considerando solo los egresos, específicamente por EVC (n= 29,152) el 69.6% correspondieron a infarto cerebral, 20.6% a hemorragia intracerebral (HIC), 9.1% a hemorragia subaracnoidea (HSA) y 0.7% a trombosis venosa cerebral (TVC)<sup>14</sup>. De no existir intervenciones de prevención adecuadas, se calcula que para el año 2030 su incidencia se incrementaría hasta el 44%<sup>12, 15</sup>.

## MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Aproximadamente, en el 50-80% de los pacientes con EVC isquémico (EVCi), el territorio más frecuentemente afectado corresponde al de la arteria cerebral media (ACM)<sup>3</sup> por lo que se afecta el hemicuerpo contralateral para la actividad motora y el ipsilateral para la sensitiva, debido a la distribución somatotópica del sistema nervioso central (SNC), entre otras alteraciones. Y aunque se ha propuesto que las alteraciones neurológicas después de un infarto cerebral podrían depender del tamaño y localización de la lesión, pueden encontrarse variaciones clínicas relacionadas con la presencia de trastornos perilesionales<sup>16</sup>. Durante la exploración de estos pacientes, el 88% presentaron diversas combinaciones de paresia/plejía de miembros superiores, inferiores y faciales, con o sin alteraciones de lenguaje; y con las siguientes proporciones para los diversos signos y síntomas: en miembros inferiores (63%), miembros superiores (60%), dificultad para la articulación de las palabras (54%) y debilidad facial asimétrica (50%), con porcentajes menores y variables para otras manifestaciones<sup>3</sup>. Por lo que en la mayoría de los síndromes cerebrovasculares por infarto de vasos grandes, el déficit motor más común es la hemiplejía o hemiparesia<sup>17</sup>, así como la afasia, que se presenta entre el 21-38% de los sujetos en fase aguda<sup>18</sup>. (Apéndice 1)<sup>1, 2, 17</sup>.

**Hemiparesia/hemiplejía.** Cuando se supera la fase aguda del daño isquémico cerebral, casi siempre el miembro inferior tiene mayor tendencia a la recuperación que el superior. A los 3 meses, un amplio porcentaje de hemipléjicos comienza ya la deambulaci3n, mientras que el miembro superior es m1s dif3cil de recuperar. Entre el 70-80% de los eventos presentan disfunci3n motora del brazo en diferentes grados<sup>19</sup> y 40-45%, aproximadamente, experimentan mayores problemas en la mano<sup>20</sup>. En la afecci3n del miembro superior, entre el 30-40% de los pacientes recuperan cierta habilidad en la actividad motora despu3s de 6 meses, pero hasta en el 66% la extremidad no es funcional para las actividades de la vida diaria, por lo que parece ser que esta es la deficiencia residual m1s discapacitante<sup>21</sup>. Lo anterior se complica con el alto riesgo de desarrollar condiciones secundarias como dolor, depresi3n, úlceras por presi3n, alteraciones del equilibrio y caídas, entre otras, durante el periodo de recuperaci3n agudo o post agudo, con dependencia funcional y compromiso de las

actividades de la vida diaria básica, como el vestirse, comer, etc, lo que causa incapacidad para el trabajo y limitaciones en la calidad de vida<sup>22</sup>. Estos factores pueden alterar la realización y el apego a la terapia de rehabilitación.

**Afasia.** La afasia tiene grandes consecuencias para la interacción social y la calidad de vida de la persona y se presenta en alrededor de un tercio de los casos después de un EVC<sup>23</sup>. Generalmente se rehabilita con terapia de lenguaje conversacional, misma que se inspiró en principios y técnicas pragmáticas, con el principal objetivo de establecer una condición de intercambio comunicativo con el paciente afectado, utilizando sus propios recursos comunicativos, pues dentro del enfoque conversacional cualquier acción intencional puede usarse para intercambiar o compartir ideas (es decir, gestos, movimientos corporales, expresión facial, dibujar), por lo que está indicada sobre todo para pacientes con afasia grave con compromiso de todas las modalidades del lenguaje (producción, comprensión, lectura y escritura). En las nuevas perspectivas, el objetivo del terapeuta ya no se centra solo en restaurar las funciones lingüísticas dañadas, sino en mejorar el lenguaje con estrategias productivas compensatorias y fortaleciendo su habilidad comunicativa residual<sup>24</sup>.

La afasia es uno de los déficits post-ictus más incapacitantes socialmente y aunque las terapias tradicionales inducen mejoría clínica, con frecuencia persisten ciertos déficits del lenguaje. Por lo que ha surgido la necesidad de técnicas de rehabilitación no convencionales que actúen como sustituto o complemento de los enfoques tradicionales. Un meta-análisis resaltó que la RV ha mostrado ser útil pues potencia la terapia del lenguaje al utilizar contextos virtuales que simulan ambientes cotidianos de la vida real, no se necesitó la presencia física de un médico y se podía practicar en cualquier momento, lo que reduciría costos de terapia, con posibilidad de un tratamiento intensivo. Se concluyó que aunque los resultados son contradictorios en general son prometedores<sup>25</sup>. Otro meta-análisis, encontró que en 4 estudios la RV redujo la gravedad del deterioro del lenguaje con una diferencia estandarizada de medias entre 0.10-0.70 (debido al uso de múltiples escalas para la valoración del lenguaje) con una significancia límite ( $p=0.05$ ), en comparación con la terapia convencional. También se describió una gran heterogeneidad estadística, por lo que se consideró necesario recomendar mayores tamaños de muestra en los ensayos clínicos<sup>26</sup>.

## **BASES NEUROIMAGENOLÓGICAS DE LOS CAMBIOS CEREBRALES DURANTE LA REHABILITACIÓN DE PACIENTES POST-EVC**

Después de un EVC es fundamental para la vida diaria de los pacientes recuperar el movimiento, por lo que se han estudiado diferentes terapias de rehabilitación para recuperar las secuelas motoras<sup>27</sup>. Durante la evolución después del evento se comprobó, a través de la Resonancia Magnética funcional (RMf), que existen cambios neuroplásticos y una continua reorganización de las conexiones neurales y los mapas corticales relacionados con dicha rehabilitación<sup>28</sup>. Además, se documentó la modificación de sustratos neurales del aprendizaje motor mediante la Estimulación Magnética Transcraneal (EMT) y la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP)<sup>29</sup>.

Se ha utilizado una técnica de la Resonancia Magnética (RM) denominada Imagen del Tensor de Difusión (ITD) que provee mediciones indirectas sobre la integridad de la sustancia blanca y gris, mediante imágenes que muestran el movimiento organizado/desorganizado de las moléculas (Fracción de anisotropía –FA-) en la estructura íntegra o dañada del cerebro después de un infarto. En un hospital universitario de Nuevo León, México, la ITD de pacientes hospitalizados por EVCi de la ACM, mostró que la vía corticoespinal del hemisferio afectado estuvo significativamente menos organizada que la contralateral, y a los 3 meses el cambio en la FA se correlacionó bien, con la recuperación funcional medida con las escalas National Institutes of Health (NIH), de Rankin modificada y de Barthel<sup>30</sup>. En otro estudio se identificó que además de la afectación de la corteza motora bilateral, también se alteran las conexiones con la corteza premotora ventral bilateral (PMv), sobre todo en el lado dañado, así como la circunvolución frontal inferior y, en pacientes con discapacidad grave, se identificó la contribución de conexiones con el área motora suplementaria del hemisferio no afectado, apoyando que las redes que respaldan la recuperación clínica después del evento son dinámicas a lo largo del tiempo, por lo que puede ser diferente en las primeras semanas del evento comparado con los meses posteriores. La identificación de las conexiones neuronales subyacentes al proceso de recuperación proporcionaría información valiosa para individualizar los objetivos para nuevas estrategias terapéuticas<sup>31</sup>.

## NEURORREHABILITACIÓN

La base para la mejoría clínica en pacientes después de un EVC es la plasticidad cerebral, que es la facultad que tiene el encéfalo para reorganizarse, modificarse y ajustarse ante la exigencia de cambios fisiológicos o debida a algún daño, para crear, reforzar y reestructurar las conexiones neuronales, por lo que juega un papel crucial en los procesos de recuperación y rehabilitación en diversas afecciones neurológicas. Durante el proceso existe liberación coordinada de neurotransmisores que inducen cambios en la sustancia blanca y gris a través de la neurogénesis, sinaptogénesis, angiogénesis y gliogénesis, con lo que se crean conexiones fuertes y eficientes dentro de las vías neuronales de importancia. Esta neuromodulación y la eficacia del ejercicio son la base de la capacidad cerebral para promover cambios neuroplásticos que ayudan a completar tareas con éxito mediante una transducción eficaz de información hacia los circuitos neuronales<sup>32</sup>.

La recuperación de una función post lesión cerebral tiene lugar por dos mecanismos: el proceso compensatorio y el de restitución (en algunos casos ocurren simultáneamente). El proceso neurofisiológico compensatorio es la reorganización o adaptación funcional y es logrado al estructurarse los circuitos neurales sobrevivientes de forma diferente, permitiéndoles manejarse de formas variadas con las conexiones de otras áreas; el movimiento, la terapia o entrenamiento ayuda a que se redistribuyan las tareas hacia zonas no dañadas y a una nueva organización de la corteza. En la restitución, primero ocurre la reorganización plástica, debido a cambios en la sensibilidad sináptica con “liberación” de conexiones previas por modificaciones en la dinámica inhibitoria, que sucede en segundos o minutos, a diferencia de los cambios estructurales que toman días o semanas; y, segundo, debido a que la reducción del nivel de actividad en el área lesionada debilita las conexiones sinápticas entre el sitio sano y dañado, lo cual deprime la función en las estructuras no dañadas, por lo que la estimulación y manipulación de los procesos inhibitorios se convierten en un estímulo para la recuperación<sup>33</sup>. Entonces, la rehabilitación es la manipulación de la plasticidad del SNC para estimular o recuperar su funcionalidad, el único prerrequisito es que el cerebro del paciente tenga la capacidad potencial para compensar las lesiones<sup>28</sup>.

Por tanto, el proceso de recuperación de las deficiencias clínico-funcionales después del evento depende del tiempo y está asociado con el aprendizaje y la práctica progresiva y continua de ejercicios terapéuticos, así, la rehabilitación se centra en estimular las neuronas del cerebro de modo que permanezca activo, restaure la función y forme nuevas conexiones<sup>34</sup>. Dada la importancia de identificar el régimen terapéutico y de ejercicio ideal para maximizar la recuperación motora post-EVC, se realizan investigaciones que exploran técnicas neuromotoras para mejorar la evolución<sup>35</sup>. Después de conocer las capacidades del paciente que contribuyan a su autonomía, la rehabilitación neuromuscular se centra en la enseñanza-aprendizaje de la realización y reproducción de movimientos que estimulen la recuperación cerebral. Las técnicas convencionales pueden variar en programas y ejercicios, pero en general consideran 3 aspectos primordiales: 1. El manejo progresivo de los patrones motores para recuperar los esquemas neurosensoriomotores previos, en el orden en que fueron adquiridos; 2. La estimulación motora a través de diversas informaciones sensoriales: vestibulares, cinestésicas y visuales para las actividades de apoyo, así como táctiles y visuales para los movimientos voluntarios finos y diferenciados; y 3. Inhibición de reacciones motoras patológicas y la facilitación de las habilidades motoras alteradas por los trastornos tónicos y sincinecias<sup>36</sup>.

Con sustento en lo anterior, la presente investigación se centró en la RV y la TMIRm, comparada con TF/TOh. Desde sus primeros trabajos, Taub y cols. (1999), sugirieron que las terapias convencionales tenían un efecto neutral, negativo o variable sobre el aprendizaje motor a través de tareas mecánicas; como alternativa, ellos sostuvieron que los procedimientos de rehabilitación que forzan el uso de la mente en la recuperación podían promover la reorganización cortical<sup>37</sup>. La tarea específica en el entrenamiento debe ser repetitiva para favorecer el proceso de neuroplasticidad, en el cerebro lesionado y en el sano<sup>38</sup>. Diversos resultados sugieren que la RV es una herramienta complementaria que favorece el apego al tratamiento por parte del paciente debido al aspecto lúdico, por lo que se exhorta a continuar explorando los efectos del uso de la tecnología en la rehabilitación del paciente neurológico<sup>39, 40</sup>. La TMIR también ha mostrado efectos positivos sobre terapias convencionales, evidenciando por clínica e imagen la recuperación de funciones cerebrales en pacientes post-EVC<sup>37</sup>.

## REALIDAD VIRTUAL

La bioretroalimentación (BRA) es la técnica que emplea un equipo electrónico para revelar al individuo algunos aspectos fisiológicos normales o anormales, en forma de señales auditivas o visuales, enseñándole a manipular eventos involuntarios a través de señales desplegadas. En investigación, al término se le dio un contexto fisiológico, refiriéndose a técnicas que usen instrumentos que proporcionen a un individuo señales continuas e inmediatas de cambios en una función corporal de la cual se está usualmente inconsciente<sup>41</sup>. Derivado de ello, se ha observado que las interfaces cerebro-computadora (ICC) decodifican del SNC las intenciones de los usuarios y pueden ser aplicadas para la rehabilitación de secuelas de EVC. De acuerdo a una revisión sistemática, factores como muestras pequeñas, diseños variables, etiología del EVC y duración de las intervenciones, dificultan la comparación de efectos con otras terapias experimentales, aunque se identificó mayor recuperación con ICC comparada con otras intervenciones<sup>42</sup>. Por tanto, la BRA puede conseguir que un sujeto advierta un estado fisiológico propio o una situación patológica, para controlarla o modificarla; sus objetivos son la reeducación de la orden motora, de los trastornos cognitivos y luchar contra la espasticidad, pero para poder aprovecharla es necesario que el paciente tenga un mínimo de comprensión y motivación. La RV es un ejemplo significativo de la ICC, pues acerca al usuario y la computadora, involucrando un ambiente simulado en tiempo real que permite la interacción por múltiples canales sensoriales<sup>41, 42</sup>.

El término RV se refiere a la simulación interactiva que permite a un usuario experimentar la realidad a través de hardware y software de computadora<sup>43</sup>, puede clasificarse como no inmersiva, semi-inmersiva o con inmersión total, con beneficios y limitaciones propios, pero todos proporcionan información “virtual”, que permite mantener la flexibilidad de operación y un grado razonable de reconocimiento del mundo real<sup>44</sup>, por lo que se ha propuesto que puede mejorar el interés y motivación del paciente para la tratamiento. Recientemente, el entrenamiento con apoyo de RV está recibiendo atención a medida que se pone mayor énfasis en la importancia del interés y la motivación en la participación durante el tratamiento de enfermedades neurológicas en niños y adultos<sup>43</sup>. La tecnología de RV y sus aplicaciones, se han expandido rápidamente en muchas disciplinas, pues el ambiente virtual que utiliza puede ser

enriquecido con información sensitiva compleja y multimodal para el usuario y puede crear una sensación sustancial de realidad<sup>45</sup>. Utilizando RV, un sujeto muestra respuestas realistas, como mover y manipular objetos y realizar tareas fijas. Cuando una tarea específica se expresa en forma de juego, la retroalimentación de RV responde a la información visual y de audio de la actividad, informa de los errores de movimiento al usuario y le ayuda a tratar de controlarlo. Por lo que el entrenamiento con base en RV es un enfoque de intervención que parece superar algunas intervenciones tradicionales, pasivas, repetitivas y sin retroalimentación sensorial sobre el resultado del desempeño, además de que se ha propuesto que aumenta la motivación<sup>43</sup>. Algunos de los dispositivos que se utilizan con más frecuencia en la investigación clínica son el Nintendo Wii ® y Xbox + Kinect ®, pues se dispone de ellos con mucha frecuencia en los hogares. Aunque, en general, la evidencia aún es pobre, sobre todo en pacientes con EVC<sup>44</sup>. En el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), México, se creó un programa de RV denominado Sistema Gesture Therapy que obtuvo buenos resultados en la recuperación del miembro superior<sup>46</sup>.

Otros estudios mostraron mayor recuperación en el equilibrio, la movilidad y la duración de la marcha, en el grupo manejado con RV; la terapia fue proporcionada por 20 minutos al día por 10 a 12 sesiones en un periodo de 3 semanas (tiempo similar a otras investigaciones)<sup>47</sup>. Actualmente, es un hecho que la RV apoyada en videojuegos ha incrementado su aplicación en la rehabilitación, sobre todo consolas comerciales<sup>48, 49</sup>, por lo se que considera relevante realizar más investigación en este ámbito, con software accesibles<sup>44, 48, 50</sup>, que estimulen el apego por parte del paciente.

Uno de los grandes retos en la rehabilitación neuromotora es diseñar métodos eficaces para proporcionar terapia repetitiva y específica, los procesos deben ser multimodales para facilitar la recuperación de la función, deben involucrar las funciones cognitivas, además de ser atractivos (para mantener la atención del paciente) y de fácil comprensión. La BRA apoyada en tecnología permite cumplir con esto, logrando la inmersión del paciente en un entorno virtual de gráficos donde recibe información sensorial que produce un ambiente multimodal. Al comparar Nintendo-Wii® vs TO se obtuvo una recuperación similar lograda en menor tiempo, con una disminución de hasta 7segundos (s) en la velocidad de ejecución de movimientos<sup>40, 48</sup>.



## TERAPIA DE MOVIMIENTO INDUCIDO POR RESTRICCIÓN MODIFICADA

En las terapias convencionales para la hemiparesia, el objetivo principal suele ser la estimulación del hemicuerpo sano para sustituir las funciones del lado afectado, a esto se le llamó “aprendizaje de no uso” de la extremidad superior parética. Con otro enfoque, Taub y colaboradores, demostraron que al restringir el movimiento de la extremidad sana y al entrenar la afectada se favoreció el control motor, a lo que denominó Terapia de Movimiento Inducido por Restricción (TMIR)<sup>51-55</sup>.

Esta técnica consistió en la restricción de la movilidad de la extremidad superior no afectada colocándole un cabestrillo durante el 90% del tiempo que el paciente se mantuviera despierto, por un periodo de 12 días más el entrenamiento de la extremidad superior parética alrededor de siete horas diarias, durante los mismos días. Esto suponía un entrenamiento intenso pero producía grandes cambios en la reorganización cortical y se correlacionó con mejoría en la función motora<sup>51-55</sup>. Por otra parte, también se observó un resultado similar en un grupo de pacientes con EVC subagudo o crónico que recibieron una forma modificada de TMIR (TMIRm) con disminución del tiempo de restricción del lado sano y en el número de sesiones, notando un incremento en la activación del hemisferio lesionado por imagen de resonancia magnética posterior a la terapia y que persistió por al menos 4 meses post tratamiento<sup>52, 53</sup>.

La propuesta actual de neurorehabilitación para promover la función de la extremidad superior de la persona con hemiplejía, parte de los enfoques de aprendizaje motor, mediante estrategias de entrenamiento con tareas concretas y específicas con práctica y repetición constante, el principio básico de esta modalidad de intervención busca trabajar directamente sobre la modificación subyacente de los mecanismos neurales. Por lo tanto, es necesario describir las principales aplicaciones de la terapia por restricción del lado sano para el mejoramiento de la función de la mano espástica del adulto con hemiplejía<sup>33, 51, 53</sup>.

La TMIRm ha sido repetidamente asociada con cambios plásticos cerebrales (tanto funcionales como estructurales) demostrando que con el uso del miembro parético aumenta la activación de la corteza somatosensorial ( $p < 0.03$ ) y otras estructuras relacionadas con las salidas motoras del cerebro ipsilesional o contralesional, junto con una inducción del flujo sanguíneo de la arteria cerebral media. Además, fue capaz de producir cambios en la organización de funciones cerebrales, a través de procesos neuroplásticos, conceptualizando la neuroplasticidad como los ajustes anatómo-funcionales que se hacen con la finalidad de retornar a la recuperación funcional haciendo uso de otros sectores que no han tenido una función establecida previamente o que han permanecido silentes. Estos cambios se producen días después de una lesión cerebral, modulados a su vez por diversas estrategias o terapéuticas. Aunque se coincide que aún falta mayor nivel de evidencia en los estudios<sup>33, 51, 53</sup>.

Aunque se ha observado que los pacientes que realizan rehabilitación física muestran una mayor mejora en las habilidades funcionales en comparación con los que no, la rehabilitación eficaz posterior a un EVC debe utilizar principios clave de neuroplasticidad para restaurar la función motora. La terapia de movimiento inducido por restricción (TMIR), obliga a los pacientes a utilizar su extremidad afectada para realizar tareas destacadas y repetitivas, con lo que puede aumentar las proyecciones dendríticas y restablecer las conexiones axonales entre los hemisferios<sup>56</sup>.

## SATISFACCIÓN

La rehabilitación aplicada a pacientes con lesiones neurológicas actúa sobre la plasticidad del SNC para recobrar su funcionalidad y reactivar la movilidad, pero en ocasiones, a pesar de la recuperación clínica, la repetición monótona de los ejercicios, pueden provocar falta de motivación, renuencia o apatía y un potencial abandono de las terapias<sup>57</sup>. Existe evidencia de que la rehabilitación con RV logró mejorar la atención, la concentración y diversión del paciente al realizar las tareas terapéuticas<sup>58</sup>, debido a que el ambiente virtual enriquecido fue muy real para el paciente<sup>45</sup> con lo que estimuló la plasticidad, sobre todo en la corteza cerebral. Se encontró que la recuperación del miembro parético se relacionó con activación de mapas corticales, mejor apego y más motivación, con equipos de grado médico y con equipos comerciales y software comunes y accesibles, que estimularon el apego, incluso en presencia de sinergias patológicas, difíciles de corregir con la rehabilitación tradicional<sup>48, 50</sup>. Otro estudio realizado en México mostró que los pacientes que realizaron terapia con RV estuvieron más satisfechos que el grupo con solo TO (Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía)<sup>46</sup>.

La RV en rehabilitación ha permitido tratamientos innovadores y provoca que el paciente se motive para cumplir los objetivos trazados, que favorece el apego. En la actualidad, parece existir una mayor aceptación de las tecnologías de juego por sobrevivientes de un EVC con discapacidad, en los que se detectó un alto nivel de placer o disfrute (6.8 a 8.1 puntos de 10 -escala tipo Likert-) y moderada percepción de esfuerzo (11.6 a 12.9 puntos de 20 -escala BORG-) al trabajar con RV durante la rehabilitación; con lo que se apreció un aumento en la realización espontánea de las actividades en casa al compararlas con el estado inicial del paciente ( $p < 0.05$ )<sup>50</sup>.

En la TMIR se “obliga” al paciente a utilizar la extremidad afectada de una forma intensa y con práctica masiva, sumado a la sujeción del brazo no afectado durante el 90% de las horas de vigilia, y aunque la TMIRm es menos intensiva, en ambas se ha descrito que puede ser poco tolerado o molesto para los pacientes, aún cuando contribuya a la recuperación del movimiento<sup>29</sup>. Sin embargo, no se encontró alguna publicación que midiera la satisfacción ante este tipo de tratamiento.

## EVALUACIÓN CLÍNICA DE PACIENTES CON EVC

Existen diferentes instrumentos clínicos para medir la evolución de la hemiparesia, espontánea o relacionada con rehabilitación. La escala Fugl-Meyer (EscF-M) está diseñada específicamente para evaluar pacientes con EVC, cuyos resultados se relacionan con la posible funcionalidad de las estructuras cerebrales vinculadas con el movimiento. Cunningham y cols. (2005) describieron una relación buena ( $rs = -0.768$ ;  $p = 0.016$ ; Spearman) entre altas puntuaciones con dicha escala y la funcionalidad de los tractos corticoespinales (TCE), preferentemente los contralaterales<sup>59</sup>, por tal motivo, es una escala que se usa con frecuencia en estudios de diversos países<sup>31, 38, 60</sup>, incluido México, entre muchos otros.

En el EVC, la afasia puede afectar con diferente intensidad y forma la expresión y comprensión del idioma, así como la lectura y escritura, por lo que puede ser clasificada como expresiva, receptiva<sup>61</sup> y mixta (aunque existen otras clasificaciones más minuciosas); la intensidad puede ir desde grave a leve. Existen múltiples instrumentos de evaluación considerando el propósito de la valoración, como organizar un programa de tratamiento o solo medir los cambios en el tiempo. La escala de Intensidad de Afasia de Boston (EIAB), es un instrumento útil para un realizar un examen sencillo del lenguaje de un paciente post-EVC, que permite valorar los cambios durante la evolución del paciente, con o sin terapia de lenguaje<sup>62</sup>.

Varias investigaciones realizadas con las nuevas terapias de rehabilitación han considerado que la satisfacción puede ser un factor que contribuya al éxito de la terapia. El inventario de Motivación Intrínseca (IMI) evalúa la experiencia subjetiva de los participantes relacionada con una actividad objetivo en experimentos y se utiliza como equivalente de satisfacción, gusto por realizar la actividad y potencial apego a tratamiento<sup>63</sup>.

En este estudio, se buscó documentar evidencia clínica de que las terapias no convencionales, como la RV y la TMIRm, ayudan a mejorar las secuelas post-EVC, como la hemiparesia (objetivo primario) y algunos aspectos cognitivos, específicamente la afasia (objetivo secundario); bajo la hipótesis de que los diferentes tipos de terapias

de rehabilitación estimulan la neuroplasticidad, lo cual es congruente con la propuesta de algunos autores, que realizaron estudios de imagen durante la recuperación de los miembros paréticos, de que ésta se debe a cambios en la estructuración de la corteza cerebral y a mayor activación de mapas corticales, al tiempo que se puede detectar una relación con la satisfacción (objetivo secundario), vista como equivalente de apego y motivación.

## JUSTIFICACIÓN

---

---

El EVC es una de las principales causas de morbimortalidad y discapacidad neurológica en México y amerita rehabilitación prolongada, siendo uno de los 2 servicios que aumentan los costos de atención, pues de los sobrevivientes, entre 40-70% permanece con secuelas motoras y 6 meses después solo 5-20% recuperan la función total de las extremidades. La calidad de vida de los pacientes se afecta por problemas de marcha y equilibrio y por recuperación parcial del MS, entre el 30-66%, que tiene peor pronóstico.

La terapia física, ocupacional y de lenguaje convencionales han probado su beneficio sobre las secuelas del EVC, aunque el acceso a ellas puede ser limitado por ausencia o saturación de los servicios de rehabilitación. Por ello, la neurorehabilitación no convencional es objeto de múltiples investigaciones. Dos de estas terapias innovadoras, son la RV y la TMIRm. Para la primera, los dispositivos se encuentran en muchos hogares en la actualidad y la terapéutica apoyada en ellos puede ser de bajo costo, agregándose una potencial mejor adherencia debido al componente lúdico asociado. Por su parte, la TMIRm es un tratamiento cuyo mayor tiempo de realización se lleva a cabo en casa, lo cual facilita su implementación.

Múltiples meta-análisis mencionan que estas técnicas muestran resultados prometedores, pero que aún falta mayor evidencia confiable, debido a deficiencias en los trabajos, como tamaño de muestra pequeños y errores en metodología. Evaluar la influencia de ambos tipos de manejo, en los primeros meses después de un EVC, con población y metodología homogéneas, podría permitir resultados confiables acerca de su efecto sobre las secuelas después de un EVC y podría contribuir a una mejor evidencia clínica de su utilidad.

## OBJETIVOS

---

---

### Objetivo

Medir el efecto de la rehabilitación apoyada en Realidad Virtual o Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada comparados con Terapia Física y Ocupacional habituales sobre la evolución del hemicuerpo parético en pacientes después de un Evento Vascular Cerebral.

### Objetivos secundarios:

1. Detectar cambios en la afasia, sin manejo con logoterapia\*, durante la neurorrehabilitación apoyada en Realidad Virtual o Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada en pacientes con EVC.
2. Medir la relación entre los cambios de la evolución motora con los de la afasia en pacientes con EVC.
3. Medir el nivel de satisfacción del paciente con EVC ante el tratamiento recibido.

\* Desde la aceptación para participar por parte del paciente, cuando se detectó la presencia de afasia, se solicitó cita para valoración del lenguaje y la terapia correspondiente, como parte del protocolo de atención habitual (ver sección de aspectos éticos), no obstante, las citas se encontraban a 3 meses o más, relacionado con la pandemia por COVID-19. Sin embargo, los familiares y terapeutas reportaron mejoría en la comunicación hablada sin que el paciente recibiera dicho manejo, por lo que se realizó un corte en un grupo de sujetos con los que se contaba en ese momento, documentándose una relación entre una mejor evolución motora con cambios positivos en la afasia en el tiempo en el que recibían la rehabilitación motora.

**Artículo publicado:** Rojas-Sosa MC, Zárate JA, de la Rosa-Peña N, Olvera-Gómez JL, Rojano-Mejía D, Delgado-García J, Garduño-Espinosa J. Aphasia improvement without logotherapy during motor neurorehabilitation of post-stroke hemiparesis using virtual reality or modified constraint-induced movement therapy: A retrospective cohort. *NeuroRehabilitation*. 2023;53(4):585-594. doi: 10.3233/NRE-230183.

## MATERIAL Y METODOS

---

---

### **Sujetos.**

Se invitó para participar en esta investigación a 329 sujetos con diagnóstico de EVC, que acudieron a solicitar atención a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI (UMFRsXXI) por la presencia de secuelas, en el periodo comprendido entre junio 2018 a mayo 2023, de los cuales 207 pacientes asistieron a la cita de primera vez. Los criterios de selección incluyeron: diagnóstico comprobado, por clínica y tomografía, de un primer EVC isquémico (EVCi) en el territorio de la arteria cerebral media izquierda (ACMI), presencia de hemiparesia derecha, con o sin afasia, con tiempo de evolución de máximo 3 meses desde inicio del evento, edad entre 35-70 años, de cualquier sexo y sin déficit cognitivo. Se excluyeron aquellos que desarrollaron un nuevo EVC durante la realización de la investigación, así como los que describieron falta de apoyo familiar para la realización de la terapia. Fueron 162 sujetos que cumplieron con los criterios de selección (Apéndice 2. Diagrama de flujo de pacientes).

Mediante una tabla de número aleatorios, los sujetos se asignaron a: Grupo I. Terapia apoyada en realidad virtual (GI=RV), Grupo II. Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada (GII=TMIRm) o Grupo III. Terapia física y ocupacional habitual (TF/TOh). Todos los pacientes, familiares o responsable aceptaron participar mediante la firma de consentimiento informado (Anexo 1). Al término del tratamiento la muestra final quedó integrada por 146 sujetos (pérdida de 10.1%), distribuidos de la siguiente forma: GI=RV: 49 pacientes; GII=TMIRh: 47 pacientes; y GIII=TF/TOh: 50 pacientes (Apéndice 2).

### **Descripción general del estudio**

Para lograr el objetivo del presente trabajo se realizó un ensayo clínico controlado, aleatorizado y ciego simple. Los pacientes con secuelas de EVCi fueron captados a su llegada a la UMFRsXXI en el área de citas de primera vez; se verificó el diagnóstico de envío y se citó al consultorio de uno de los colaboradores (médico evaluador 1).



Durante la primera cita se explicó el propósito del estudio y se aclararon las dudas. Cuando el paciente no aceptó, se le otorgó la consulta que normalmente se proporciona a este tipo de pacientes y la información fue asentada en el expediente clínico, después de la consulta se le prescribió el manejo adecuado para su condición y se envió a terapia habitual; también se le otorgó cita subsecuente con el médico que correspondió para continuar su control. Cuando el sujeto aceptó participar se realizó un resumen clínico y se requisitó el anexo 2, con información general de relevancia; también se solicitó la firma de la carta de consentimiento informado (anexo 1). Este médico 1 realizó la asignación a la modalidad terapéutica mediante el uso de una tabla de números aleatorios a GI=RV, GII=TMIRh o GIII=TF/TOh. Entonces se envió con el segundo médico (evaluador 2, cegado) quien midió la funcionalidad del hemicuerpo parético con las diferentes escalas (EscF-M, ÍndMot y test de Pinza Fina –T-PF), que incluyeron función motora, arcos de movilidad, equilibrio, movilidad y dolor articular, funcionalidad de las extremidades, así como de la mano, coordinación y aspectos sensoriales (Anexo 3). Después se llevó al departamento de psicología, donde una neuropsicóloga, cegada al tratamiento, utilizó una entrevista estructurada para valorar la calidad del lenguaje con la Escala de Intensidad de Afasia de Boston (EIAB) (Anexo 4), así como el nivel de satisfacción mediante el Inventario de Motivación Intrínseca (IMI) (anexo 5). Finalmente, el paciente fue conducido a las diferentes áreas para recibir el manejo correspondiente. Todas las escalas fueron aplicadas antes (valoración inicial – V.I.-), durante (valoración intermedia -V.Int.- semana 3, sesión 6) y al término (valoración final –V.F.- semana 6, sesión 12) de la realización de los diferentes programas de rehabilitación. En el caso del IMI, para la V.I., tuvo que aplicarse después de una primera sesión de la terapia correspondiente, de tal forma que el paciente pudiera cualificar la potencial satisfacción de la terapia que recibiría.

Esta investigación se encuentra registrada en el **ClinicalTrials.gov PRS** (Protocol Registration and Results System) con el número de identificación **NCT05875116**.

## Procedimientos.

1. Valoración clínica y aleatorización. Una vez que el paciente, el familiar o responsable manifestaron la voluntad de participar mediante la firma de la carta de consentimiento informado, fue enviado a la consulta externa de rehabilitación en donde fue recibido por el médico 1, considerado como tratante, quien realizó un resumen clínico que incluyó edad, sexo, ocupación, somatometría y necesidad de incapacidad temporal para el trabajo en la hoja de captación de la información (anexo 2), que fue entregada al investigador principal. Posteriormente, mediante una tabla de números aleatorios realizó la asignación a las diferentes modalidades terapéuticas (GI=RV o GII=TMIRm o GIII=TF/TOh), el grupo de tratamiento se colocó en el área correspondiente del anexo 2. Después, realizó su propia evaluación clínica de la forma como habitualmente se practica en consultorio y la consignó en el expediente clínico; posteriormente, dio el seguimiento al paciente como médico tratante y fue quien contestó todas las dudas que el paciente, familiar o responsable tuvieron a lo largo de la investigación o con relación a su propio padecimiento; este médico insistió al paciente y familiares que no proporcionaran información alguna al médico que lo valoró después (evaluador 2), por lo que el paciente y familiares no comentaron aspectos relacionados con la terapia que estuvieron recibiendo, y cualquier duda se reservó hasta la consulta clínica. El evaluador 1 no conoció los resultados de las mediciones con las escalas; el evaluador 2 desconoció el tipo de terapia que recibía el paciente, solamente registraba los hallazgos de las escalas en las hojas de trabajo (anexo 3) y las entregó al investigador principal para su concentración. Participó un tercer médico ajeno al estudio para la captura y estadística.

Después de la consulta y valoración clínica, el investigador responsable llevó al paciente con la neuropsicóloga para la valoración de la afasia y la satisfacción. Finalmente, el paciente y acompañante o responsable fueron llevados con los terapeutas correspondientes para realizar el tratamiento asignado.

2. Evaluación de las extremidades con hemiparesia o hemiplejía secundaria a EVC. La hemiplejía y la hemiparesia, es la pérdida del movimiento voluntario con alteración del tono muscular y en ocasiones la sensibilidad en toda la extensión de uno de los lados del cuerpo. En este trabajo, el trastorno motor o sensoriomotriz del hemicuerpo secundario se comprobó por clínica y por imagen (el paciente ya tenía una tomografía computada de cráneo, como parte de los requisitos para ser atendido en la unidad de rehabilitación). La forma habitual de evaluar el hemicuerpo es por medio de escalas funcionales.

El paciente fue ingresado a consultorio donde fue recibido por el evaluador 2 (cegado), quien se presentó y estableció rapport con el sujeto, al tiempo que le recordó que esa valoración tenía relación con la investigación en la que participaban e insistió en que no se le diera información y que sólo realizara las acciones que le solicitó. La valoración inició con el paciente acomodado en la mesa de exploración o en la silla de ruedas, dependiendo del estado del sujeto, para iniciar la revisión clínica relacionada con la funcionalidad del hemicuerpo. Se inició la evaluación con la escala Fugl-Meyer y el índice motor, después se midió la calidad de la pinza fina. La valoración se realizó antes de iniciar terapia, a la mitad del número de sesiones (6 sesiones -3 semanas-) y al término del tratamiento (12 sesiones -6 semanas-).

**a. Tono, fuerza y movimiento de los músculos.** Se usaron las escalas de Ashworth y Brunnstrom (Anexo 2).

La escala de Ashworth modificada permite una valoración que, aunque subjetiva, se acepta que permite dar un enfoque cuantitativo, con la intención de calificar la espasticidad muscular. Evalúa la resistencia al movimiento pasivo, es de fácil aplicación, sirve para cualquier articulación y posee una alta tasa de fiabilidad inter-observador; gradúa el tono muscular en relación al arco de movimiento de una articulación. La escala de Ashworth modificada para la medición del tono muscular de extremidades se describe a continuación<sup>64</sup>:

### Grado

- 0 Ningún aumento en el tono muscular
- 1- Ligero aumento del tono manifestado por una resistencia mínima al final de la amplitud del movimiento durante un movimiento de flexión o extensión
- 1+ Ligero aumento del tono manifestado por una resistencia en menos de la mitad del arco del movimiento
- 2 Incremento del tono en más de la mitad el arco de movimiento, pero la articulación se mueve con facilidad
- 3 Considerable aumento del tono muscular con dificultad importante para el movimiento articular pasivo
- 4 Rigidez en flexión o extensión

La escala de Brunnstrom es un método de facilitación que usa determinados patrones sinérgicos del paciente hemipléjico para crear movimientos. De ese modo busca la consecución inmediata de movimientos primitivos voluntarios más coordinados y normales, potenciando las capacidades motrices finas. La calificación de la escala se cualifica de la siguiente forma<sup>65</sup>:

### Etapas

- 1 Flacidez. No hay movimientos en las extremidades.
- 2 Comienzo de la recuperación. Inicio de sinergias básicas, o algunos de sus componentes, pueden aparecer como reacciones asociadas o pueden estar presentes respuestas mínimas de movimiento voluntario. Comienza la espasticidad.
- 3 Control voluntario de las sinergias básicas, aunque no necesariamente se desarrolla la gama completa de todos los componentes de la sinergia. La espasticidad es grave.
- 4 Inicio de combinaciones de movimientos, que no siguen las sinergias. La espasticidad comienza a descender.
- 5 Combinaciones más complejas, con descenso de la influencia sinérgica sobre las extremidades y los actos motores. La espasticidad sigue descendiendo.
- 6 La espasticidad desaparece. Se pueden realizar movimientos aislados (muy analíticos). La coordinación es muy parecida a la normal.
- 7 No hay diferencia con el lado contrario.

## **b. Evaluación clínica de la funcionalidad del miembro torácico y miembro pélvico**

La función motora se define como “la capacidad de aprender o demostrar la habilidad de iniciación, mantenimiento, modificación, y control de posturas voluntarias y patrones de movimiento”, en el caso del miembro superior es la capacidad de una persona para utilizar el hombro, brazo, antebrazo y mano, mediante los cuales se realicen acciones voluntarias necesarias para la supervivencia, utilizando el sistema nervioso y musculoesquelético, en respuesta a la exigencia del medio ambiente<sup>66</sup>. Para el miembro inferior son las características de la articulación de cadera, muslo, rodilla, pierna, tobillo y pie para realizar actividades que permitan la bipedestación y el desplazamiento útiles<sup>67</sup>. En el presente trabajo se utilizaron instrumentos para valoración clínica y que expresan resultados cuantificables, son escalas internacionalmente aceptadas y validadas en español, de amplio uso en la investigación. Clasifican la discapacidad con base en el desempeño del paciente y su dependencia/ independencia de acuerdo a la severidad de las secuelas o limitaciones. Las escalas fueron:

**Escala Fugl-Meyer.** Es específica del EVC, diseñada con el objetivo de medir el déficit motor, el equilibrio, la sensibilidad y el estado/dolor de las articulaciones de pacientes que presentan una hemiplejía/hemiparesia como consecuencia del evento y se refleja como una discapacidad.

*Procedimiento para aplicar la EscF-M.* Se requiere una silla o una mesa/camilla, o en la propia silla de ruedas del paciente, martillo de reflejos, algodón/pincel para valorar sensibilidad, lápiz o bolígrafo, cartón o papel, lata de refresco, pelota de tenis, cronómetro y venda para los ojos. Se debe evaluar en un área tranquila con el paciente en máximo nivel de alerta. El test suele durar 45 minutos, dependiendo del examinador y de la colaboración y deficiencias del paciente. Es importantes: 1. Dar instrucciones claras y concisas, se permite mímica y apoyo verbal; 2. Realizar el movimiento con la extremidad no afectada primero; 3. Repetir cada movimiento 3 veces en el lado afecto y anotar la mejor puntuación. En caso de que la máxima puntuación se obtenga en el primer o segundo intento no es necesario repetirlo 3 veces; 4. No ayudar al paciente.

### Descripción general de la escala Fugl-Meyer\*.

Dimensión	Dominio	Número de ítems	Puntuación mínima-máxima	Puntuación total
Función Motora y equilibrio	Función motora en el miembro superior	33	0 – 66	114
	Función motora en el miembro inferior	17	0 – 34	
	Equilibrio	7	0 – 14	
Sensibilidad	Sensibilidad estésica	4	0 – 8	24
	Sensibilidad propioceptiva	8	0 – 16	
Rango de movilidad pasiva y dolor articular	Rango de movilidad articular pasiva	22	0 – 44	88
	Dolor a la movilidad pasiva articular	22	0 – 44	
Total		113		226

\* La escala completa, desplegada por dominio, ítem, calificaciones parciales y total, se muestran en el anexo 3, como hoja de trabajo para cada paciente.

Para valorar la discapacidad mediante los resultados de la EscF-M se consideran sólo los 100 puntos del miembro superior (Calif-MS -máximo 66 puntos-) e inferior (Calif-MI - 34 puntos-). La equivalencia original en puntos para establecer el nivel de discapacidad (calificación del MS+MI –CalifMS+MI) fue propuesta en 1980 (Fugl-Meyer, 1980), donde: <50 = Severa, 50-84 = Marcada, 85-94 = Moderada y 95-99 = Leve. Posteriormente, fue modificada por otros autores (Duncan, et al.; 1994), misma que fue utilizada en este trabajo, con la siguiente equivalencia: 0-35= Muy severa; 36-55= Severa; 56-79= Moderada; y >79 = Leve <sup>68</sup>.

**Escala del índice motor.** Es un método de puntuación de fuerza muscular del lado hemipléjico mediante la valoración de la acción de seis músculos claves, en posición de sedestación o acostado. Se examina: abducción de hombro y flexión de codo, prensión (mano) (CalifMS-IndMot), flexión de cadera, extensión de rodilla y dorsiflexión de tobillo (CalifMI-IndMot). La puntuación máxima en el miembro superior es de 100 más 100 en el inferior (Calificación motora total del IndMot –CalifMT-IndMot-).

La puntuación de cada una de las dimensiones se calcula sumando la puntuación parcial de cada ítem y, finalmente, la suma de cada dimensión proporciona el registro total de la valoración. La suma total se divide entre 2, para obtener una calificación con base en 100 puntos que permite medir la dependencia/independencia del paciente de acuerdo a rangos de equivalencia preestablecidos. A continuación se muestran las calificaciones que se otorgan de acuerdo a la respuesta presentada por el paciente durante la evaluación. Las escalas se muestran desplegadas para su aplicación en el anexo 3.

### Descripción general del Índice Motor

Calificación	Acción/ Movimiento
<b>Paciente sentado</b>	
<b>0:</b> no movimiento	1. Abducción de hombro
<b>9:</b> contracción palpable	
<b>14:</b> realiza movimiento pero no completa rango vs gravedad	2. Flexión de codo
<b>19:</b> rango de movimiento completo vs gravedad pero no vs resistencia	
<b>25:</b> movimiento vs resistencia pero es menor a contralateral	Movimiento voluntario de 90°
<b>33:</b> fuerza normal	
<b>0:</b> no movimiento	3. Prensión
<b>11:</b> inicia la prensión	
<b>19:</b> toma el cubo pero no es capaz de sostenerlo vs gravedad	Mano: cubo de 2.5 cm entre pulgar y demás dedos
<b>22:</b> toma el cubo y es capaz de sostenerlo vs gravedad pero no vs resistencia	
<b>26:</b> toma el cubo vence gravedad y resistencia pero es menor a la contralateral	
<b>33:</b> pinza normal	
<b>0:</b> no movimiento	4. Flexión de cadera
<b>9:</b> contracción palpable	
<b>14:</b> realiza movimiento pero no completa rango vs gravedad	5. Extensión de rodilla
<b>19:</b> rango de movimiento completo vs gravedad pero no vs resistencia	
<b>25:</b> movimiento vs resistencia pero es menor a contralateral	6. Dorsiflexión de tobillo
<b>33:</b> fuerza normal	
Índice de miembro superior: $1+2+3+(1)/100$	
Índice de miembro inferior: $4+5+6+(1)/100$	
Índice motor total: (Índice motor de MS + Índice motor de MI /2)	

La calificación global del índice motor se obtiene sumando la puntuación obtenida en el miembro superior con la inferior y dividiendo entre dos (Anexo 3). Una mayor calificación obtenida indica una menor dependencia, con la siguiente equivalencia:

Calificación	Equivalencia
100 a 90 puntos	Pacientes independientes con rehabilitación para adecuación laboral y de las AVD.
89 a 80 puntos.	Pacientes independientes con limitaciones, que necesita de tratamiento rehabilitador integral.
79 a 70 puntos.	Paciente semidependiente que necesita de ayuda externa y ortésicas.
69 a 60 puntos.	Pacientes con limitación dependiente de ayuda.
Menor de 60	Paciente dependiente necesita rehabilitación prolongada.

**Test de pinza fina para la función manual.** La pinza fina es la capacidad de una persona para realizar, a través del segmento efector distal de la extremidad torácica y de la prensión, múltiples movimientos así como las acciones voluntarias necesarias para la supervivencia y la relación con el medio ambiente <sup>69</sup>. En este trabajo, la evaluación de la función manual fue medida con el test de pinza fina. La prueba evalúa la capacidad de prensión entre el pulgar y el índice lograda por el paciente para tomar cubos de diferentes tamaños y la calificación se otorga como sigue:

#### **Tamaño del cubo**

1.4 cm<sup>2</sup>          2.5 cm<sup>2</sup>          3.1 cm<sup>2</sup>

#### **Asignación de puntuación al tomar cada cubo**

- 0: incapacidad para tomar el cubo
- 1: Toma con toda la mano
- 2: Pinza radial o tridigital
- 3: Pinza pulgar índice

En rango de calificación puede ser 0 (incapacidad total) hasta 9 (logra pinza final normal con los 3 cubos). Una mayor puntuación corresponde a una mejor calidad de la pinza fina, los cambios de las calificaciones en las diferentes mediciones se relacionan con la evolución de la funcionalidad de la mano, sobre todo con relación a la realización de actividades para la vida diaria.



### c. Evaluación de la afasia

La afasia se define como la pérdida o deterioro de la expresión y/o comprensión del lenguaje oral, con o sin trastornos de la lectura y escritura, con conservación de la inteligencia e integridad de los órganos de la fonación; en su mayoría se le relaciona con el EVC y se presenta súbitamente. Afecta la actividad codificadora-decodificadora, pero solo se puede usar el término cuando el individuo posea un dominio completo y normal de su idioma<sup>61</sup>. En el presente trabajo, la evaluación del lenguaje se realizó con la escala de Intensidad de Afasia de Boston, que es una forma validada para un examen sencillo. El paciente fue citado al servicio de psicología, en el cual la neuropsicóloga realizó una sesión con base en una charla estructurada, con preguntas o comentarios no relacionadas con el tratamiento (situaciones familiares o laborales, recuerdos, etc.), mediante las cuales interpretó el nivel de lenguaje, tomando en cuenta la descripción redactada en la EIAB<sup>62</sup> (la calificación se registró en el anexo 4).

#### Escala de Intensidad de Afasia de Boston

##### **Puntuación Características del lenguaje**

- |   |  |
|---|--|
| 0 | Ausencia del habla o comprensión auditiva  |
| 1 | La comunicación se efectúa totalmente a partir de expresiones incompletas. Necesita de inferencia, preguntas y adivinación por parte del oyente. El caudal de información puede ser intercambiado, es limitado y el peso de la conversación recae sobre el oyente. |
| 2 | El paciente puede, con la ayuda del examinador, mantener una conversación sobre temas familiares. Hay fracaso frecuente al intentar expresar una idea, pero el paciente comparte el peso de la conversación con el examinador                                      |
| 3 | El paciente puede referirse prácticamente a todos los problemas de la vida diaria, con muy pequeña ayuda o sin ella. Sin embargo, la reducción del habla y/o la comprensión hacen sumamente difícil o imposible la conversación sobre cierto tipo de temas.        |
| 4 | Hay alguna pérdida obvia de fluidez del habla o de facilidad de comprensión sin limitación significativa de las ideas emitidas a su forma de expresión.  |
| 5 | Mínimos deterioros observables en el habla. El paciente puede presentar dificultades subjetivas no evidentes para el oyente  |

#### **d. Evaluación de la satisfacción del paciente al realizar la terapia de rehabilitación**

La satisfacción es el sentimiento de bienestar o placer que se tiene cuando se ha colmado un deseo o cubierto una necesidad<sup>70</sup>. En relación a la terapia se vincula dicho sentimiento al desarrollo de las diferentes actividades terapéuticas y sus resultados. Para esta investigación se utilizó el IMI que es “un dispositivo de medición multidimensional destinado a evaluar la experiencia subjetiva de los participantes relacionada con una actividad objetivo en experimentos”; consta de varios elementos en las subescalas, los cuales han mostrado ser analíticamente coherentes y estables en una variedad de tareas, condiciones y entornos. Los criterios generales para la inclusión de ítems en las subescalas han tenido una carga factorial de al menos 0,6 en la subescala apropiada. Las investigaciones en que se usan mostraron que el orden de los ítems son insignificantes, y la inclusión o exclusión de subescalas específicas parece no tener impacto en las demás. Por lo tanto, se utiliza como equivalente de satisfacción, gusto por realizar la actividad y potencial apego a tratamiento<sup>63</sup>.

La caracterización de la percepción de satisfacción del paciente fue evaluada por la misma neuropsicóloga mediante el IMI, que se ha usado en varios experimentos relacionados con la motivación intrínseca y la autorregulación. El instrumento evaluó el interés/disfrute de los participantes, la competencia percibida, el esfuerzo, el valor/utilidad, la presión y tensión sentidas y la elección percibida mientras realizan una actividad determinada (anexo 5). El paciente calificó los elementos de cada subescala, luego se promediaron las puntuaciones<sup>63</sup>:

Se utilizó la versión de Evaluación de Tareas, las subescalas que incluyó fueron:

- Interés y satisfacción con el tratamiento (7 ítems)
- Percepción de competencia, del paciente ante el tratamiento (5 ítems)
- Esfuerzo e importancia del tratamiento (5 ítems)
- Presión o tensión, provocada por el tratamiento (5 ítems)

El cuestionario se califica considerando el tipo de reactivo, de la siguiente forma:

1	2	3	4	5	6	7
No todo es cierto			Parcialmente cierto			Muy cierto

Excepto en las expresiones marcadas con (R), lo cual indica que se deben puntuar al revés, de tal forma que se mantiene la condición de que a mayor puntuación mejor es el nivel de satisfacción.

1	2	3	4	5	6	7
Muy cierto			Parcialmente cierto			No todo es cierto

La suma y promediación de las puntuaciones otorgadas por el paciente indica que mayores calificaciones corresponden a mejores estados en el sujeto, es decir, a mayor puntuación, mayor satisfacción, y son comparables entre grupos de participantes o el mismo sujeto en diferentes ocasiones<sup>63</sup>.

### 3. Programas de terapia.

a. Programa de rehabilitación apoyado en realidad virtual. La RV es un concepto basado en la biorretroalimentación apoyada en sistemas computacionales que permite la inmersión del paciente en un entorno “real” donde recibe información sensorial de tipo sonora, visual y táctil, lo cual produce un ambiente multimodal, mediante el cual se revela al individuo algunos de los eventos fisiológicos normales o anormales, en forma de señales auditivas o visuales, con acompañamiento sonoro o musical, enseñándole a manipular los eventos involuntarios a través de señales desplegadas. Las actividades se realizaron con apoyo del equipo, para motivar los movimientos de las extremidades paréticas aunado a un objetivo específico<sup>40, 48-50</sup>. Para esta investigación se empleó un par de equipos de realidad virtual, comercial, marca XBox-360® con sensor Kinect® y XBox-One®, y se utilizaron los software “tenis”® y “esquí”® en Kinect sports® para hombro, brazo y mano, el “tapa las grietas”® en Kinect Adventures!® para miembro torácico y pélvico así como “Star Wars”® para MS y mano (agarre) y “Star Wars-Squadrons”® para pinza fina manual (Figura 1 y 2). Se agregó el uso de dispositivos manuales para el apoyo del agarre y la pinza fina (una palanca y una manija) (Figura 3).



Figura 1. Equipos XBox 360®, XBox One® y sensor Kinect®, palancas para apoyo de mano y pinza fina, con los software utilizado durante la terapia con apoyo de Realidad Virtual.

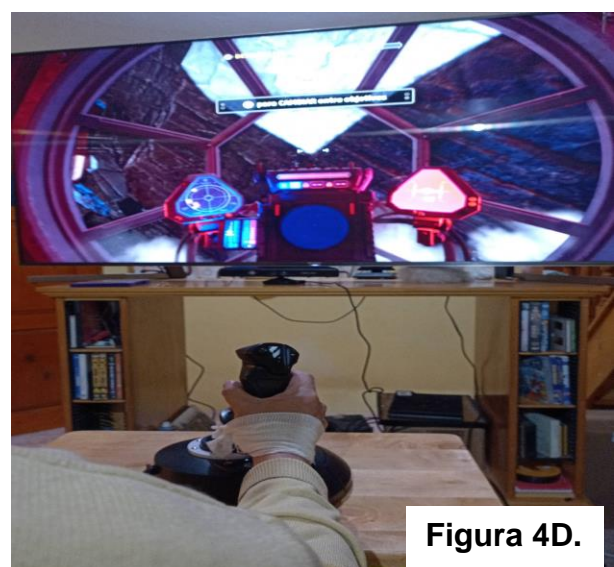
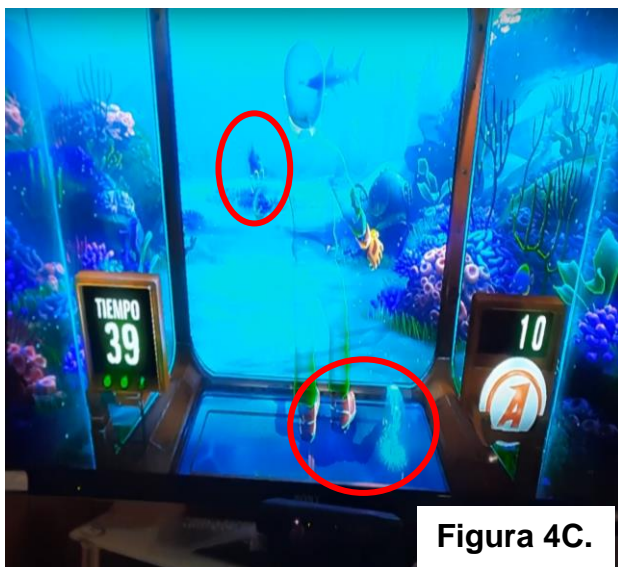
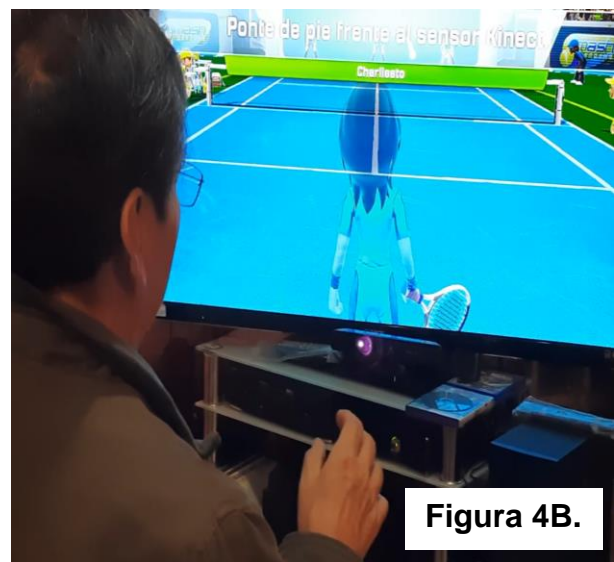
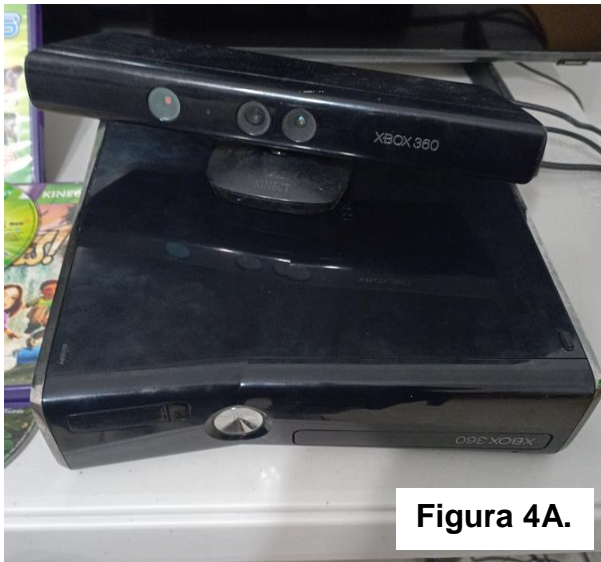


Figura 2. Software de apoyo para actividades de Realidad Virtual, en Kinect Sports®: “tenis”® y “esquí”®; en Kinect Adventures!® el “tapa las grietas”®; y “Star Wars”® y “Star Wars-Squadrons”® para pinza fina de la mano.



Figura 3. Equipo Xbox, aditamentos y software para apoyo de miembro superior, mano y pinza fina con Realidad Virtual.

El equipo se “conectó” mediante el sensor a puntos de referencia del cuerpo del individuo (Figura 4 A), sentado o de pie frente al dispositivo, con los cuales proyectó sus movimientos mediante las imágenes de un “avatar” en una pantalla de televisión normal (Figura 4 B, C y D): “tenis”® (4B) y “esquí”®, “tapa las grietas”® (4C) y “Star Wars”® y “Star Wars-Squadrons”® (4D).



Figuras 4. Equipo Xbox y sensor Kinect de apoyo para “conectar” (4A) al paciente con el “avatar” del software seleccionado para actividades con Realidad Virtual: tenis® (4B), Tapa grietas® (4C) y Star Wars-Squadrons (4D).

El paciente realizó las actividades señaladas en los software frente a la pantalla, donde un “avatar” lo representó, de tal forma que al moverse apreció movimientos semejantes frente a él, con lo que al observarse tuvo la posibilidad de “notar los cambios” o “forzarse a corregirse” conforme avanzó en el adiestramiento.

### Estimulación de miembro superior y mano.

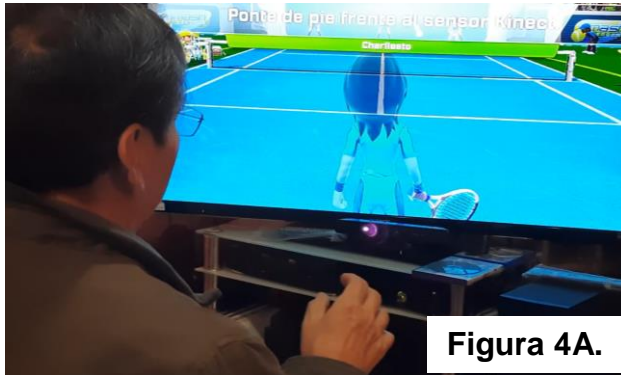


Figura 4A.



Figura 4B.

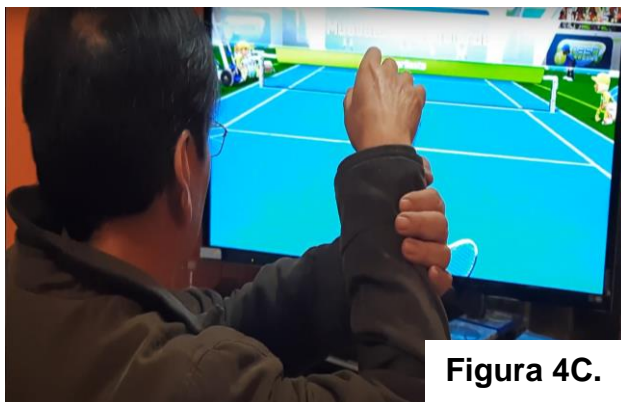


Figura 4C.

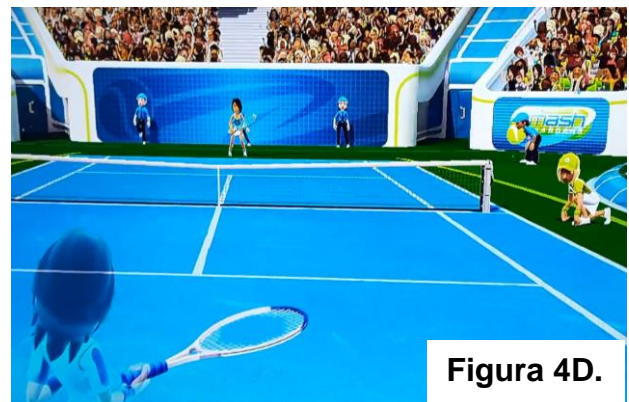


Figura 4D.



Figura 4E.



Figura 4F.

Figuras 4 A, B, C, D, E y F. **RV: Tenis®**. El paciente se colocó correctamente frente al sensor para “mover” el avatar (A); con frecuencia los pacientes se ayudan del miembro sano para realizar la acción del juego (B y C); el paciente levanta el brazo, pero la mano no “levanta la raqueta (C y D); cuando mejora el control, se mueve la raqueta (E y F).

## Estimulación de miembro superior y miembro inferior



Figura 5A.



Figura 5B.

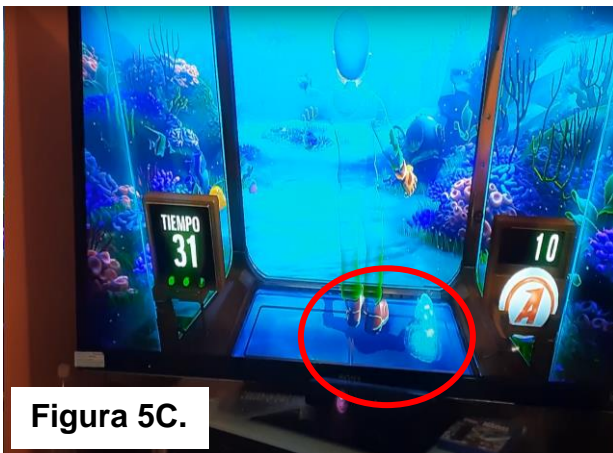


Figura 5C.



Figura 5D.



Figura 5E.



Figura 5F.

Figuras 5 A, B, C, D. RV: Tapa-grietas®. El paciente frente al sensor “mueve” el avatar y donde aparece una grieta, “sale” un chorro de agua que se debe “tapar” con la mano (4A y B) o con el pie, inicialmente con desplazamiento sin lograrlo (4C y D), después de varias sesiones logra levantar el pie y “tapar el agua que sale por la grieta (4 E y F).



## Mano y pinza fina.



Figura 6A.



Figura 6B.



Figura 6C.



Figura 6D.



Figura 6E.



Figura 6F.

Figuras 6 A, B, C, D. **RV: Star Wars: Squadrons®**. El paciente frente al sensor mueve la palanca y debe hacer presión con el dedo índice sobre el gatillo para lograr el objetivo de “disparar” contra “las naves enemigas”, con frecuencia el paciente se ayuda del lado sano para sostener y mover la palanca (4A y B); se sujetó con venda la mano afectada a la palanca para facilitar las actividades de RV, después de varias sesiones el paciente logra movimientos laterales y adelante-atrás (4 C, D, E y F).

El entrenamiento dirigido de esta forma se realizó por 1 hora, 2 veces por semana, durante 6 semanas (12 sesiones), siempre por el mismo terapeuta, con el mismo equipo y los mismos software, en los horarios y días preestablecidos y que fueron días diferentes a los de los sujetos que recibirán las otras terapias. Los pacientes utilizaron equipos y software idénticos o similares para el reforzamiento de la “terapia” en domicilio, el cual se indicó diariamente, por lo menos durante una hora. Además de la hora obligatoria de repetición en casa, cada paciente decidió cuanto tiempo quería continuar las actividades; se solicitó al familiar llevar un diario de registro de actividades, para medir el tiempo total de “reforzamiento”.

b. Programa de rehabilitación apoyado en la TMIRm. La TMIRm es una técnica de rehabilitación desarrollada por Edward Taub y cols., en la cual la recuperación de una extremidad afectada por alguna lesión cerebral, principalmente un EVC, puede ser inducida mediante la inmovilización del brazo intacto y el entrenamiento de la extremidad lesionada<sup>51-53</sup>. Los materiales para el manejo del MS afectado pueden ser aquellos de los que disponga el paciente en su casa (Figura 7A). Se colocó un cabestrillo y un sujetador horizontal (o vendas cuando fue necesario) en el miembro torácico “sano” pegado al tórax del paciente (Figura 7B). Se realizaron las actividades señaladas en el anexo 6 (programa estandarizado), durante 1 hora, 2 sesiones por semana por 6 semanas (12 sesiones). La terapia fue dirigida por el mismo terapeuta en los horarios y días preestablecidos y que fueron diferentes a los de los sujetos que recibieron los otros tratamientos. Se solicitó el registro del reforzamiento en casa.



**Figura 7A.**



**Figura 7B.**

Figura 7. Algunos materiales de uso común en cualquier casa para realizar terapia ocupacional (7A) sobre todo miembro superior, incluyendo mano (7B).

**Actividades para estimulación de miembro superior, mano (agarre) y pinza fina.**



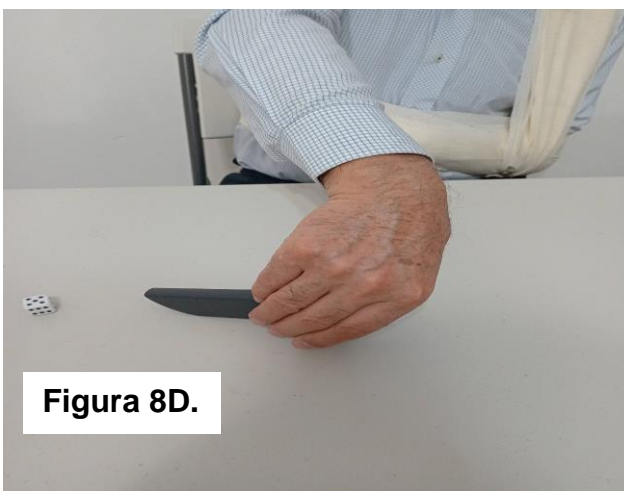
**Figura 8A.**



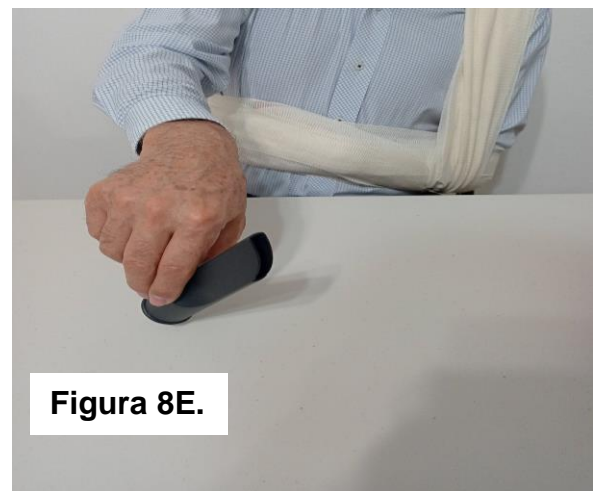
**Figura 8B.**



**Figura 8C.**



**Figura 8D.**



**Figura 8E.**

Figura 8. Algunas actividades de terapia ocupacional realizadas con el brazo sano inmovilizado, acorde a la técnica de movimiento inducido por restricción modificada. El paciente debe tomar un vaso colocado boca arriba y colocarlo boca abajo (8A, B y C). El paciente toma un objeto pequeño para realizar pinza fina e inicia con pinza pentadigital y logra pinza bidigital (8 D y E).

c. Terapia física y ocupacional habitual. La fisioterapia es una disciplina que ofrece alternativas de tratamiento no farmacológicas, para mejorar síntomas de enfermedades a través del ejercicio terapéutico, calor-frío, luz, agua, técnicas manuales (masoterapia); y la ocupacional es el conjunto de técnicas, métodos y actividades aplicadas con fines terapéuticos, que previenen la enfermedad y mantiene la salud o favorecen la restauración de la función, suple deficiencias incapacitantes y valora los supuestos del comportamiento y su significado para conseguir la mayor independencia y reinserción del individuo en los aspectos laboral, mental, físico y social<sup>71</sup>. Para este trabajo, se aplicó un programa “habitual”, con una serie de actividades estandarizadas e individualizadas de acuerdo al estado del sujeto (anexo 6). Los materiales pudieron variar dependiendo de las posibilidades de los pacientes en casa (Figura 7A).

- **Manejo motor:** tareas para promover movilidad de hombro, codo (Figura 9), pinza pentadigital, pinza fina, transferencias, movimientos volitivos, coordinación visomotriz (Figuras 10), movilidad de cadera, rodilla, tobillo y marcha (Figuras 11).
- **Entrenamiento sensorial:** sensibilidad profunda, estereognosia, discriminación sensorial, grafiestesias, topognosias y propiocepción.



**Figura 9A.**



**Figura 9B.**



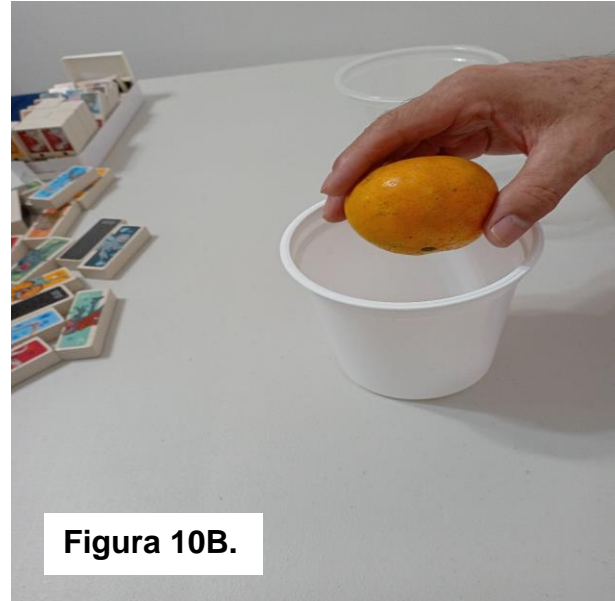
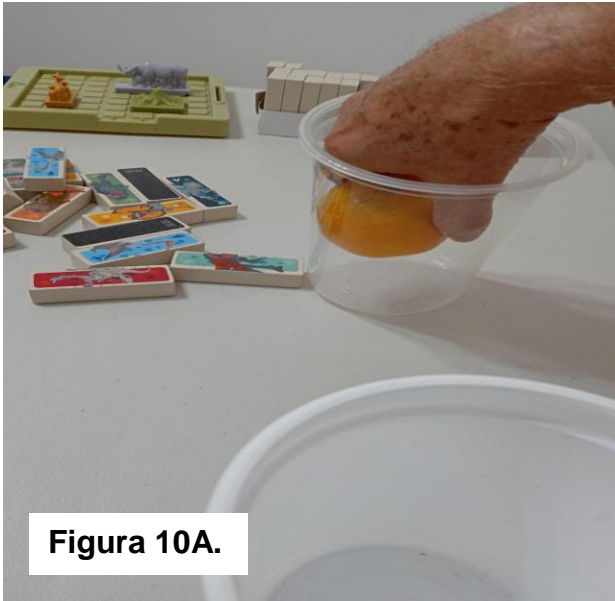
**Figura 9C.**



**Figura 9D.**

Figuras 9 A, B, C y D. El paciente se sienta frente al terapeuta, quien le ayuda a entrenar el miembro superior afectado, estimula el “agarre” con un dedo, y desplaza codo y hombro de lado a lado (A y B), así como al frente y atrás (C y D).

Estimulación de pinza pentadigital, pinza fina, transferencias, movimientos volitivos y coordinación visomotriz.



Figuras 10 A, B, C y D. Se indica al paciente tomar un objeto dentro de un bote (pinza pentadigital o agarre) (10A); el sujeto transfiere el objeto a otro bote (10B); los pacientes pueden presentar dificultad para soltar el objeto (10C) o presentar temblor y derribar el bote (10D).

## Estimulación de pinza fina.



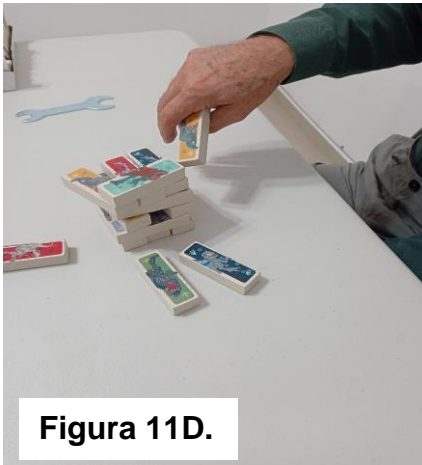
**Figura 11A.**



**Figura 11B.**



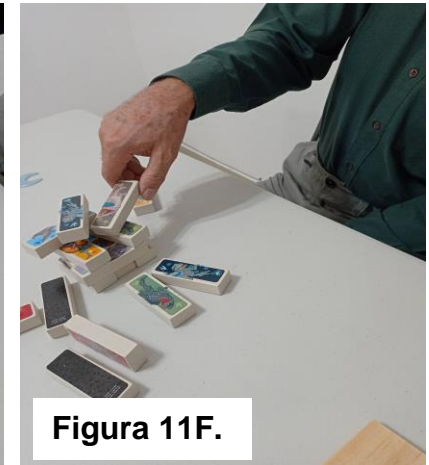
**Figura 11C.**



**Figura 11D.**



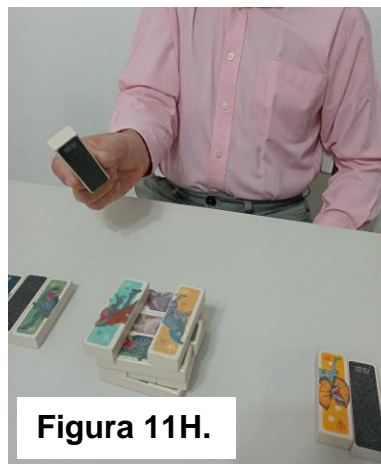
**Figura 11E.**



**Figura 11F.**



**Figura 11G.**



**Figura 11H.**



**Figura 11I.**

Figuras 11. Primeras sesiones: el paciente intenta realizar pinza fina, pero solo logra pentadigital y derriba los bloques (11A, B y C). Sesiones intermedias: mejor pinza pentadigital y pasa a bidigital, todavía con torpeza o temblor y derriba algunos bloques (11D, E, F). Sesiones finales: logra pinza fina sin derribar los bloques y toma objetos muy pequeños (11G, H, I).

### Estimulación para reeducación del pie.



**Figura 12A.**



**Figura 12B.**

### Estimulación para reeducación de la marcha.



**Figura 12C.**



**Figura 12D.**

Figuras 12. Reeducación de pie: se enseña al paciente la movilidad y control de tobillo y pie con apoyo de una pelota (12A); se demuestra y solicita que realice estiramiento de cadera, rodilla y pie, sin soltar la pelota con el pie (12B). Reeducación de la marcha: cuando aparece bipedestación y fuerza en MS, se apoya con andadera al paciente (12C) y se le estimulan las fases de la marcha, indicando movimientos de miembro inferior (12D).

Los terapeutas proporcionaron manejo a los mismos pacientes, en el mismo lugar, con materiales comunes, sesiones de 1 hora, 2 veces por semana, por 6 semanas. Se aceptaron variaciones en el programa, según el estado y capacidades del paciente.

4. Concentración y análisis de la información. Los resultados de las distintas valoraciones se anotaron en la hoja de captación de la información (anexo 1 y 3); después, fueron capturadas en una hoja de cálculo de excel por un tercer médico que desconocía a los pacientes y los tratamientos, que solo se identificaron como GI, GII y GIII. Al terminar, se exportaron al programa SPSS V-22 para su análisis final.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó estadística descriptiva para las variables cualitativas con tablas y porcentajes; para las cuantitativas se usó promedio y desviación estándar ( $X \pm D.E.$ ). Por tratarse de mediciones con escalas clínicas (ordinales), se utilizó estadística no paramétrica para el análisis inferencial, mediante la prueba de Friedman para la comparación intragrupo (posthoc Wilcoxon) y para la comparación entre grupos se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (post hoc Mann-Whitney). Se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman para establecer la relación entre la evolución motora y de la afasia, así como de otros dominios de la EscF-M y con los niveles de satisfacción en los grupos. Se consideró un valor p de 0.05 como significativo.

Para establecer la magnitud de la relación mediante el coeficiente de Spearman, se utilizó la equivalencia propuesta por Montes-Díaz y cols (2021)<sup>72</sup>, donde:

<b>Rango</b>	<b>Correlación</b>
0	No existe
0.01 - 0.10	Débil
0.11 - 0.50	Media
0.51 - 0.75	Considerable (fuerte)
0.75 - 0.90	Muy fuerte
0.91 – 1	Perfecta



## ASPECTOS ÉTICOS

---

---

La presente investigación respetó las normas institucionales, nacionales e internacionales que rigen la investigación en seres humanos en nuestro país. Incluyendo la Ley General de Salud, Título Quinto Investigación para la Salud, capítulo único<sup>73</sup>; el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud<sup>74</sup> y la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos<sup>75</sup>, así como la Declaración de Helsinki última revisión, en Fortaleza, Brasil (2013)<sup>76</sup>.

De acuerdo a lo especificado en el reglamento de la Ley General de Salud<sup>74</sup>, título segundo de los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos capítulo I, el presente trabajo se consideró como investigación con riesgo mayor al mínimo, ya que las técnicas a contrastar, aunque son consideradas como ejercicio terapéutico moderado, se basan en actividades incluidas en la terapia física y ocupacional clásicas -habitual en pacientes con evento vascular cerebral en la unidad de rehabilitación-, pero fueron apoyadas y realizadas con dispositivos no habituales o computarizados y es posible que se hayan presentado modificaciones en la arquitectura cerebral, evidentes por los cambios clínicos, ya que no se realizaron estudios de imagen.

**Artículo 17. III. Investigación con riesgo mayor al mínimo:** son aquéllas en que las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, entre las que se consideran: estudios radiológicos y con microondas, ensayos con los medicamentos y modalidades que se definen en el artículo 65 de este Reglamento, ensayos con nuevos dispositivos, estudios que incluyan procedimientos quirúrgicos, extracción de sangre 2% del volumen circulante en neonatos, amniocentesis y otras técnicas invasoras o procedimientos mayores, los que empleen métodos aleatorios de asignación a esquemas terapéuticos y los que tengan control con placebos, entre otros.

Se solicitó la firma de la carta de consentimiento informado (Anexo 1), por el paciente, familiar o responsable. Se proporcionó una explicación detallada sobre la participación,

en caso de aceptar, y se les aseguró el anonimato en todo momento. Así mismo, se garantizó que en caso de no aceptar o suspender la participación, ello no afectaría el manejo que recibe por parte del instituto. En este caso, el paciente fue derivado a la consulta regular con un médico tratante asignado por la unidad médica, para continuar su control y manejo de forma habitual.

Es importante aclarar que cuando un paciente presentó afasia, como parte del procedimiento habitual se solicitó cita para su valoración y tratamiento en Comunicación Humana (denominación del servicio que proporciona terapia de lenguaje en el IMSS), sin embargo, no había citas médicas o se encontraban a 3-4 meses o más, debido a la pandemia; este problema en la atención se mantuvo aún cuando la contingencia por COVID-19 disminuyó. Derivado de la posibilidad de documentar la recuperación de la afasia con relación a la estimulación neuromotriz, se agregó a la carta de consentimiento informado la aceptación, o no, del uso de la información obtenida hasta ese momento. Los pacientes firmaron la nueva carta y esta se mantuvo para los que se reclutaron después.

El presente trabajo de investigación fue sometido a la consideración del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud número 3702, perteneciente al Hospital General de Zona Núm. 32 “Dr. Mario Madrazo”, de la Delegación Distrito Federal Sur del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), donde se verificó que cumplía con los requisitos necesarios para ser realizado y fue autorizado con el número de registro **R-2016-3702-44**. (Apéndice 3) También fue registrada en el **ClinicalTrials.gov PRS** (Protocol Registration and Results System) con el número de identificación **NCT05875116**.

## RESULTADOS

### Características generales de la población.

La edad promedio de la cohorte final de 146 pacientes fue de  $63.28 \pm 3.69$  años, con un tiempo de evolución desde el inicio del EVC de  $2.47 \pm 0.32$  meses. Hubo 85 mujeres (58.2%) y 61 hombres (41.8%). Las comorbilidades detectadas fueron: hipertensión arterial (HTA), diabetes mellitus tipo II (DMII), HTA+DMII, antecedente de COVID19, antecedente de COVID19 más HTA, síndrome antifosfolípidos, cardiopatía e hiperlipidemia. (Tabla 1)

**Tabla 1.** Comparación de las características generales de la población y por grupo de manejo.

Característica		RV (n=49)	TMIRm (n=47)	TF/TOh (n=50)	Sig. (p)
Edad (años)	X±D.E.	64.18±3.1	62.6±3.78	63.04±4.02	0.13 (KW)
Sexo	Femenino	28	25	32	0.54 (X <sup>2</sup> )
	Masculino	21	22	18	
Tiempo de evolución (meses)	X±D.E.	2.42±0.31	2.48±0.37	2.52±0.25	0.40 (KW)
Comorbilidades	Sin comorbilidades	7	14	14	0.46 (X <sup>2</sup> )
	HTA	15	10	9	
	DM II	3	9	9	
	HTA + DM II	12	3	6	
	Cardiopatía	4	3	4	
	COVID19	2	2	2	
	COVID19+HTA	2	2	1	
	Hiperlipidemia	2	3	2	
	Sx Antifosfolíp	2	1	3	

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habituales; n= número de pacientes; X±D.E.= promedio y desviación estándar; p= significancia estadística; HTA= hipertensión arterial; DM II= diabetes mellitus tipo II; Sx antifosfolíp= síndrome antifosfolípidos; KW= prueba Kruskal-Wallis; X<sup>2</sup>= prueba Chi cuadrada.

Se pudo apreciar que no hubo diferencias significativas en la edad de los sujetos, el tiempo de evolución desde el inicio del EVC ( $p>0.05$ ; Kruskal-Wallis), la distribución por género y la presencia de comorbilidades ( $p>0.05$ ;  $X^2$ ).

Todos los pacientes del GI realizaron 1 hora diaria de reforzamiento en casa y 46 practicaron entre 1 a 4 horas extra al día. En el GII hubo 32 pacientes que realizaron 1 hora de reforzamiento indicado, pero solamente 2 realizaron 1 hora más. En el GIII hubo 37 que cumplían la hora de reforzamiento, pero solamente 6 realizaron 1 hora extra.

## **A. Evaluación de la hemiparesia/hemiplejía**

### **a. Valoración de la función motora de las extremidades con escala Fugl-Meyer e Índice Motor**

La comparación de las calificaciones intragrupo en la valoración inicial (V.I.), valoración intermedia (V.Int.) y valoración final (V.F.) por tipo de tratamiento obtenidas con la escala Fugl-Mayer (EscF-M) y el Índice Motor (IndMot) se muestran en las tablas 2 y 3, respectivamente. En ellas se puede observar que en los 3 grupos de manejo, considerando las puntuaciones promedio, hubo un incremento significativo constante en las habilidades motoras del hemicuerpo afectado durante la rehabilitación ( $p=0.0001$ ; Friedman; posthoc Wilcoxon) en todas las comparaciones por tratamiento: V.I.-V.Int., V.Int.-V.F y V.I.-V.F. para miembro superior e inferior, con ambas escalas. La mayor puntuación entre la V.I. y V.F. se ubicó en el GI=RV, tanto con la EscF-M (evaluación de la discapacidad) y el IndMot (nivel de dependencia), con las siguientes diferencias, usando la EscF-M: RV= 61.12 vs TMIRm=32.25 vs TF/TOh= 31.5 puntos, y con el ÍndMot: RV= 45.7 vs TMIRm= 24.38 vs TF/TOh= 30.3 puntos ( $p=0.0001$ ; posthoc Wilcoxon), ambas con base en 100 puntos. (Tabla 4)

**Tabla 2.** Comparación intra y entre-grupos de las puntuaciones obtenidas en la evaluación de la función motora del miembro superior e inferior en el hemicuerpo afectado con la escala Fugl-Meyer en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	Miembro superior (CalifMS-FM)				Miembro Inferior (CalifMI-FM)			
	RV	TMIRm	TF/TOh	Sig. (p)	Realidad Virtual	TMIRm	TF/TOh	Sig. (p)
Medición	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.	(KW)	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.	(KW)
Inicial	11.7 ± 5.8	13.1 ± 5.7	13.02 ± 8.3	0.34	9.3 ± 4.9	8.3 ± 4.5	9.2 ± 4.1	0.40
Intermedia	19.8 ± 9.2	19.1 ± 5.05	15.4 ± 6.9	0.02	17.8 ± 4.05	15.5 ± 6.1	16.08 ± 4.2	0.13
final	50.5 ± 7.8	24.6 ± 8.8	25.4 ± 8.1	0.001	31.6 ± 3.3	29.1 ± 3.9	28.2 ± 5.4	0.001
Sig. (Fri.)	0.001	0.001	0.001		0.001	0.001	0.001	

CalifMS-FM= Calificación de miembro superior con escala Fugl-Meyer; CalifMI-FM= Calificación de miembro inferior con escala Fugl-Meyer; RV= Realidad virtual; TMIR= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habituales; n= número de pacientes; X±D.E.= promedio y desviación estándar; Sig. (p)= significancia estadística; KW= prueba Kruskal-Wallis; Fri.= prueba Friedman.

**Tabla 3.** Comparación intra y entre-grupos de las puntuaciones obtenidas en la evaluación de la función motora del miembro superior e inferior en el hemicuerpo afectado con la escala Índice Motor en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	Miembro superior (CalifMS-IndMot)				Miembro Inferior (CalifMI-IndMot)			
	RV	TMIRm	TF/TOh	Sig. (p)	RV	TMIRm	TF/TOh	Sig. (p)
Medición	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.	(KW)	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.	(KW)
Inicial	44.3 ± 4.7	42.9 ± 8.4	45.06 ± 6.8	0.26	49.3 ± 4.1	50.6 ± 4.8	49.5 ± 3.3	0.24
Intermedia	70.2 ± 4.7	54.8 ± 6.5	60.5 ± 10.9	0.001	77.8 ± 7.1	59.1 ± 6.07	60.5 ± 6.07	0.001
final	91.6 ± 7.4	66.4 ± 9.7	77.1 ± 12.4	0.001	94.9 ± 7.6	75.6 ± 7.8	77.9 ± 6.01	0.001
Sig. (Fri.)	0.001	0.001	0.001		0.001	0.001	0.001	

CalifMS-IndMot= Calificación de miembro superior con escala Índice Motor; CalifMI-IndMot= Calificación de miembro inferior con escala Índice Motor; RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habituales; n= número de pacientes; X±D.E.= promedio y desviación estándar; Sig. (p)= significancia estadística; KW= prueba Kruskal-Wallis; Fri.= prueba Friedman.

Las calificaciones promedio entre-grupos fueron significativamente más altas en la V.Int. y la V.F., en el GI=RV, al evaluarlos con la EscF-M ( $p=0.001$ ; Kruskal-Wallis) (Tabla 4). La contrastación entre-grupos mostró que hubo diferencia entre RV vs TMIRm en la CalifMS+MI en la V.F. ( $p= 0.0001$ ) (Tabla 4) y en la calificación motora total (CalifMT) de la V.Int. y V.F. ( $p= 0.0001$ ) (Tabla 5); entre RV vs TF/TOh, en la V.Int. ( $p=0.021$ ) y la V.F. ( $p=0.001$ ) en la CalifMS+MI (Tabla 4) y en la CalifMT (Tabla 5) intermedia y final ( $p=0.0001$ ); y entre TMIR vs TF/TOh no hubo diferencia en la CalifMS+MI (Tabla 4) en la V.Int., ni la V.F. ( $p= 0.079$  y  $0.98$ , respectivamente), y tampoco en la CalifMT ( $p= 0.31$  y  $0.78$ , respectivamente) (posthoc Mann-Whitney) (Tabla 5).

**Tabla 4.** Comparación de las puntuaciones de la función motora del miembro superior más el inferior del hemicuerpo afectado, con base en 100 puntos, para la evaluación de la discapacidad y la dependencia (escalas Fugl-Meyer e Índice Motor, respectivamente) en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	Escala Fugl-Meyer (CalifMS+MI)				Escala Índice Motor (CalifMS+MI)			
	RV	TMIRm	TF/TOh	Sig. (p) (KW)	Realidad Virtual	TMIRm	TF/TOh	Sig. (p) (KW)
Medición	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.		X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.	
Inicial	21.08 ± 7.9	21.45 ± 5.5	22.2 ± 10.6	0.88	47.5 ± 3.6	46.7 ± 6.3	47.2 ± 4.9	0.77
Intermedia	37.6 ± 11.9	34.6 ± 9.3	31.5 ± 9.8	0.17	74.1 ± 5.1	56.9 ± 5.6	60.5 ± 8.0	0.001
final	82.2 ± 10.4	53.7 ± 10.2	53.7 ± 10.9	0.001	93.2 ± 6.6	71.08 ± 8.2	77.5 ± 7.6	0.001
Sig. (Fri.)	0.001	0.001	0.001		0.001	0.001	0.001	

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habituales; X±D.E.= promedio y desviación estándar; Sig. (p)= significancia estadística; KW= prueba Kruskal-Wallis; Fri.= prueba Friedman.

Mediante la evaluación con el Índice Motor (IndMot), también se encontró que las mayores puntuaciones correspondieron al grupo de RV, con diferencias significativas en todas las comparaciones ( $p=0.001$ ; Friedman) de la CalifMS, CalifMI (Tabla 3), de la CalifMS+MI (Tabla 4) y la CalifMT (Tabla 5), entre los 3 grupos. En la comparación por pares de grupos (posthoc Mann-whitney) se documentó diferencia en la V.Int. y V.F., de la CalifMT entre RV vs TMIRm ( $p= 0.001$ ) y entre RV vs TF/TOh ( $p=0.001$ ); entre TMIRm y TF/TOh, sólo hubo diferencia en la V.F. de la Calif MS+MI (Tabla 4), pero no en la CalifMT (Tabla 5).

**Tabla 5.** Comparación de las puntuaciones totales obtenidas en la evaluación de la función motora del hemicuerpo afectado con las escalas Fugl-Meyer\* e Índice Motor\*\* en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Calificación motora total del hemicuerpo afectado						
Grupo	Fugl-Meyer*			Índice Motor**		
	RV	TMIRm	TF/TOh	RV	TMIRm	TF/TOh
Medición	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.	X±D.E.
Inicial	61.5 ± 29.5	56.2 ± 13.7	59.5 ± 32.2	95.1 ± 7.2	93.5 ± 12.6	94.5 ± 9.8
Intermedia	122.5 ± 30.1	97 ± 18.9	97.4 ± 28.2	148.3 ± 10.1	113.9 ± 11.2	121.06 ± 16.07
final	196.2 ± 19.8	143.4 ± 18.1	145.8 ± 25.4	186.5 ± 13.2	142.1 ± 16.5	155.1 ± 15.3
Sig. (Fri.)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habituales; n= número de pacientes; X±D.E.= promedio y desviación estándar; Sig.(p)= significancia estadística; KW= prueba Kruskal-Wallis; Fri.= prueba Friedman.

\* Puntuación máxima 226 puntos

\*\* Puntuación máxima 200 puntos

Clínicamente, los pacientes de los 3 grupos iniciaron con discapacidad muy severa (EscF-M), que evolucionó a moderada en RV, mientras la TMIRm y TF/TOh quedaron con discapacidad severa (Tabla 6). La dependencia en los 3 grupos al inicio de los tratamientos mostró el peor nivel (IndMot) que mejoró a independiente en GI=RV, quedando como semi-dependientes en la TMIRm y TF/TOh (Tabla 7).

**Tabla 6.** Puntuación promedio de la calificación del miembro superior más miembro inferior de la escala Fugl-Meyer y el nivel de discapacidad correspondiente, en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo Medición	RV X±D.E.	Nivel de discapacidad	TMIRm X±D.E.	Nivel de discapacidad	TF/TOh X±D.E.	Nivel de discapacidad
Inicial	21.08 ± 7.9	Muy severa	21.45 ± 5.5	Muy severa	22.2 ± 10.6	Muy severa
Intermedia	37.6 ± 11.9	Severa	34.6 ± 9.3	Muy severa	31.5 ± 9.8	Muy severa
Final	82.2 ± 10.4	Moderada	53.7 ± 10.2	Severa	53.7 ± 10.9	Severa

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TO= Terapia física y terapia Ocupacional; X±D.E.= Promedio y Desviación Estándar.

**Tabla 7.** Puntuación promedio del Índice Motor y el nivel de dependencia correspondiente, en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento (calificación del miembro superior más miembro inferior dividido entre 2).

Grupo Medición	RV X±D.E.	Nivel de dependencia	TMIRm X±D.E.	Nivel de dependencia	TF/TOh X±D.E.	Nivel de dependencia
Inicial	47.5 ± 3.6	Dependiente	46.7 ± 6.3	Dependiente	47.2 ± 4.9	Dependiente
Intermedia	74.1 ± 5.09	Semi-dependiente	56.9 ± 5.6	Dependiente	60.5 ± 8.03	Limitado
final	93.2 ± 6.6	Independiente	71.08 ± 8.2	Semi-dependiente	77.5 ± 7.6	Semi-dependiente

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habituales; X±D.E.= promedio y desviación estándar.



**b. Valoración del equilibrio, sensibilidad, rango y dolor articular en el hemicuerpo parético con la escala Fugl-Meyer.**

Las diferencias intra-grupo en estas 4 subescalas fueron significativas en las comparaciones V.Int.-V.F. y V.I.-V.F., en los 3 grupos ( $p= 0.0001$ ; Friedman) (Tablas 8 y 9). Entre-grupos se encontró que en los mismos dominios se encontraron las mayores puntuaciones en RV, con significancia entre RV vs TMIRm y RV vs TF/TOh en la V.Int.-V.F. (Tabla 8 y 9). La comparación entre TMIRm y TF/TOh mostró diferencias en la V.Int. del equilibrio ( $p=0.008$ ), en V.Int. y V.F. de sensibilidad ( $p=0.038$  y  $p=0.015$ ) (Tabla 8), en el rango articular solo hubo diferencia significativa al inicio del estudio ( $p=0.014$ ), pero no en V.Int. ( $p=0.77$ ) y V.F. ( $p=0.56$ ), y el dolor articular fue significativo solo en V.Int. ( $p=0.032$ ) (Tabla 9).

**Tabla 8.** Comparación de las puntuaciones obtenidas en la evaluación del equilibrio y la sensibilidad en el hemicuerpo afectado con la escala Fugl-Mayer en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo Medición	Equilibrio				Sensibilidad			
	RV X $\pm$ D.E.	TMIRm X $\pm$ D.E.	TF/TOh X $\pm$ D.E.	Sig. (KW)	RV X $\pm$ D.E.	TMIRm X $\pm$ D.E.	TF/TOh X $\pm$ D.E.	Sig. (KW)
Inicial	3.5 $\pm$ 1.8	3.6 $\pm$ 3.1	2.7 $\pm$ 2.8	0.23	9.06 $\pm$ 4.5	10.04 $\pm$ 3.6	8.8 $\pm$ 4.2	0.49
Intermedia	10.8 $\pm$ 2.7	4.7 $\pm$ 4.2	6.7 $\pm$ 2.6	0.001	18.7 $\pm$ 3.7	15.1 $\pm$ 4.01	13.5 $\pm$ 3.5	0.001
final	12.7 $\pm$ 1.9	9.9 $\pm$ 2.5	10.8 $\pm$ 2.5	0.001	21.1 $\pm$ 2.7	16.2 $\pm$ 4.04	14.3 $\pm$ 3.6	0.001
Sig. (Fri.)	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001	

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de Movimiento Inducido por Restricción modificada; TF/TO= Terapia física y terapia Ocupacional; X $\pm$ D.E.= Promedio  $\pm$  Desviación Estándar; Sig.= significancia; KW= Kruskal-Wallis; Fri=Friedman.

**Tabla 9.** Comparación de las puntuaciones obtenidas en la evaluación del rango articular y el dolor articular en el hemicuerpo afectado con la escala Fugl-Mayer en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo Medición	Rango articular				Dolor articular			
	RV X±D.E.	TMIRm X±D.E.	TF/TOh X±D.E.	Sig. (KW)	RV X±D.E.	TMIRm X±D.E.	TF/TOh X±D.E.	Sig. (KW)
Inicial	14.2 ± 10.4	8.7 ± 7.02	12.9 ± 10.3	0.008	13.6 ± 10.4	11.9 ± 4.8	12.7 ± 10.2	0.68
Intermedia	25.8 ± 8.8	14.9 ± 7.2	16.6 ± 10.1	0.001	29.4 ± 9.6	25.8 ± 7.1	29 ± 7.05	0.068
final	39.1 ± 6.2	28.6 ± 6.9	29 ± 10.07	0.001	40.9 ± 2.7	38.1 ± 3.02	38.3 ± 2.9	0.001
Sig. (Fri.)	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001	

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TO= Terapia física y terapia Ocupacional; X±D.E.= Promedio ± Desviación Estándar; Sig.= significancia; KW= Kruskal-Wallis; Fr=Friedman.

### C. Valoración de la calidad de la pinza manual con el test de pinza fina

Las calificaciones intragrupo obtenidas mediante el T-PF muestran que en los 3 tipos de tratamiento hubo un incremento significativo constante en las puntuaciones totales (suma de los 3 tamaños de cubo) ( $p=0.0001$ ; Friedman) y todas las comparaciones mostraron cambios significativos ( $p=0.001$ ; Wilcoxon), excepto en V.I.-V.Int de TF/TO ( $p=0.066$ ). Entre-grupos hubo diferencia solo en la V.F. ( $p=0.039$ ; Kruskal-Wallis), ubicada en la V.F. entre RV vs TF/TO ( $p=0.013$ ; Mann-whitney). (Tabla 10)

**Tabla 10.** Comparación de las puntuaciones 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 Medición	RV X±D.E.	TMIRm X±D.E.	TF/TOh X±D.E.	Sig. (p) (KW)
Inicial	0.22 ± 0.4	0.38 ± 0.7	0.40 ± 0.7	0.83
Intermedia	2.8 ± 0.9	2.9 ± 1.3	2.1 ± 1.6	0.05
Final	5.2 ± 1.1	4.9 ± 1.6	4.7 ± 1.4	0.18
Sig. (Fri.)	0.001	0.001	0.001	

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habitual; X±D.E.= Promedio ± Desviación Estándar; Sig. (p)= significancia; KW= Kruskal-Wallis; Fr.=Friedman

## B. Valoración de la afasia con la escala de Intensidad de la Afasia de Boston

La EIAB mostró que en los 3 grupos hubo mejoría significativa constante intra-grupo en el lenguaje conforme avanzaban en el entrenamiento motor, en todas las comparaciones ( $p=0.0001$ ; Friedman). Las modificaciones en la afasia entre-grupos fueron significativamente diferentes solo en la V.F. ( $p=0.0001$ ; Kruskal-Wallis). Mediante la prueba Mann-Whitney, la diferencia se ubicó entre RV vs TMIRm y RV vs TF/TOh en la V.F. ( $p=0.0001$ ), pero no hubo diferencia entre TMIRm vs TF/TOh en ninguna de las mediciones ( $p<0.94$ ). Clínicamente, los pacientes que usaron RV mostraron un lenguaje cercano a lo óptimo, mientras en los grupos TMIRm y TF/TOh persistieron con dificultades. (Tabla 11)

## C. Valoración de la Satisfacción con el Inventario de Motivación Intrínseca

Los cambios intra-grupo de la satisfacción ante el manejo fueron significativos en los tres tratamientos ( $p=0.0001$ ), con mayor agrado en cada medición. Entre-grupos, la V.I. mostró diferencia significativa ( $p=0.001$ ), a expensas de menor calificación en GI=RV. En la V.Int. y V.F., el gusto por la terapia fue significativamente diferente ( $p<0.01$ ), pero debido a mayores puntuaciones en el GI=RV. La significancia entre GII=TMIRm vs GIII=TF/TOh se ubicó en la V.Int. ( $p=0.015$ ) y V.F. ( $p=0.0001$ ), con mejores puntuaciones en la terapia habitual. (Tabla 12)

**Tabla 11.** Comparación de las puntuaciones obtenidas en la evaluación del lenguaje mediante la Escala de Intensidad de la Afasia de Boston, en la evaluación inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

Grupo	RV	TMIRm	TF/TOh	Sig. (p)
Medición	X $\pm$ D.E.	X $\pm$ D.E.	X $\pm$ D.E.	(KW)
Inicial	1.65 $\pm$ 1.0	1.53 $\pm$ 0.8	1.68 $\pm$ 0.7	0.70
Intermedia	3.67 $\pm$ 1.08	3.6 $\pm$ 1.3	3.62 $\pm$ 0.9	0.81
Final	4.82 $\pm$ 0.3	4.3 $\pm$ 0.6	4.32 $\pm$ 0.5	0.0001
Sig. (Fri.)	0.0001	0.0001	0.0001	

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habitual; X $\pm$ D.E.= Promedio  $\pm$  Desviación Estándar; Sig.= significancia; KW= Kruskal-Wallis; Fr.=Friedman.

**Tabla 12.** Comparación de las puntuaciones obtenidas en la evaluación de la satisfacción del paciente con el Inventario de Motivación Intrínseca en la medición inicial, intermedia y final, por grupo de tratamiento.

	Grupo	RV	TMIRm	TF/TOh	Sig. (p) (KW)
Medición	Ítem	X $\pm$ DE	X $\pm$ DE	X $\pm$ DE	
Inicial	Interés y satisfacción	15.2 $\pm$ 5.0	22.9 $\pm$ 8.4	20.5 $\pm$ 7.6	
	Percepción de competencia	9.7 $\pm$ 4.5	18.3 $\pm$ 3.7	13.1 $\pm$ 5.1	
	Esfuerzo y percepción de importancia	13.8 $\pm$ 1.5	15.9 $\pm$ 2.4	15.02 $\pm$ 4.3	
	Percepción de presión o tensión	16.08 $\pm$ 1.7	16.1 $\pm$ 3.1	20.9 $\pm$ 1.6	
	<b>TOTAL</b>	54.8 $\pm$ 10.5	73.3 $\pm$ 17.0	69.5 $\pm$ 17.4	0.0001
Intermedia	Interés y satisfacción	37.2 $\pm$ 1.7	33.4 $\pm$ 2.5	32.4 $\pm$ 2.2	
	Percepción de competencia	26.04 $\pm$ 1.06	24.1 $\pm$ 2.1	23.1 $\pm$ 1.5	
	Esfuerzo y percepción de importancia	25.1 $\pm$ 1.4	23.8 $\pm$ 1.06	23.2 $\pm$ 1.0	
	Percepción de presión o tensión	27.3 $\pm$ 1.5	26.3 $\pm$ 1.4	26.9 $\pm$ 0.8	
	<b>TOTAL</b>	115.7 $\pm$ 2.9	107.7 $\pm$ 4.3	105.7 $\pm$ 3.2	0.0001
Final	Interés y satisfacción	47.8 $\pm$ 1.2	37.8 $\pm$ 2.4	39.7 $\pm$ 2.7	
	Percepción de competencia	33.4 $\pm$ 1.4	22.7 $\pm$ 2.4	30.1 $\pm$ 2.7	
	Esfuerzo y percepción de importancia	34.3 $\pm$ 1.01	24.4 $\pm$ 1.9	28.4 $\pm$ 1.6	
	Percepción de presión o tensión	34.1 $\pm$ 1.2	27.06 $\pm$ 1.2	27.4 $\pm$ 1.1	
	<b>TOTAL</b>	149.7 $\pm$ 2.9	112.1 $\pm$ 6.7	125.7 $\pm$ 5.9	0.0001
	Sig. (Fri.)	0.0001	0.0001	0.0001	

RV= Realidad virtual; TMIRm= Terapia de movimiento inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia física y terapia ocupacional habitual; X $\pm$ D.E.= Promedio  $\pm$  Desviación Estándar; Sig.= significancia; KW= Kruskal-Wallis; Fr.=Friedman.

## **D. Relaciones entre hemiparesia, afasia y satisfacción**

### **Evolución de la hemiparesia y afasia**

Para establecer la relación entre el nivel de lenguaje y la evolución motora, se incluyeron 124 pacientes con nivel de lenguaje inicial correspondiente a 2 puntos o menos calificados con la EIAB. En la V.F., se documentó una relación media entre la afasia con la CalifMS+MI de la EscF-M ( $r_s = 0.27$ ;  $p = 0.002$ ; Spearman) y entre la afasia y la CalifMT ( $r_s = 0.21$ ;  $p = 0.017$ ). Con el IndMot también se documentó una relación moderada entre el nivel de lenguaje con la Calif MT y la CalifMS+MI en las evaluaciones intermedia ( $r_s = 0.38$ ,  $p = 0.0001$ ) y final ( $r_s = 0.22$ ,  $p = 0.013$ ).

### **Satisfacción y evolución de la hemiparesia**

En la población general ( $n=146$ ) se encontró una relación considerable o fuerte entre el nivel de satisfacción con la CalifMS±MI de la EscF-M ( $r_s = 0.69$ ;  $p=0.0001$ ), así como con la CalifMT de la EscF-M ( $r_s = 0.71$ ;  $p = 0.0001$ ) y moderada con el ÍndMot ( $r_s = 0.31$ ;  $p = 0.0001$ ).

### **Evolución de la afasia y satisfacción**

Se encontraron correlaciones débiles y no significativas entre la afasia y el nivel de satisfacción.

## **E. Relación entre equilibrio, sensibilidad y hemiparesia**

La sensibilidad del hemicuerpo tuvo relación fuerte con la funcionalidad del hemicuerpo (EscF-M;  $r_s = 0.65$ ;  $p = 0.0001$ ) y moderada con el equilibrio ( $r_s = 0.49$ ;  $p = 0.0001$ ); la hemiparesia también tuvo una relación fuerte con el equilibrio ( $r_s = 0.58$ ;  $p = 0,0001$ ). La hemiparesia valorada con el ÍndMot tuvo una relación fuerte con la sensibilidad de la EscF-M ( $r_s = 0.73$ ;  $p = 0.0001$ ).

## DISCUSIÓN

---

---

### Hemiplejía/hemiparesia

Uno de los principales hallazgos en esta investigación fue que se documentó una mejoría significativa en la evolución motora del hemicuerpo parético en pacientes que sufrieron un EVCi en el territorio de la ACMI, cuando recibieron rehabilitación mediante una de las tres técnicas con RV o TMIR o TF/TOh. Todos los pacientes presentaron una clara recuperación intragrupo cuando se midieron los cambios de la paresia con la EscF-M, el ÍndMot y T-PF ( $p=0.001$ ) (Tablas 2-5). Este fue un resultado esperado, ya que se reconoce que los diferentes tipos de rehabilitación tienen efecto en el proceso de la plasticidad cerebral<sup>34, 77, 78</sup>, sobre la plasticidad dependiente del uso y un fortalecimiento de las áreas sensoriomotoras del sistema de neuronas espejo<sup>79</sup>, así como la denominada terapia convencional, TF y TO, que tienen efectos similares<sup>80</sup>; lo que es congruente con la afirmación de que la evolución de las secuelas motoras es mejor en aquellos que reciben rehabilitación que los que no la reciben<sup>56, 81</sup>. Aunque todos los pacientes evolucionaron satisfactoriamente, la comparación entre-grupos mostró que los mayores avances se presentaron en el grupo manejado con RV y, con las escalas utilizadas, se pudo observar que, clínicamente, todos los participantes iniciaron con una discapacidad muy severa (EscF-M) y siendo dependientes (ÍndMot), y al final del manejo, el GI=RV evolucionó a discapacidad moderada y fueron independientes, mientras en los otros dos grupos se clasificaron con discapacidad severa y fueron semidependientes (Tablas 6 y 7).

**Realidad virtual.** Un meta-análisis de 21 ensayos clínicos mostró que existe un efecto significativo de la RV sobre ambas extremidades paréticas por EVC, evaluados con la EscF-M, lo que se pudo comprobar en nuestra investigación; a pesar de que las calificaciones de los grupos II y III fueron menores que en el GI, las puntuaciones de TMIR y TF/TOh fueron similares o mayores que las reportadas por otros autores<sup>82</sup>. Con relación al MS, el grupo manejado con RV obtuvo el 76.5% de la calificación máxima posible en la EscF-M, contra el 37.27% (TMIRm) y 38.48% (TF/TOh), consistente con la revisión de 43 ensayos clínicos, en los que se encontró, que el ejercicio apoyado con RV mejoró significativamente la función motora del MS, sobre todo cuando se practicó

más de 15 horas y durante más de 1 mes, lo que también se asoció con mayor destreza manual y disminución de la espasticidad; de acuerdo al protocolo de manejo nuestros pacientes superaron las 15 horas y el mes de tratamiento<sup>83</sup>. Cuando se consideró sólo el MI, también encontramos mayor diferencia promedio inicial-final con la EscF-M, en RV (22.3 puntos) comparado con TMIRm (20.8 puntos) y TF/TOh (19 puntos), estas calificaciones son similares a las reportadas por Anwar y cols., (2021), pues con la RV utilizando Wii obtuvieron una diferencia de 17.58 puntos, con menor puntuación para la TF (9.02 puntos)<sup>38</sup>. Da Silva-Ribeiro y cols., (2017) también encontraron diferencias intragrupo cuando utilizó RV con un equipo Nintendo-Wii y software de tenis y boliche, pero los pacientes tenían que poder deambular y sostener el dispositivo sin ayuda, versus terapia física (TF); la diferencia promedio en las puntuaciones inicial-final de los grupos fueron menores a las encontradas en este trabajo (entre 0.6 y 10.6 puntos en las diferentes dimensiones de la EscF-M aplicadas), tal vez debido a que los pacientes tenían mejor función física y mínimo 6 meses de evolución<sup>49</sup>, mientras que nuestros pacientes tenían menor capacidad de movimiento y menos de 3 meses, motivo por el que las calificaciones con las que ellos iniciaron la rehabilitación fueron más bajas, lo que permitió mayor recuperación al final, pues los primeros meses son considerados como el periodo de mayor plasticidad<sup>84</sup>. Una recuperación similar se documentó utilizando RV con Xbox Kinect en pacientes post-EVC, durante 6 semanas y evaluados con EscF-M<sup>85</sup>. Los hallazgos del presente estudio, son consistentes con la propuesta de que cuando los pacientes con EVC se involucran lúdicamente con los juegos virtuales y notan mejoría en la hemiparesia, aumenta su confianza y autoeficacia, lo que influye en el aprendizaje y plasticidad<sup>86</sup>, con efecto probado sobre la reorganización cerebral, evidenciado con diversos estudios de neuroimagen y técnicas neurofisiológicas<sup>87</sup>. Estos ensayos permiten asumir que el equipo podría no ser un factor que facilite o dificulte la recuperación, sino el tiempo de trabajo, el esfuerzo y la terapia, por lo que se pueden obtener cambios positivos con tecnología y software comerciales, no necesariamente médicos<sup>48-50</sup>.

Los hallazgos clínicos de este trabajo, son congruentes con el sustento imagenológico descrito por otros autores acerca de que la realidad virtual estimula de manera importante la neuroplasticidad, y que esto puede suceder por cambios sobre todo a nivel de la corteza cerebral, proponiendo que el beneficio en la recuperación del

miembro parético es debida a mayor activación de mapas corticales, mejor apego y más motivación<sup>48, 50</sup>, incluyendo el hecho de que la RV tuvo mayores puntuaciones en la satisfacción al final del tratamiento<sup>50</sup>.

Es interesante considerar algunos aspectos que pudieron influir para obtener mejores resultados en la recuperación de la hemiparesia cuando se manejó con RV, pues la mayoría de los pacientes fueron aceptados entre 2020-2022. En estos años se presentaron cambios de comportamiento vinculados con “quedarse en casa” por la pandemia por COVID-19, ya que hubo una relativa facilidad para el uso de juegos en línea, dado que ayudó a la gente a socializar y percibir menos estrés<sup>88</sup>, por lo que la restricción de movilidad, facilitó que tomara fuerza la terapéutica digital en los sistemas de salud, es decir, la atención médica apoyada con tecnología digital, como celulares y tabletas; por ello, parece que la RV se usó con más facilidad en el campo clínico para el diagnóstico, la toma de decisiones clínicas y, en ensayos como el nuestro, de tratamiento<sup>89</sup>. Este potencial efecto fue identificado desde el inicio de la presente investigación, pues debido a la contingencia sanitaria, a los primeros sujetos que se reclutaron se les adecuó el protocolo de tratamiento que utilizamos en este trabajo para recibir, mediante asesoría estandarizada, la forma de realizar alguno de los 3 tipos de terapia y llevarla a cabo en casa. La evolución clínica fue positiva en los 3 grupos, pero la mayor recuperación de la hemiparesia se ubicó, nuevamente, en aquellos que se apoyaron en las actividades con RV. (**Artículo publicado:** 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>) Lo cual fue coherente con múltiples ensayos clínicos publicados, en los que se utilizó RV para diversas enfermedades de niños y adultos, y no solo relacionados con rehabilitación<sup>90-93</sup>.

Varias publicaciones sobre el manejo de secuelas de EVC tuvieron como objetivo mejorar el movimiento de la mano parética dado que parece que se recupera con mayor dificultad<sup>20, 21</sup>. Con el T-PF, nosotros encontramos una mejoría que correspondió al 57% (RV), 54.4% (TMIRm) y 52.2% (TF/TOh) de la puntuación máxima alcanzable, en la V.F. Aunque significativos al interior de los grupos, esta proporción fue la más baja en



comparación con MS y MI, lo cual coincide con que la mano es más difícil de recuperar o requiere más tiempo. Aunque Chen y cols., (2022) encontraron que con tiempos de trabajo mayores de 15 horas y más de 1 mes de terapia, los mejores cambios se ubicaron en la destreza manual<sup>83</sup>, en este trabajo no pudimos comprobarlo, si bien la mejoría fue mayor al 50% de la calificación máxima obtenible. La recuperación incompleta de la mano fue identificada en la revisión de la literatura que realizó Ordóñez-Mora y cols., (2017), detectando que el 13% no mostró avances en la función manual y sólo el 14% logró la funcionalidad. La baja recuperación parece relacionarse con la complejidad de la estructura de la mano para su movilidad, a su organización neuromuscular y gran destreza; estas funciones se afectan importantemente después del EVC, sobre todo por la debilidad muscular, la disminución del rango de movilidad y la acción incoordinada, e interviene para dificultar, en diferentes grados, los procesos como el agarre y la manipulación<sup>55</sup>. A pesar de la recuperación incompleta, encontramos que la funcionalidad de la mano para la prensión bidigital evaluada con el T-PF mostró una mejoría constante durante la neurorrehabilitación en los tres grupos, alcanzando porcentajes mayores al 50% de la calificación máxima probable en la evaluación final (Tabla 10), cifra mayor al 28.5% (de la mejora máxima posible) descrita en un meta-análisis, acerca de rehabilitación con RV del MS después de un EVC, que fue más eficaz que los métodos convencionales<sup>94</sup>. Aún así, es posible que este resultado se relacione con que junto con el déficit general del control postural, anomalías en el control motor anticipatorio durante la sedestación, la transferencia, la marcha y otros síntomas, existe una disminución del reclutamiento de unidades motoras que se traduce en lentitud para ejecutar actividades debido a la falta de potencia, fuerza, sincronización y velocidad en la contracción muscular<sup>55</sup>, que podrían afectar en mayor grado a la mano que es la que tiene la función más compleja y que exige una gran precisión.

En otros estudios analizados, parece que la dosis y la gravedad del deterioro motor no influyeron significativamente en los resultados de la rehabilitación. Las ganancias del tratamiento fueron mayores cuando el entrenamiento computarizado involucró un componente de juego en comparación con solo comentarios visuales; las intervenciones de RV mostraron una ventaja de tratamiento significativa (10.4%) sobre los tratamientos de control activo, que sigue siendo menor a nuestros resultados<sup>94</sup>. La

calidad de pinza fina, es una de las partes más difíciles de recuperar en la función manual, y aunque no medimos actividades de la vida diaria, un mejor agarre repercute en el autocuidado del paciente como alimentación y vestido, por ejemplo.

**Equilibrio.** Una revisión sistemática con meta-análisis de 15 ensayos aleatorizados (341 pacientes) mostró que la RV, sola o más terapia convencional, mejoró significativamente el equilibrio (2.1 puntos promedio con la escala del equilibrio de Berg), además de la marcha, la postura y la movilidad; los beneficios fueron pequeños, posiblemente debido a una alta heterogeneidad, aunque los costos extras debidos por la RV también fueron pequeños pues podía ser aplicada a muchos pacientes con el mismo equipo, en una unidad médica. En el presente estudio, se encontró una diferencia promedio (EscF-M) entre la V.I.-V.F. de 6.3 a 9.2 puntos en los diferentes grupos (Tabla 8) que correspondió al 45-65% de la puntuación total para equilibrio, mientras que los 2.1 puntos referidos por Corbetta y cols., (2017) correspondieron al 3.75% de los 56 posibles en la escala de Berg<sup>47</sup>. Al parecer, las actividades realizadas con XBox Kinect y los resultados obtenidos en los pacientes son congruentes con el reporte de que las consolas de videojuegos con aditamentos de RV representan una herramienta segura, potencialmente efectiva, de fácil manejo y atractiva, para favorecer la rehabilitación y promover la recuperación después de un EVC<sup>48</sup>. Los hallazgos positivos en este trabajo coinciden con los beneficios que se atribuyen a la RV, si se considera que los grupos en nuestra investigación iniciaron de una forma clínicamente homogénea (Tabla 1), sin dejar de lado que en cada investigación se van encontrando diversas variables a considerar para futuros nuevos trabajos

En este estudio se utilizó un XBox más sensor Kinect, el cual obliga al paciente a adoptar diversas posturas y movimiento para lograr los objetivos, obteniendo una mejoría entre 6.3 y 9.2 puntos entre la V.I.-V.F. del dominio de equilibrio de la EscF-M (Tabla 8). En siete revisiones sistemáticas se concluyó que la realidad virtual podría proporcionar un mejor equilibrio en pacientes con EVC en comparación con la rehabilitación convencional y se señaló que la terapia “postural” con apoyo de RV mostró una mayor mejoría comparada con otros tipos de ejercicios, lo que puede sustentar nuestros hallazgos<sup>95</sup>. Aunque no evaluamos marcha como tal, diversos investigadores describieron que se requería mínimo 5 semanas de intervención con RV

para lograr grandes mejoras en la deambulación y el autocuidado; nosotros hicimos el reforamiento y seguimiento por 6 semanas, encontrando un hemicuerpo funcional y un buen equilibrio, lo que corresponde a una recuperación de la marcha, potencialmente, adecuada, ya que los pacientes se ubicaron en una semidependencia en el grupo TMIRm y TF/TOh e independientes en la RV<sup>82</sup>. Dos revisiones sistemáticas encontraron que los pacientes deben recibir un mínimo de 10 sesiones para garantizar que un tratamiento sea útil y para la RV se apreció que se requieren al menos de 5 a 8 semanas y un tiempo total de más de 15 h de rehabilitación para mejorar la función de las extremidades superiores, la cadencia de la marcha y el autocuidado en la vida de los pacientes con accidente cerebrovascular<sup>95</sup>. Por lo que nuestro protocolo de manejo cubrió claramente estas condiciones, lo cual, también, puede estar vinculado a la mejoría encontrada en los 3 grupos, siendo mayor en la RV.

**Sensibilidad.** Las vías sensitivas también participan en el control motor, ya que las alteraciones severas producen una deficiencia similar a la paresia y cuando no se recuperan adecuadamente no permiten una correcta recuperación motora lo que influye para un mal pronóstico funcional<sup>96</sup>. La mayoría de los estudios evalúan la función motora del paciente post-EVC, pero es muy importante valorar también el equilibrio, la sensibilidad y los rangos de movilidad, entre otras variables de relevancia<sup>83</sup>. La aplicación de la EscF-M completa en este trabajo permitió observar que la sensibilidad del hemicuerpo presentó cambios positivos, lo cual repercutió en una mejor movilidad asociada a un hemicuerpo funcional, deducido de las relaciones fuertes entre la disminución de la hemiparesia con un mejor equilibrio y sensibilidad, lo cual repercute en la calidad de la marcha y el traslado correspondiendo con los pacientes que eran independientes en el GI y semidependientes en los grupos II y III. (Tablas 8 y 9)

De manera similar, un estudio con XBox documentó una mejoría significativa en pacientes que realizaron las actividades con RV sobre otros grupos, la evidencia del presente trabajo, en que utilizamos XBox-360® más sensor Kinect® y XBox-One®, es congruente con que es eficaz para mejorar la función motora durante la rehabilitación del EVC<sup>85</sup>.

**Terapia de movimiento inducido por restricción.** Desde las primeras presentaciones de su técnica (TMIR), Taub y cols. (1999), mencionaron que la terapia convencional influía de forma variable sobre el aprendizaje motor debido a que se realiza a través de tareas mecánicas; Taub sostenía que el esfuerzo mental durante los procedimientos en rehabilitación y en el proceso de recuperación, podían promover la reorganización cortical<sup>37</sup>, y, efectivamente, el uso de la TMIR mostró que mejoró la plasticidad de las dendritas y las espinas dendríticas en la corteza sensoriomotora ipsilateral y contralateral, en ratas, como mecanismo para la recuperación funcional después de un EVC<sup>78</sup>. Nosotros encontramos mejoría significativa en las calificaciones inicial-final del grupo con TMIRm, similar a la encontrada por Treger y cols., (2012) en miembros superiores<sup>97</sup>. En miembros inferiores también hubo cambios intragrupo, aunque menores comparados con RV, pero semejantes a TF/TOh. Aún cuando la técnica original sólo restringe el MS, se pueden observar cambios en otras funciones afectadas por el evento, debido a que se ha encontrado en estudios de imagen que la TMIR favorece el reclutamiento de redes adyacentes y a la reorganización de mapas corticales, por lo que es posible la estimulación de las conexiones ipsi y contralaterales que corresponden a la movilidad del MI<sup>29</sup>. Recientemente, se ha propuesto que el número de repeticiones de una tarea puede ser mejor que el número de horas cuando se trata de medir la eficacia y factibilidad de la TMIRm para mejorar la función motora, encontrando que aunque se realizaron 600 repeticiones (40 repeticiones de 5 tareas por sesión, 3 sesiones por día) no hubo diferencia significativa con pacientes que realizaron las tareas por número de horas, en la afección motora (medida con EscF-M) y el equilibrio medido escala de equilibrio de Berg<sup>98</sup>.

**Terapia física y ocupacional convencional.** Los ejercicios terapéuticos de la fisioterapia y de la terapia ocupacional también están relacionados con cambios en las conexiones neuronales y la recuperación de un daño cerebral; Rahayu y cols., (2020) encontraron cambios en las mediciones del factor neurotrópico proveniente del cerebro relacionado con la neuroplasticidad cuando los pacientes con EVC recibieron TF con diferentes protocolos, con mejoría clínica en la funcionalidad corporal y el equilibrio<sup>99</sup>. Además de que durante la fisioterapia se atienden los objetivos primordiales sobre el tipo de ejercicio, manejo progresivo de patrones motores, estimulación sensorial, la intensidad y repetición<sup>36</sup>.

Es interesante destacar que la mayoría de los trabajos revisados, solamente aplican las diversas escalas y resaltan en tablas los resultados y las diferencias numéricas, pero no encontramos alguno que describiera la equivalencia clínica correspondiente, en el caso de la EscF-M la discapacidad y en el caso del ÍndMot la dependencia. Nosotros encontramos y clasificamos esto en nuestro trabajo, que es de utilidad para cualquier médico que no esté familiarizado con las calificaciones, pero que si puede comprender el concepto de “discapacidad moderada e independiente” vs “discapacidad severa y semidependiente”, por ejemplo.

## **Afasia**

Esta investigación evidenció un cambio constante significativo intra-grupo en la afasia (Tabla 11), en pacientes que recibieron solamente rehabilitación motora para la hemiparesia mediante técnicas que han probado una estimulación cerebral generalizada y cuya retroalimentación promueve la plasticidad cortical dependiente del uso<sup>29, 86</sup>, sin terapia de lenguaje, debido a que las citas médicas en la Unidad Médica tenían un retraso mayor a 4 meses. La mejoría en la afasia durante el entrenamiento motriz, coincidió con la evidencia de la participación de circuitos motores específicos en el proceso perceptual del habla<sup>100</sup>, por lo que la propuesta de que el lenguaje se recupera “solo”, continua en debate, pues quizá, realmente, estaría siendo estimulado durante la neurorrehabilitación motora, por la activación de la vía auditiva o la música, como la de juegos de RV<sup>101-103</sup>, por lo menos durante los primeros meses después del EVC, que es el periodo de mayor plasticidad cerebral<sup>34</sup>, e incluso desde primera semana en animales de experimentación<sup>104</sup>. La propuesta de que la RV favorece un aprendizaje progresivo y continuo que permite que las neuronas cerebrales permanezcan más tiempo activas para restaurar la función y formar nuevas conexiones<sup>34</sup> podría sustentar los mejores resultados en el lenguaje con la práctica de RV en este trabajo (tabla 10), así como la correlación que encontramos entre los cambios positivos en la afasia y la hemiparesia. Se debe considerar que el entrenamiento con RV se considera un enfoque interesante en la rehabilitación para la recuperación funcional, teniendo las ventajas de la motivación y la independencia<sup>101</sup>. Además, parece que la intervención temprana con neurorrehabilitación motora posterior

al EVC pudo ser determinante para maximizar su influencia, no sólo sobre la hemiparesia, sino también sobre la recuperación de la afasia en nuestros pacientes, aunque se ha detectado que la recuperación continúa observándose, en menor medida, más allá de los 6 meses después del EVC<sup>105</sup>.

Aunque la TMIRm suele usarse preferentemente para MS, se le confiere un efecto positivo sobre la recuperación motora general y el reclutamiento de redes adicionales<sup>29</sup>, lo cual podría ser congruente con la mejoría de la afasia en este grupo, pues esta terapia se ha vinculado con la reorganización de mapas premotores; en particular, la corteza premotora ventral quien participa en diversos aspectos del aprendizaje motor en individuos sanos y en la recuperación después de una lesión tanto en humanos como en animales. Los estudios con EMT sugieren que la corteza premotora ventral (CPV) contribuye a la recuperación motora funcional en personas con EVC, es decir, cuando existe una corteza premotora intacta el paciente presentó mejor independencia funcional que aquellos en quienes la corteza premotora fue dañada, por lo tanto, los hallazgos sugieren que la reorganización en las áreas motoras corticales primarias, como la CPV, pueden proporcionar un sustrato neural que contribuya a la recuperación motora después de un EVC. Lo que podría ser consistente con las mejoras en la afasia observadas en el grupo TMIRm, debido a que esta terapia se ha asociado con la reorganización de mapas premotores, evaluados mediante técnicas de microestimulación intracortical en monos<sup>106</sup> y con EMT en humanos<sup>107</sup>, que están, a su vez, relacionadas con la activación de funciones cerebrales<sup>108</sup> y asociadas con el procesamiento del lenguaje, ya que algunos estudios de resonancia magnética funcional han detectado activación de la corteza premotora, implicada en la representación somatotópica de las manos, piernas y boca, cuando los sujetos escuchan el habla y mueven estas partes del cuerpo. Por tanto, estos resultados sugieren que las áreas premotoras sustentarían una relación entre la información lingüística con el movimiento físico (manos, piernas o boca)<sup>109</sup>.

Por su parte, la RV estimula multisensorialmente al cerebro, lo que favorece la restauración de vías neurales y la función motora, observados mediante imágenes de RMf, como la activación de la corteza sensoriomotora primaria ipsilesional, aumento de la activación bilateral del área motora suplementaria y cambios en la corteza premotora

contralesional; además, a nivel sináptico facilita cambios en la fuerza de las conexiones sinápticas, remodelación axonal de las vías corticales y reordenamientos del mapeo cortical que ocurren en la recuperación de la enfermedad<sup>87</sup>, lo cual puede apoyar los mayores cambios observado en el lenguaje de los participantes, cuando recibieron RV, y también es congruente con nuestros hallazgos, pues se ha sugerido que existe una interacción perceptual-motora, y por lo tanto el involucro del sistema motor en la generación del lenguaje<sup>110</sup>, considerando que el procesamiento del lenguaje se basa en la acción o movimiento<sup>111</sup>. Diferentes autores coinciden en que la recuperación del lenguaje después de un EVC son inciertos, incluso se afirma que la afasia se recupera sola, pero un meta-análisis mostró que las mejoras en las puntuaciones de lenguaje desde el inicio disminuyeron con el aumento de la edad y la cronicidad de la afasia, aunque no significativo<sup>105</sup>. Y aunque las terapias no convencionales, se encuentran en estudio, se han encontrado buenos resultados en pacientes con afasia, pues el paciente autoadministra el reforzamiento en casa, lo cual parece tener una gran relevancia<sup>112, 113</sup>. Por otro lado, en ocasiones, la presencia de afasia es criterio de exclusión en estos experimentos, tal vez por ello no se han documentado relaciones entre su evolución con la hemiparesia<sup>38</sup>, ya que no se considera al individuo como un todo y se suele separar al paciente post-EVC como “sujeto con hemiparesia” y “sujeto con afasia”, olvidando que la evaluación debería ser global.

## **Satisfacción**

Después de realizar experimentos con equipos de RV, diferentes autores han sugerido, que es necesario medir la adherencia al tratamiento, satisfacción o motivación hacia el ejercicio<sup>79</sup>. Esta medición se incluyó en el presente estudio. Pudo apreciarse que la calificación inicial de agrado más baja correspondió a la VR (Tabla II), quizá porque los pacientes “percibieron” que los “videojuegos” no podían considerarse “rehabilitación”<sup>114</sup>. Posteriormente, la satisfacción mostró un mayor incremento en el GI=VR (Tabla 12), relacionado con la evolución motriz, posiblemente porque la percepción de reducción de la discapacidad por parte del paciente influyó en la satisfacción, vista como motivación<sup>115</sup>. Se ha propuesto que cuando los participantes “sienten” una interacción natural en escenarios interactivos de VR, existe estimulación multisensorial del cerebro, con aumento en el gusto y diversión, a niveles cognitivos y físicos, incrementando los

beneficios de la neurorehabilitación sobre el reaprendizaje motor y cognitivo<sup>116</sup>, lo que justificaría las calificaciones altas alcanzadas en el grupo I, resaltando además que la RV proporcionó un entrenamiento motivacional enriquecido y tareas orientadas a objetivos que pudieron influir en la mejora de la adherencia de los pacientes al programa<sup>58</sup>, así como un buen apego durante el tiempo que duró el ensayo clínico, que fueron 6 semanas, dado que solamente hubo pacientes en la TMIRm y TF/TOh que no realizaron el reforzamiento en casa (n=15 y 13, respectivamente)<sup>83</sup>. No se encontró literatura que midiera la satisfacción en pacientes sometidos a TMIRm, algunos trabajos solamente infieren que la terapia puede ser “molesta”. Sin embargo, nosotros encontramos que aunque el gusto fue mayor al realizar RV, la TMIRm tuvo niveles de agrado similares a los de la TF/TOh (Tabla 12).

### **Relación entre recuperación de hemiparesia y afasia**

Hasta hace unos 20 años, se proponía que la afasia y la hemiplejía podían estar relacionadas, debido a las conexiones neurales y la irrigación, pues un mismo EVC afectaba varias funciones<sup>117</sup>. Además, existen múltiples aspectos del control motor del habla que responden durante la percepción, por la presencia de subpoblaciones no idénticas de neuronas que codifican funciones auditivas y motoras, como en las regiones cerebrales de integración sensoriomotora<sup>103</sup>. Los resultados de la presente investigación apoyan la propuesta de que los sistemas motores y de lenguaje podrían compartir un sustrato neural común, pues funcionalmente, parecen tener un objetivo similar<sup>117</sup>, por lo que podría existir una rehabilitación conjunta.

Es importante resaltar que la mayoría de los pacientes fueron captados en la pandemia, donde se impuso el confinamiento en casa y los pacientes que salían a solicitar atención médica podían tener una motivación particular, y los que participaron cumplieron el criterio de menos de 3 meses de evolución. En los pacientes con EVC se ha propuesto que las mejoras más significativas en la función física ocurren dentro de los primeros meses, aunque después progresan a la estabilización, pero aunque se ha establecido que hay evidencia de reorganización cerebral espontánea inicial, los cambios a menudo son insuficientes para producir una recuperación funcional permanente. Se ha propuesto que esta intervención da como resultado la



reestructuración del cerebro y cambios en la función cerebral, incluida una representación ampliada de la extremidad afectada en la corteza motora, lo que mejora el uso de la extremidad en personas con hemiparesia crónica por accidente cerebrovascular<sup>118</sup>.

La RV proporcionó un entrenamiento motivacional enriquecido y tareas orientadas a objetivos que influyeron en una mejor adherencia de los pacientes al programa<sup>58</sup> y aunque la TMIRm se ha estudiado principalmente en pacientes con déficit motor crónico del miembro superior secundario a EVC<sup>50, 52-54</sup>, recientemente se ha usado en etapas subagudas<sup>83</sup> y agudas<sup>84</sup>, 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<sup>29</sup>. Y aun cuando la RV tuvo mejores puntuaciones en todas las evaluaciones, la TMIR también mostró un nivel de satisfacción similar al de la terapia habitual, incluso con la sugerida molestia asociada a la técnica. Esto puede relacionarse con la propuesta de que en un paciente, la percepción de reducción de la discapacidad influye en la satisfacción, vista como motivación<sup>119</sup>, y que cuando los participantes trabajan en un ambiente multimodal, aumenta el gusto y diversión, a niveles cognitivos y físicos, incrementando los beneficios de la neurorehabilitación sobre el reaprendizaje motor y cognitivo<sup>99</sup>.

Los resultados de la presente investigación sustentan la mejoría del hemicuerpo parético y de la afasia, sobre todo con el apoyo de la RV. Por tanto, guiados por la práctica basada en la evidencia, los médicos podrían elegir entre una variedad de intervenciones de ejercicio conocidas por inducir cambios neuroplásticos, adaptando la selección a las necesidades y circunstancias específicas del individuo que se recupera de un EVC<sup>120</sup>, porque cualquier forma de terapia puede ser mejor que no dar tratamiento a estos paciente. Aunque, el entrenamiento con realidad virtual se considera un enfoque interesante en la rehabilitación para la recuperación funcional, teniendo las ventajas de la motivación y la independencia<sup>119</sup>.

No se encontró literatura que buscara establecer relación entre la realización de TMIRm o la TF/TOh con la afasia, considerando las interconexión entre los sistemas motores y los del lenguaje, ni la medición de la satisfacción en la TMIRm.

En un contexto general, los hallazgos de esta investigación, permiten apreciar que la rehabilitación va más allá de la apariencia de ejercicios mecánicos y se requiere, por lo menos, entender los cambios neuroplásticos adaptativos y desadaptativos que ocurren durante la recuperación de un EVC, y debería ser obligatorio para el desarrollo de terapias personalizadas para el paciente, incluido el entrenamiento individualizado y protocolos de neuroestimulación específicos, ya que a pesar de que se entiende que la recuperación biológica espontánea de un deterioro inicial estaría respaldada por mecanismos de plasticidad neuronal intrínseca, se detectan pacientes que “no se recuperan tanto”, por lo que es posible que estos mecanismos de plasticidad intrínseca estén alterados o sean insuficientes para conducir a una recuperación natural relevante; entonces, estos pacientes necesitarían manejo específico para maximizar el resultado. Los hallazgos clínicos de los diferentes trabajos tiene apoyo en la gran cantidad de estudios previos con evidencia electrofisiológica y de neuroimagen que señalan los diversos cambios cerebrales, permitiendo comprender la adaptación de las redes cerebrales a la lesión, aún cuando la respuesta esperada hacia las intervenciones puede ser variable, pues está influenciada por varios factores, como el deterioro inicial, la ubicación de la lesión y cambios estructurales y funcionales dentro de la red motora. Si bien, se ha propuesto que el volumen de la lesión tiene poco valor explicativo acerca de la función motora tras el evento, parece que su localización y la integridad microestructural de la sustancia blanca si parecen determinar en gran medida la recuperación motora<sup>31</sup>. Aunque esto no fue el objetivo de este estudio, pero nuestros hallazgos contribuyen a las bases para suponer cambios cerebrales en respuesta al manejo con rehabilitación de las deficiencias después de un EVC.

Es importante resaltar que se ha propuesto la existencia de un papel dominante de las conexiones dentro de la corteza parietal en ambos hemisferios, con una especificidad para pacientes graves (hemisferio no afectado). Los análisis estructurales revelaron que de las áreas del sistema motor central, las regiones somatosensoriales o de atención y las áreas multimodales demuestran mayor relevancia a la hora de separar a los que se adaptan de los que no. En este sentido, la preeminencia de la corteza insular, el opérculo, la circunvolución poscentral y el cíngulo (hemisferio no afectado) respaldan la idea de que una mayor conectividad estructural residual de redes generalizadas que involucran áreas multimodales son trascendentales. Finalmente, la conectividad

estructural dentro de las áreas subcorticales también contribuyó a la predicción de la recuperación proporcional, especialmente los núcleos de la base, el tálamo y el hipocampo, así como las fibras de proyección y las conexiones cerebelosas en pacientes gravemente deteriorados<sup>121</sup>.

La evolución de la hemiparesia relacionada con el tratamiento recibido en el presente trabajo, podría ameritar la inclusión de otras variables al momento de medir la recuperación y, a futuro, el pronóstico (como parte de la línea de investigación), como factores de riesgo, localización y extensión del daño, así como el subtipo de evento considerando el mecanismo que lo produjo. Para este último, la clasificación más frecuentemente usada es la TOAST, que incluye 5 principales causas: aterosclerosis de grandes vasos, cardioembolismo, enfermedad de pequeños vasos (infarto lacunar), otras causas o de etiología no determinada. La categorización correcta del EVC es importante, al considerar la heterogeneidad subyacente del sustrato biológico que desencadenó el evento, ya que influye en la toma de decisiones al momento de elegir el tratamiento que maximize la recuperación del paciente<sup>122, 123</sup>.

Finalmente, la evidencia sugiere que la rehabilitación posterior al EVC reduce las discapacidades, pero menos de un tercio de los pacientes la reciben, pues muchos sistemas sanitarios tienen dificultades para ofrecer resultados de alta calidad asociados a la terapia física, ocupacional o de lenguaje, debido a la gran cantidad de sujetos que requieren el servicio. El acceso a la rehabilitación se ha vuelto limitado y parece que depende del estado socioeconómico de los pacientes<sup>89</sup>. Por lo que reviste importancia el desarrollo de terapéuticas que contribuyan a la recuperación de las secuelas de estos pacientes, con potencial reducción de la asistencia prolongada a las unidades o servicios de rehabilitación. La RV y la TMIRm tienen su mayor aplicación mediante el reforzamiento en casa, lo que las convierte en técnicas útiles para el manejo y potencial recuperación de secuelas después de un EVC.

## CONCLUSIONES

---

---

1. El principal hallazgo de este estudio fue que se documentó una recuperación constante en la hemiparesia de pacientes después de un EVC isquémico en el territorio de la ACM izquierda conforme recibían neurorrehabilitación motora con RV o TMIRm o TF/TOh, evaluados con EscF-M e ÍndMot.
2. Al final del tratamiento, fue evidente que la mayor recuperación de la hemiparesia se observó en los sujetos que recibieron RV, quienes tuvieron discapacidad moderada y fueron independientes, en comparación con los otros 2 grupos, que se ubicaron en discapacidad severa y fueron semidependientes.
3. En el grupo manejado con RV, se encontraron las mayores calificaciones en el equilibrio, la sensibilidad y el rango articular, así como menos dolor en articulaciones, evaluados con la EscF-M, después de la neurorrehabilitación, lo que se relacionó con mejor funcionalidad del hemicuerpo.
4. Se encontraron cambios positivos en la afasia post-EVC sin recibir logoterapia, durante el tiempo que recibían tratamiento exclusivamente motriz para mejorar la hemiparesia, con una relación moderada entre la evolución de la hemiparesia y la recuperación de la afasia. El GI=RV evolucionó a un lenguaje cercano a lo óptimo, comparado con TMIRm y TF/TOh, en quienes persistieron mayores deficiencias.
5. El nivel de satisfacción fue mayor cuando los pacientes realizaron actividades de RV y se documentó una relación entre el gusto por la terapia con la calificación motora de la hemiparesia, evaluada con EscF-M e ÍndMot, así como un mayor reforzamiento en casa, entre 1 a 4 horas extra, con los juegos virtuales y un apego del 100%.

**Consideraciones sobre la investigación y sugerencias.** En esta investigación se incluyó la medición de variables no valoradas previamente, como la afasia y la satisfacción durante el manejo de la hemiparesia post-EVC; no obstante, el desarrollo de la línea de investigación permitió apreciar que existen otros factores que, se sugiere, deberían incluirse, para sustentar mejor algunas inferencias. Entre ellos, la influencia de factores de riesgo como la diabetes mellitus, hipertensión arterial, dislipidemias, entre otras, así como el posible mecanismo causal del evento.

**Limitaciones del estudio.** Las inferencias sobre los cambios en el SNC se sustentan en los reportes de otros autores que realizaron estudios de neuroimagen, pero este estudio es clínico, aunque congruente con otros resultados que sí incluyeron imagenología, por lo que esperamos poder continuar los trabajos incluyendo la correlación o la influencia de los hallazgos imagenológicos sobre la evolución o el pronóstico. Por otra parte, no se consideró la influencia sobre la recuperación de algunos factores relevantes, como la extensión y ubicación de la lesión, y el subtipo etiológico del EVC, utilizando la clasificación TOAST, que se relaciona con la recuperación, tratamiento y pronóstico.

## REFERENCIAS

---



---

1. Smith WS, Johnston SC, Hemphill JC. Enfermedades cerebrovasculares. En: Kasper D, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson JL, Loscalzo J. Principios de Medicina Interna. 19ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2016.
2. Ropper AH, Samuels MA, Klein JP, Prasad S. Adams y Victor Principios de Neurología. Cap. 33 Enfermedades Cerebrovasculares. 11° ed. México: Editorial McGraw-Hill; 2019.
3. Pineda-Sanabria JP, Tolosa-Cubillos JM. Accidente cerebrovascular isquémico de la arteria cerebral media. *Repert Med Cir.* 2022;31(1):20–32. <https://doi.org/10.31260/RepertMedCir.01217372.1104>
4. Feigin VL, Brainin M, Norrving B, Martins S, Sacco RL, Hacke W, et al. World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2022. *Int J Stroke.* 2022;17(1):18-29. doi: 10.1177/17474930211065917
5. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, Bittencourt MS, Callaway CW, Carson AP, et al. American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation.* 2019;139(10):e56-e528. doi: 10.1161/CIR.0000000000000659. Erratum in: *Circulation.* 2020;141(2):e33
6. Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, Bittencourt MS, Callaway CW, Carson AP, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2020 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation.* 2020;141(9):e139-e596. doi: 10.1161/CIR.0000000000000757
7. Bahit MC, Coppola ML, Riccio PM, Cipriano LE, Roth GA, Lopes RD, et al. First-Ever Stroke and Transient Ischemic Attack Incidence and 30-Day Case-Fatality Rates in a Population-Based Study in Argentina. *Stroke.* 2016;47(6):1640-2. doi: 10.1161/STROKEAHA.116.013637. Epub 2016 May 5. PMID: 27217510
8. Palm F, Urbanek C, Wolf J, Buggle F, Kleemann T, Hennerici MG, et al. Etiology, risk factors and sex differences in ischemic stroke in the Ludwigshafen Stroke Study, a population-based stroke registry. *Cerebrovasc Dis.* 2012; 33(1):69-75.
9. Lackland DT, Roccella EJ, Deutsch AF, Fornage M, George MG, Howard G, et al; American Heart Association Stroke Council; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Quality of Care and Outcomes Research; Council on Functional Genomics and Translational Biology. Factors influencing the decline in stroke mortality: a statement from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2014;45(1):315-53. doi: 10.1161/01.str.0000437068.30550.cf
10. 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

11. Cabrera-Rayó A, Martínez-Olazo O, Laguna-Hernández G, Juárez-Ocaña R, Rosas-Barrientos V, Loria-Castellanos J, et al. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en hospitales de la Ciudad de México. Estudio multicéntrico. *Med Int Mex* 2008;24(2):98-103.
12. Chiquete E, Ruíz J, Murillo B. Mortalidad por enfermedad vascular cerebral en México, 2000-2008: Una exhortación a la acción. *Rev Mex Neuroci.* 2011;12:235-241.
13. Velázquez-Monroy O, Barinagarrementería-Aldatz FS, Rubio-Guerra AF, Verdejo J, Méndez-Bello MA, Violante R, et al. Morbilidad y mortalidad de la enfermedad isquémica del corazón y cerebrovascular en México 2005. *Arch Cardiol Mex.* 2007;77:31-39.
14. Chiquete E, Ruíz-Sandoval JL, Murillo-Bonilla LM. Egresos por enfermedad vascular aguda en instituciones públicas del sector salud de México: Un análisis de 5.3 millones de hospitalizaciones en 2010. *Rev Mex Neuroci.*2012; (5):252-258.
15. Arauz A, Ruiz-Franco A. Enfermedad Vascular Cerebral. *Rev Fac Med (Mex.);* 2012;55(3):11-21.
16. Hordacre B, Lotze M, Jenkinson M, Lazari A, Barras CD, Boyd L, Hillier S. Fronto-parietal involvement in chronic stroke motor performance when corticospinal tract integrity is compromised. *Neuroimage Clin.* 2021;29:102558. doi: 10.1016/j.nicl.2021.102558
17. Choreño-Parra JA, Carnalla-Cortés M, Guadarrama-Ortíz P. Enfermedad vascular cerebral isquémica: revisión extensa de la bibliografía para el médico de primer contacto. *Med Interna Méx.* 2019;35(1):61-79. doi.org/10.24245/mim.v35i1.2212.
18. 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
19. Huseyinsinoglu BE, Ozdincler AR, Krespi Y. Bobath Concept versus constraint-induced movement therapy to improve arm functional recovery in stroke patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation.* 2012;26(8):705-715. doi:10.1177/0269215511431903
20. Dijkerman HC, Ietswaart M, Johnston M, MacWalter RS. Does motor imagery training improve hand function in chronic stroke patients? A pilot study. *Clin Rehabil.* 2004;18(5):538–549. doi:10.1191/0269215504cr769oa
21. Reyes-Navarrete S, Aguar-Larraz L, Civirain-SanMiguel L, Moré-Rubio B, Belope-Henar E, Usón-Lucea S. Realidad virtual y rehabilitación de accidentes cerebrovasculares en personas mayores: revisión sistemática. *Revista Electrónica de PortalesMedicos.com [internet]* 2021;XVI(7):390. [citado el 20 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/realidad-virtual-y-rehabilitacion-de-accidentes-cerebrovasculares-en-personas-mayores-revision-sistemica/>

22. Wagner LM, Phillips VL, Hunsaker AE, Forducey PG. Falls among community-residing stroke survivors following inpatient rehabilitation: a descriptive analysis of longitudinal data. *BMC Geriatr.* 2009;9:46. doi: 10.1186/1471-2318-9-46
23. Marshall J, Devane N, Talbot R, Cauter A, Cruice M, Hilari K, et al. A randomised trial of social support group intervention for people with aphasia: A Novel application of virtual reality. *PLoS One.* 2020;15(9):e0239715. doi: 10.1371/journal.pone.0239715
24. Marangolo P, Pisano F. Conversational Therapy in Aphasia: From Behavioral Intervention to Neuromodulation. *Semin Speech Lang.* 2020;41(1):61-70. doi: 10.1055/s-0039-3399500
25. Picano C, Quadrini A, Pisano F, Marangolo P. Adjunctive Approaches to Aphasia Rehabilitation: A Review on Efficacy and Safety. *Brain Sci.* 2021;11(1):41. doi: 10.3390/brainsci11010041
26. Cao Y, Huang X, Zhang B, Kranz GS, Zhang D, Li X, et al. Effects of virtual reality in post-stroke aphasia: a systematic review and meta-analysis. *Neurol Sci.* 2021;42(12):5249-5259. doi:10.1007/s10072-021-05202-5
27. Wang Z, Cao C, Chen L, Gu B, Liu S, Xu M, et al. Multimodal Neural Response and Effect Assessment During a BCI-Based Neurofeedback Training After Stroke. *Front Neurosci.* 2022;16:884420. doi: 10.3389/fnins.2022.884420
28. Kleim JA. Neural plasticity and neurorehabilitation: teaching the new brain old tricks. *J Commun Disord.* 2011;44(5):521-8. doi: 10.1016/j.jcomdis.2011.04.006
29. 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
30. Moreno-Andrade T, Garza-Villarreal E, González-Aquines A, Villarreal-Garza E, López-Garza N, Campos-Coy M, et al. Imagen del tensor de difusión de la vía corticoespinal y su asociación con el pronóstico del infarto cerebral agudo: experiencia de una cohorte en México [Diffusion tensor imaging of the corticospinal pathway and its association with the prognosis of acute cerebral infarction: experience with a cohort in Mexico]. *Rev Neurol.* 2021 Jan 1;72(1):16-22. Spanish. doi: 10.33588/rn.7201.2020232
31. Quandt F, Bönstrup M, Schulz R, Timmermann JE, Mund M, Wessel MJ, et al. The functional role of beta-oscillations in the supplementary motor area during reaching and grasping after stroke: A question of structural damage to the corticospinal tract. *Hum Brain Mapp.* 2019;40(10):3091-3101. doi: 10.1002/hbm.24582
32. Evancho A, Tyler WJ, McGregor K. A review of combined neuromodulation and physical therapy interventions for enhanced neurorehabilitation. *Front Hum Neurosci.* 2023;17:1151218. doi: 10.3389/fnhum.2023.1151218
33. Flor H, Diers M. Sensorimotor training and cortical reorganization. *NeuroRehabilitation.* 2009;25(1):19-27. doi:10.3233/NRE-2009-0496



34. Valentin LSS. Can digital games be a way of improving the neuroplasticity in stroke damage? Can the adult brain grow new cells or rewire itself in response to a new experience? *Open J Med Psychol.* 2017;6:153–165. doi: 10.4236/ojmp.2017.62013
35. O'Dell MW. Stroke Rehabilitation and Motor Recovery. *Continuum (Minneapolis Minn).* 2023;29(2):605-627. doi: 10.1212/CON.0000000000001218
36. González-López Y. Limitación inducida del movimiento durante la terapia sensorio- motriz del miembro superior en pacientes con EVC crónico (trabajo para optar por el título de Médico especialista en Medicina Física y Rehabilitación R3).2005. DIF Gaby Brimmer, Distrito Federal, México.
37. 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.
38. Anwar N, Karimi H, Ahmad A, Mumtaz N, Saqulain G, Gilani SA. A Novel Virtual Reality Training Strategy for Poststroke Patients: A Randomized Clinical Trial. *J Healthc Eng.* 2021;2021:6598726. doi: 10.1155/2021/6598726
39. Sánchez-Villavicencio I, Hernández-Franco J, Sucar E, Leder RS. Actividades simuladas de la vida diaria para rehabilitación motora del miembro superior en pacientes con enfermedad vascular cerebral. *Arch Neurocién (Mex).* 2009;14(4):237-242.
40. Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation.* 2009;25(1):29-44. doi: 10.3233/NRE-2009-0497
41. Carrillo-Santos M. 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. *Arch Neurocién (Mex).* 2007;12(2):77-85.
42. Carino-Escobar RI, Cantillo-Negrete J. Brain-Computer Interfaces for upper limb motor rehabilitation of stroke patients. *Rev Mex Ing Bioméd.* 2020;41(1):128-140. doi.org/10.17488/rmib.41.1.10
43. Lee K, Oh H, Lee G. Fully Immersive Virtual Reality Game-Based Training for an Adolescent with Spastic Diplegic Cerebral Palsy: A Case Report. *Children (Basel).* 2022 Oct 3;9(10):1512. doi: 10.3390/children9101512
44. Park S, Lee D, Hong S, Cho K, Lee G. Feasibility of training using full immersion virtual reality video game in young stroke survivor: A case report. *NeuroRehabilitation.* 2021;48(1):1-8. doi: 10.3233/NRE-201501.
45. Riva G, Castelnuovo G, Mantovani F. Transformation of flow in rehabilitation: the role of advanced communication technologies. *Behav Res Methods.* 2006;38(2):237-44. doi: 10.3758/bf03192775

46. Divulgación Científica: libros Número 109, año X. [Internet]. México: Saberes y Ciencias. Gesture Therapy: un sistema de rehabilitación virtual. [Publicado: 06 octubre 2016. Actualizado abril 2021; citado 07 abril 2021]. Disponible: <https://saberesciencias.com.mx/2016/10/06/gesture-therapy-un-sistema-de-ehabilitacion-virtual/>
47. Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2015;61(3):117-24. doi: 10.1016/j.jphys.2015.05.017
48. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, Mcllroy W, Cheung D, et al; Stroke Outcome Research Canada (SORCan) Working Group. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke.* 2010;41(7):1477-84. doi: 10.1161/STROKEAHA.110.584979
49. da Silva Ribeiro NM, Ferraz DD, Pedreira É, Pinheiro Í, da Silva Pinto AC, Neto MG, et al. Virtual rehabilitation via Nintendo Wii® and conventional physical therapy effectively treat post-stroke hemiparetic patients. *Top Stroke Rehabil.* 2015;22(4):299-305. doi: 10.1179/1074935714Z.0000000017
50. 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. doi: 10.1080/09638288.2018.1459881
51. Taub E, Uswatte G, Elbert T. New treatments in neurorehabilitation founded on basic research. *Nat Rev Neurosci.* 2002;3(3):228-36. doi: 10.1038/nrn754
52. Page S, Sisto S, Levine P. Modified Constrain-Induced Therapy, in Chronic Stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81:870-875.
53. Mark VW, Taub E, Morris DM. Neuroplasticity and constraint-induced movement therapy. *Eura Medicophys.* 2006;42(3):269-84. PMID: 17039225
54. Corbetta D, Sirtori V, Castellini G, Moja L, Gatti R. Constraint - induced movement therapy for upper extremities in people with stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 10. Art. No.: CD004433. DOI: 10.1002/14651858.CD004433.pub3
55. 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):173-84.
56. Nesin SM, Sabitha KR, Gupta A, Laxmi TR. Constraint Induced Movement Therapy as a Rehabilitative Strategy for Ischemic Stroke-Linking Neural Plasticity with Restoration of Skilled Movements. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019;28(6):1640-1653. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.02.028

57. Barrios M, Rodríguez L, Pachón C, Medina B, Sierra JE. Telerehabilitación funcional en entornos virtuales interactivos como propuesta de rehabilitación en pacientes con discapacidad. *Revista Espacios*. 2019;40(25):1.
58. 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
59. Cunningham DA, Machado A, Janini D, Varnerin N, Bonnett C, Yue G, et al. Assessment of inter-hemispheric imbalance using imaging and noninvasive brain stimulation in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;96(4 Suppl):S94-103. doi: 10.1016/j.apmr.2014.07.419
60. Jung SM, Choi WH. Effects of virtual reality intervention on upper limb motor function and activity of daily living in patients with lesions in different regions of the brain. *J Phys Ther Sci*. 2017;29(12):2103–2106. doi: 10.1589/jpts.29.2103
61. Martínez-Sánchez JM. “Neurolingüística: patologías y trastornos del lenguaje”. *Revista Digital Universitaria*. 2008;9(12). [En línea]. 10 de diciembre 2008. [Consultada: 20 de noviembre de 2022]. Disponible en Internet: <<http://www.revista.unam.mx/vol.9/num12/art103/int103.htm>>
62. Moreno-Ramos T, Domínguez-González C, Porta-Etessam J, Díaz-Guzmán J, Bermejo-Pareja F. Escalas de evaluación del examen neurológico. En: Bermejo-Pareja F, Porta-Etessam J, Díaz-Guzmán J, Martínez-Martín P. Más de cien escalas en neurología. 2° ed Madrid, España; Ed. Aula Médica: 2008; p: 88.
63. Self-determination theory: Official Web site of Center for self-determination theory [Internet]. Celebration, Florida: Center for self-determination theory; 2020 [actualizado 15 Dic 2021; citado 27 Mayo 2023]. Disponible en: <https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>
64. Harb A, Kishner S. Modified Ashworth Scale. 2023. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 32119459.
65. Naghdi S, Ansari NN, Mansouri K, Hasson S. A neurophysiological and clinical study of Brunnstrom recovery stages in the upper limb following stroke. *Brain Inj*. 2010;24(11):1372-8. doi: 10.3109/02699052.2010.506860
66. Pinzón-Bernal MY. Evaluación de la función motora de miembro superior. En: Ordóñez Mora LT, Sánchez DP. Evaluación de la función neuromuscular. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 169-194.
67. Reznick E, Embry KR, Neuman R, Bolívar-Nieto E, Fey NP, Gregg RD. Lower-limb kinematics and kinetics during continuously varying human locomotion. *Sci Data*. 2021;8(1):282. doi: 10.1038/s41597-021-01057-9

68. 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):1181-8. doi: 10.1161/01.str.25.6.1181
69. Rojas-Sánchez BE. Influencias del uso de un programa de rehabilitación con realidad virtual sobre la recuperación motora de la extremidad superior parética en pacientes con evento vascular cerebral [tesis de especialidad]. México D.F.: Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI, IMSS; 2011.
70. Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*. 23° ed. Colombia: Ed Espasa; 2014.
71. Barmaimon E. Libros sobre medicina alternativa. [internet] 2019. Tomo II Fisioterapia: 331-335. Montevideo, Uruguay. Biblioteca Virtual de Salud del S. M.U. [citado el 20 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.colegiomedico.org.uy/wp-content/uploads/2019/10/LIBROS-SOBRE-MEDICINA-ALTERNATIVA-TOMO-II-WORD-.pdf> /
72. Montes-Díaz A, Ochoa-Celis J, Juárez-Hernández B, Vázquez-Mendoza M, Díaz-Leon C. (2021, junio 14-18). Aplicación del coeficiente de correlación de Spearman en un estudio de fisioterapia [trabajo de aplicación]. XIV Semana Internacional de la Estadística y la Probabilidad, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. <https://www.fcfm.buap.mx/SIEP/2021/Extensos%20Carteles/Extenso%20Juliana.pdf>
73. Ley General de Salud [Internet]. Ciudad de México: Cámara de diputados; 2021 [actualizado 19 febrero 2021; citado 12 abril 2021]. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142\\_190221.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142_190221.pdf)
74. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud [Internet]. Ciudad de México: Cámara de diputados; 2014 [actualizado 2 abril 2014; citado 12 abril 2021]. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGS\\_MIS.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf)
75. NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos [Internet]. Ciudad de México: diario Oficial de la Federación; 2013 [actualizado 4 enero 2013; citado 12 abril 2021]. Disponible: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013)
76. Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones con seres humanos. 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre de 2013 [en línea]. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
77. Liu P, Li C, Zhang B, Zhang Z, Gao B, Liu Y, et al. Constraint induced movement therapy promotes contralesional-oriented structural and bihemispheric functional neuroplasticity after stroke. *Brain Res Bull*. 2019;150:201-206. doi: 10.1016/j.brainresbull.2019.06.003

78. 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
79. Marques-Sule E, Arnal-Gómez A, Buitrago-Jiménez G, Suso-Martí L, Cuenca-Martínez F, Espí-López GV. Effectiveness of Nintendo Wii and Physical Therapy in Functionality, Balance, and Daily Activities in Chronic Stroke Patients. *J Am Med Dir Assoc.* 2021;22(5):1073-1080. doi: 10.1016/j.jamda.2021.01.076
80. Chen X, Liu F, Yan Z, Cheng S, Liu X, Li H, et al. Therapeutic effects of sensory input training on motor function rehabilitation after stroke. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(48) doi: 10.1097/MD.00000000000013387
81. Marque P, Gasq D, Castel-Lacanal E, De Boissezon X, Loubinoux I. Post-stroke hemiplegia rehabilitation: evolution of the concepts. *Ann Phys Rehabil Med.* 2014;57(8):520-529. doi: 10.1016/j.rehab.2014.08.004
82. Zhang B, Li D, Liu Y, Wang J, Xiao Q. Virtual reality for limb motor function, balance, gait, cognition and daily function of stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs.* 2021;77(8):3255-3273. doi: 10.1111/jan.14800.
83. Chen J, Or CK, Chen T. Effectiveness of Using Virtual Reality-Supported Exercise Therapy for Upper Extremity Motor Rehabilitation in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res.* 2022;24(6):e24111. doi: 10.2196/24111
84. Hubbard IJ, Carey LM, Budd TW, Levi C, McElduff P, Hudson S, et al. A Randomized Controlled Trial of the Effect of Early Upper-Limb Training on Stroke Recovery and Brain Activation. *Neurorehabil Neural Repair.* 2015;29(8):703-13. doi: 10.1177/1545968314562647
85. Park DS, Lee DG, Lee K, Lee G. Effects of Virtual Reality Training using Xbox Kinect on Motor Function in Stroke Survivors: A Preliminary Study. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2017;26(10):2313-2319. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.05.019
86. Anwar N, Karimi H, Ahmad A, Gilani SA, Khalid K, Aslam AS, et al. Virtual Reality Training Using Nintendo Wii Games for Patients With Stroke: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games.* 2022;10(2):e29830. doi: 10.2196/29830
87. Hao J, Xie H, Harp K, Chen Z, Siu KC. Effects of Virtual Reality Intervention on Neural Plasticity in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2022;103(3):523-541. doi: 10.1016/j.apmr.2021.06.024

88. 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
89. Choi MJ, Kim H, Nah HW, Kang DW. Digital Therapeutics: Emerging New Therapy for Neurologic Deficits after Stroke. *J Stroke.* 2019 Sep;21(3):242-258. doi: 10.5853/jos.2019.01963
90. Rutkowski S, Rutkowska A, Kiper P, Jastrzebski D, Rachenjuk H, Turolla A, et al. Virtual Reality Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2020;15:117-124. doi: 10.2147/COPD.S223592
91. Lopes JBP, Duarte NAC, Lazzari RD, Oliveira CS. Virtual reality in the rehabilitation process for individuals with cerebral palsy and Down syndrome: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther.* 2020;24(4):479-483. doi: 10.1016/j.jbmt.2018.06.006
92. Baeza-Barragán MR, Labajos-Manzanares MT, Ruiz-Vergara C, Casuso-Holgado MJ, Martín-Valero R. The Use of Virtual Reality Technologies in the Treatment of Duchenne Muscular Dystrophy: Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020 8;8(12):e21576. doi: 10.2196/21576
93. Rousseaux F, Dardenne N, Massion PB, Ledoux D, Bicego A, Donneau AF, et al. Virtual reality and hypnosis for anxiety and pain management in intensive care units: A prospective randomised trial among cardiac surgery patients. *Eur J Anaesthesiol.* 2022;39(1):58-66. doi: 10.1097/EJA.0000000000001633
94. Karamians R, Proffitt R, Kline D, Gauthier LV. Effectiveness of Virtual Reality- and Gaming-Based Interventions for Upper Extremity Rehabilitation Poststroke: A Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020;101(5):885-896. doi: 10.1016/j.apmr.2019.10.195
95. Zhang B, Wong KP, Qin J. Effects of Virtual Reality on the Limb Motor Function, Balance, Gait, and Daily Function of Patients with Stroke: Systematic Review. *Medicina (Kaunas).* 2023;59(4):813. doi: 10.3390/medicina59040813
96. 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):359-62. doi: 10.1097/MRR.0b013e32833abe8e
97. 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):287-93. doi: 10.1310/tsr1904-287

98. Abdullahi A, Aliyu NU, Useh U, Abba MA, Akindele MO, Truijen S, et al. Comparing Two Different Modes of Task Practice during Lower Limb Constraint-Induced Movement Therapy in People with Stroke: A Randomized Clinical Trial. *Neural Plast.* 2021;2021:6664058. doi: 10.1155/2021/6664058
99. Rahayu UB, Wibowo S, Setyopranoto I, Hibatullah-Romli M. Effectiveness of physiotherapy interventions in brain plasticity, balance and functional ability in stroke survivors: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2020;47(4):463-470. doi: 10.3233/NRE-203210
100. Pulvermüller F, Huss M, Kherif F, Moscoso del Prado Martin F, Hauk O, Shtyrov Y. Motor cortex maps articulatory features of speech sounds. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2006;103(20):7865-70. doi: 10.1073/pnas.0509989103
101. Panouillères MTN, Boyles R, Chesters J, Watkins KE, Möttönen R. Facilitation of motor excitability during listening to spoken sentences is not modulated by noise or semantic coherence. *Cortex.* 2018;103:44-54. doi: 10.1016/j.cortex.2018.02.007
102. Venezia JH, Richards VM, Hickok G. Speech-Driven Spectrotemporal Receptive Fields Beyond the Auditory Cortex. *Hear Res.* 2021;408:108307. doi: 10.1016/j.heares.2021.108307
103. Nuttall HE, Maegherman G, Devlin JT, Adank P. Speech motor facilitation is not affected by ageing but is modulated by task demands during speech perception. *Neuropsychologia.* 2022;166:108135. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2021.108135
104. 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 Sep;30(8):794-800. doi: 10.1177/1545968315624783
105. Brady MC, Rehabilitation and recovery of people with Aphasia after Stroke (RELEASE) Collaborators. Predictors of Poststroke Aphasia Recovery: A Systematic Review-Informed Individual Participant Data Meta-Analysis. *Stroke.* 2021;52(5):1778-1787. doi: 10.1161/STROKEAHA.120.031162
106. Frost SB, Chen D, Barbay S, Friel KM, Plautz EJ, Nudo RJ. Reorganization of Ventral Premotor Cortex After Ischemic Brain Injury: Effects of Forced Use. *Neurorehabil Neural Repair.* 2022;36(8):514-524. doi: 10.1177/15459683221101622
107. Fridman EA, Hanakawa T, Chung M, Hummel F, Leiguarda RC, Cohen LG. Reorganization of the human ipsilesional premotor cortex after stroke. *Brain.* 2004 Apr;127(Pt 4):747-58. doi: 10.1093/brain/awh082
108. Arya KN, Pandian S, Verma R, Garg RK. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: a review. *J Bodyw Mov Ther.* 2011 Oct;15(4):528-37. doi: 10.1016/j.jbmt.2011.01.023

109. Onmyoji Y, Kubota S, Hirano M, Tanaka M, Morishita T, Uehara K, et al. Excitability changes in the left primary motor cortex innervating the hand muscles induced during speech about hand or leg movements. *Neurosci Lett*. 2015;594:46-50. doi: 10.1016/j.neulet.2015.03.052
110. Stokes RC, Venezia JH, Hickok G. The motor system's [modest] contribution to speech perception. *Psychon Bull Rev*. 2019 Aug;26(4):1354-1366. doi: 10.3758/s13423-019-01580-2
111. Schomers MR, Pulvermüller F. Is the Sensorimotor Cortex Relevant for Speech Perception and Understanding? An Integrative Review. *Front Hum Neurosci*. 2016;10:435. doi: 10.3389/fnhum.2016.00435
112. Palmer R, Dimairo M, Cooper C, Enderby P, Brady M, Bowen A. Self-managed, computerised speech and language therapy for patients with chronic aphasia post-stroke compared with usual care or attention control (Big CACTUS): a multicentre, single-blinded, randomised controlled trial. *Lancet Neurol*. 2019;18(9):821-833. doi: 10.1016/S1474-4422(19)30192-9
113. Lavoie M, Bier N, Macoir J. Efficacy of a self-administered treatment using a smart tablet to improve functional vocabulary in post-stroke aphasia: a case-series study. *Int J Lang Commun Disord*. 2019;54(2):249-264. doi: 10.1111/1460-6984.12439
114. Tieri G, Morone G, Paolucci S, Iosa M. Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: facts, fiction and fallacies. *Expert Rev Med Devices*. 2018;15(2):107-117. doi: 10.1080/17434440.2018.1425613
115. Colombo R, Pisano F, Mazzone A, Delconte C, Micera S, Carrozza MC, et al. Design strategies to improve patient motivation during robot-aided rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*. 2007;4:3. doi: 10.1186/1743-0003-4-3
116. Leeb R, Pérez-Marcos D. Brain-computer interfaces and virtual reality for neurorehabilitation. *Handb Clin Neurol*. 2020;168:183-197. doi: 10.1016/B978-0-444-63934-9.00014-7
117. Anderlini D, Wallis G, Marinovic W. Language as a Predictor of Motor Recovery: The Case for a More Global Approach to Stroke Rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2019;33(3):167-178. <https://doi.org/10.1177/1545968319829454>
118. Xing Y, Bai Y. A Review of Exercise-Induced Neuroplasticity in Ischemic Stroke: Pathology and Mechanisms. *Mol Neurobiol*. 2020 Oct;57(10):4218-4231. doi: 10.1007/s12035-020-02021-1
119. Massetti T, da Silva TD, Crocetta TB, Guarnieri R, de Freitas BL, Bianchi Lopes P, et al. The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review. *J Cent Nerv Syst Dis*. 2018;10:1179573518813541. doi: 10.1177/1179573518813541



120. Chen K, Zheng Y, Wei JA, Ouyang H, Huang X, Zhang F, Lai CSW, Ren C, So KF, Zhang L. Exercise training improves motor skill learning via selective activation of mTOR. *Sci Adv.* 2019 Jul 3;5(7):eaaw1888. doi: 10.1126/sciadv.aaw1888
121. Koch PJ, Park CH, Girard G, Beanato E, Egger P, Evangelista GG, Lee J, Wessel MJ, Morishita T, Koch G, Thiran JP, Guggisberg AG, Rosso C, Kim YH, Hummel FC. The structural connectome and motor recovery after stroke: predicting natural recovery. *Brain.* 2021 Aug 17;144(7):2107-2119. doi: 10.1093/brain/awab082
122. Arauz A, Ruíz-Franco A. Enfermedad vascular cerebral. *Rev Fac Med (Méx)* [revista en Internet]. 2012;55(3):11-21. [citado 2023 diciembre 15]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-1742201200030003](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-1742201200030003)
123. Martín F, Tarducci ME, Tabares SM, Martín JJ, Sembaj A. Aplicación de los sistemas TOAST y CCS en el diagnóstico de accidente cerebrovascular isquémico. *Rev Neurol Neurocir Psiquiat.* 2019;47(1):22-28. doi:10.35366/NNP191E

## ANEXO 1. Consentimiento informado



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN  
Y POLITICAS DE SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD  
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO  
(ADULTOS)**

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN**

Nombre del estudio:	EFEECTO DE DIFERENTES MODALIDADES TERAPÉUTICAS APOYADAS EN REALIDAD VIRTUAL O RESTRICCIÓN E INDUCCIÓN DEL MOVIMIENTO COMPARADA CON TERAPIA FÍSICA Y OCUPACIONAL HABITUALES SOBRE LA RECUPERACIÓN MOTORA DE EXTREMIDADES PARETICAS EN PACIENTES CON EVENTO VASCULAR CEREBRAL. <b>(Título original)</b>
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica
Lugar y fecha:	México D.F. enero de 2017
Número de registro:	<b>R -2016 – 3702 - 44</b>
Justificación y objetivo del estudio:	El investigador me ha informado que el presente estudio es necesario debido a que el evento vascular cerebral en México provoca discapacidad neurológica, como que el que la persona que lo padece no pueda hablar bien o no camine. Entiendo que estos problemas repercuten en el aspecto económico de los hospitales por la rehabilitación que suele ser larga y también al paciente, por traslados y problemas con su autonomía. Las terapias que se aplicarán en este estudio han probado su utilidad en pacientes con evento vascular y se me ha explicado que el objetivo de este estudio es verificar que también puede realizarse de forma rutinaria en esta unidad de rehabilitación con buenos resultados y saber cuánto es lo que se podría ahorrar el IMSS en el manejo de las secuelas del evento vascular y también los pacientes como yo, en mis actividades rutinarias, consultas médicas y transporte.
Procedimientos:	<p>Entiendo que si participo, por azar se me asignará y realizaré alguna de las dos terapias de neurorrehabilitación o la terapia habitual (física y ocupacional) de esta unidad. Si es en la terapia de restricción e inducción del movimiento me inmovilizarán el brazo sano por unas 5 horas al día, para que realice actividades con mi brazo enfermo y con ello es posible que haya mejoría en mi cerebro con daño. Si es en la terapia de realidad virtual, me colocarán un dispositivo electrónico que permitirá que realice actividades con el brazo que no muevo y verme en una pantalla y que también podría ayudarme a recuperar movilidad con efecto en mi cerebro lastimado. Se me ha explicado que la terapia física y ocupacional que normalmente se realiza en esta unidad también permite mejoría de los problemas motores relacionados con el evento cerebral como el mío, porque de hecho es la terapia que se realiza desde hace mucho tiempo y tiene buenos resultados. Entonces entiendo que cualquiera de los 3 procedimientos puede ayudarme en la recuperación, pero se desea saber cuál es mejor.</p> <p>El investigador me ha informado que detectaron que mi problema de lenguaje o de mi familiar (en caso de tenerlo) pudiera ser importante de investigar, por lo que estoy de acuerdo en que se utilice mi información con fines diferentes al objetivo original de este estudio, siempre y cuando se mantenga mi confidencialidad. Entiendo que la cita que tengo para recibir terapia de lenguaje se encuentra retrasada, pero no depende de los investigadores el poder adelantarla, sin embargo, existe la posibilidad de que yo pueda mejorar mi lenguaje con relación a la terapia que ya estoy recibiendo.</p>
Posibles riesgos y molestias:	El médico me ha explicado que no hay un riesgo real por realizar terapia. Aunque si puedo sentir algunas molestias por tener el brazo sano inmovilizado y sentirme algo más torpe; la realidad virtual es como un video juego y en él lo más probable es que no sienta molestias, así como en las terapias habituales. Otras molestias o riesgos no están relacionados con la terapia, sino con mi problema de fondo o las enfermedades que padezco desde antes, como la hipertensión o diabetes. Sé que por mi edad o mi embolia podría tener accidentes o caerme, y que ello no necesariamente se relacionaría con este estudio, por lo que debo andar acompañado y debo realizar en mi casa las actividades con una persona que me apoye a evitar accidentes, pero que no me ayude en los ejercicios.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Comprendo que los 3 tipos de terapia han mostrado que mejoran las secuelas del movimiento secundarias a mi evento vascular, pero es posible que alguna de ellas sea mejor que otra, pero finalmente la rehabilitación que reciba me ayudará en la recuperación de mis habilidades motoras si las realizo como me indican y las refuerzo en mi casa. Se me ha dicho que, además de la mejoría por la terapia, por el momento no hay un mayor beneficio, pues apenas se están evaluando las diferencias. A futuro se me contactará por teléfono y es posible que se me ofrezca un nuevo reforzamiento con la terapia que haya mostrado mayores ventajas.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Se me ha explicado que si así lo deseo al final me informarán de los resultados de la investigación, pero que yo mismo veré mi evolución con las terapias. Además de la rehabilitación, otros manejos con medicamentos o diferentes alternativas no han mostrado mejores resultados, por lo que no se usan en las unidades de rehabilitación.
Participación o retiro:	Sé que mi participación es voluntaria, por lo que podré retirarme del estudio en el momento en el que yo lo desee, sin que esto afecte la atención que recibo por parte del instituto y continuaré recibiendo atención con mi médico tratante.

Privacidad y confidencialidad: Se me ha asegurado que no se mencionará mi nombre, ni se me identificara de otras formas, en este trabajo o cualquier otro derivado del mismo, en publicaciones o presentaciones en lugares donde se divulgan los resultados de diferentes investigaciones científicas.

En caso de colección de material biológico (si aplica):


No autoriza que se tome la muestra.

Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.

Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.

Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica): No aplica

Beneficios al término del estudio: Debido al tipo de terapia que recibiré mi recuperación podrá ser diferente a la de otros pacientes, pero continuaré mi atención por parte del IMSS hasta mi máximo beneficio.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

Investigador Responsable: María del Carmen Rojas Sosa; Matrícula: 7267339; Delegación Sur, D.F.; Teléfono: 55 2109 0980

Colaboradores: Juan Garduño Espinosa; Director Investigación; HIM; [juan.gardunoe@gmail.com](mailto:juan.gardunoe@gmail.com)

Zarate Jose Antonio; Matrícula: 5570263; UMFR siglo XXI; Tel: 55 1373 1675

Norma de la Rosa Peña; Matrícula:; UMFR siglo XXI; Teléfono

Cueva Sierra Cindy; Matrícula: 99388872; UMFR siglo XXI; Tel: 55 6073 1827

Patricia Ortiz; Matrícula:; UMFR siglo XXI; Teléfono:.

Evaristo Hinojosa Medina; Matrícula: 5552648; JPM, Delegación Sr, D.F.; Tel: 5634 5259

José Luis Olvera Gómez; Matrícula: 8379491; CAMIS, Delegación Sur, D.F.; Tel: 55 1849 6027

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: [comision.etica@imss.gob.mx](mailto:comision.etica@imss.gob.mx)

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del sujeto

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio

**Clave: 2810-009-013**

**ANEXO 2.****HOJA DE CAPTACION DE LA INFORMACIÓN**

N° Folio: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Domicilio: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ Afiliación: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Tratamiento: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_

Tipo de EVC: Isquémico: ( ) Hemorrágico: ( )

Lado afectado: Derecho: ( ) Izquierdo: ( )

**Resumen clínico:**

APnP:

Alcoholismo: Sí ( ) No ( ) Tabaquismo: Sí ( ) No ( )

Escolaridad: Sí ( ) No ( ) Trabaja: Sí ( ) No ( )

Especificar: \_\_\_\_\_.

Requiere Incapacidad: Sí ( ) No ( ) Especificar: \_\_\_\_\_.

APP: DM ( ) HTA ( ) Otra: ( ) Especificar: \_\_\_\_\_.

Enfermedades neurológicas: Sí ( ) No ( ) Especificar: \_\_\_\_\_.

Enfermedades psiquiátricas: Sí ( ) No ( ) Especificar: \_\_\_\_\_.

PA: \_\_\_\_\_

Exploración física:

**Escala de Ashworth modificada**

Segmento	Val. Ini.	Val. Interm.	Val. Fin.
Miembro superior			
Miembro inferior			

Val. Ini.= Valoración inicial;

Val. Interm.= Valoración intermedia;

Val. Fin.= Valoración final

**Escala de Brunstrom**

Segmento	Val. Ini.	Val Interm.	Val. Fin
Miembro superior			
Miembro inferior			

Val. Ini.= Valoración inicial;

Val. Interm.= Valoración intermedia;

Val. Fin.= Valoración final

### Anexo 3. Escalas de evaluación motora

Fecha: \_\_\_\_\_ Número de paciente: \_\_\_\_\_ Grupo de tratamiento: \_\_\_\_\_

#### Escala Fugl-Meyer.

**Dimensión: Valoración de la función motora en el miembro superior**

Dominio	Ítem	V.I.	V.Int.	V. F.
<b>I. Reflejos osteotendinosos</b> 0: no se obtienen reflejos 2: se obtienen reflejos	1. Bicipital			
	2. Tricipital			
<b>II. Sinergia flexora</b> 0: no realiza la acción 1: la realiza parcialmente 2: realiza perfectamente	3. Elevación escapular			
	4. Retracción del hombro			
	5. Abducción del hombro			
	6. Rotación externa del hombro			
	7. Flexión del codo			
<b>III. Sinergia extensora</b> 0: no realiza la acción 1: la realiza parcialmente 2: la realiza perfectamente	8. Supinación del antebrazo			
	9. Adducción/rotación interna del hombro			
	10. Extensión del codo			
<b>IV. Movimientos combinando sinergias</b> 0: no puede realizar la acción 1: Realiza la acción parcialmente (la mano debe pasar espina iliaca anterosuperior) 2: la realiza perfectamente	11. Pronación del antebrazo			
	12. Mano hacia columna lumbar			
0: El brazo se abduce inmediatamente, o el codo se flexiona al inicio del movimiento 1: Abducción o flexión del codo ocurre en una fase más tardía del movimiento 2: Realiza la acción perfectamente	13. Hombro flexionado a 90°, codo a 0°			
0: Posición correcta del hombro y no se puede conseguir la flexión del codo ni la pronación/supinación. 1: La pronación o supinación activa pueden realizarse parcialmente (el hombro y codo están posicionados correctamente). 2: Realiza la acción perfectamente	14. Pronación/ supinación del antebrazo, codo en 90°, hombro en 0°			
<b>V. Movimientos que no combinan sinergias</b> 0: Se produce flexión inicial en el codo, o alguna tendencia a la pronación del antebrazo. 1: El movimiento se puede realizar parcialmente, o, si durante el movimiento, el codo se flexiona, o el antebrazo no se puede mantener en pronación. 2: Se realiza perfectamente	15. Abducción de hombro hasta 90°, codo en 0°, antebrazo pronado			

<p>0: Se inicia flexión del codo, o se realiza abducción del hombro</p> <p>1: La flexión de codo o la abducción del hombro ocurre durante la flexión del hombro (en las fases más tardías del movimiento).</p> <p>2: Se realiza perfectamente</p>	16. Flexión del hombro entre 90-180°, codo en 0° y antebrazo en posición intermedia			
<p>0: La supinación y pronación no pueden realizarse.</p> <p>1: El codo y el hombro correctamente posicionados se sitúan adecuadamente pero la supinación se realiza en un rango limitado</p> <p>2: Se realiza perfectamente</p>	17. Pronación/supinación del antebrazo, codo en 0° y hombro en 30-90° de flexión			
<p><b>VI. Reflejos</b></p> <p>0: Al menos 2 de los 3 reflejos son marcadamente hiperactivos</p> <p>1: Un reflejo es marcadamente hiperactivo o al menos 2 reflejos están presentes</p> <p>2: No más de un reflejo está presente y ninguno está hiperactivo</p>	18. Exploración de reflejos			
<p><b>VII. Muñeca</b></p> <p>0: El paciente no puede realizar la dorsiflexión hasta los 15 grados requeridos</p> <p>1: La dorsiflexión se realiza pero no se aplica resistencia</p> <p>2: La posición puede mantenerse con resistencia</p>	19. Flexión dorsal de muñeca (codo en 90° y hombro en 0°)			
<p>0: No existen movimientos voluntarios de flexión palmar</p> <p>1: El paciente no puede completar activamente el rango total de movimiento de la muñeca</p> <p>2: Impecable, completando de manera repetitiva el rango total de movimiento articular.</p>	20. Flexión dorsal y palmar de muñeca (flexión/extensión, codo en 90° y hombro en 0°)			
<p>0: El paciente no puede realizar la dorsiflexión hasta los 15 grados requeridos</p> <p>1: La dorsiflexión se realiza pero no se aplica resistencia</p> <p>2: La posición puede mantenerse con resistencia</p>	21. Flexión dorsal de muñeca (codo en 0° y hombro en flexión de 30°)			
<p>0: No existen movimientos voluntarios de flexión palmar</p> <p>1: El paciente no puede completar activamente el rango total de movimiento de la muñeca</p> <p>2: Impecable.</p>	22. Flexión dorsal y palmar de muñeca ( flexión/extensión, codo en 0° y hombro en 30°)			
<p>0: No se puede realizar</p> <p>1: Movimiento errático o circumducción incompleta</p> <p>2: Movimiento impecable.</p>	23. Movimientos circulares			
<p><b>VIII. Mano</b></p> <p>0: No existe flexión</p> <p>1: Alguna flexión pero no re realiza el movimiento completo</p> <p>2: Flexión (activa) completa (comparada con la mano no afectada)</p>	24. Flexión de dedos			
<p>0: No existe extensión</p>	25. Extensión de dedos			

1: El paciente puede realizar un agarre flexor activo pero no el movimiento completo 2: Extensión (activa) completa (comparada con la mano no afectada)				
0: La posición requerida no se puede conseguir 1: Agarre es débil 2: Agarre puede ser mantenido con relativa resistencia relativamente grande	26. Agarre con extensión de MCF			
0: No puede realizar la acción 1: El trozo de papel interpuesto entre el pulgar y el primer dedo puede ser mantenido en su lugar, pero no con un tirón. 2: El papel es sostenido firmemente tras el tirón.	27. Agarre papel			
0: La función no se puede realizar 1: El lápiz interpuesto entre las yemas de los dedos índice y pulgar se puede mantener en el sitio pero no a través de un ligero tirón 2: El lápiz se agarra firmemente aguantando el tirón	28. Agarre lápiz			
0: La función no se puede realizar 1: Una lata puede mantenerse entre los dedos índice y pulgar pero no tras un tirón 2: La lata se sostiene firmemente tras el tirón.	29. Agarre lata			
0: La función no se puede realizar 1: Puede mantener una pelota de tenis en su lugar mediante empuñadura esférica pero no tras el tirón 2: La pelota de tenis se puede mantener firmemente tras el tirón	30. Agarre pelota			
<b>COORDINACIÓN</b> 0: Temblor marcado 1: Temblor ligero 2: Sin temblor	31. Temblor			
0: Dismetría pronunciada o no sistemática 1: Dismetría ligera o sistemática 2: Sin dismetría	32. Dismetría			
0: La actividad se realiza en más de 6 segundos más lento que con la mano no afectada 1: Entre 2 y 5.9 segundos más lento que con la mano no afectada 2: Menos de 2 segundos de diferencia	33. Velocidad			
	<b>Suma de puntos obtenidos</b>			
	<b>Puntuación parcial</b>	<b>#</b>		/66

### Dimensión: Valoración de la función motora en el miembro inferior

Dominio	Ítem	V.I.	V.Int.	V. F.
<b>REFLEJOS</b> 0: no se obtienen 2: se obtienen	34. Reflejos aquileos			
	35. Reflejos rotulianos			
<b>SINERGIA FLEXORA</b>	36. Flexión de cadera			

<p><b>(posición en decúbito supino)</b>  0: No la puede realizar en absoluto.  1: Realiza el movimiento parcialmente.  2: Realiza el movimiento completamente</p>	37. Flexión de rodilla			
	38. Dorsiflexión de tobillo			
<p><b>SINERGIA EXTENSORA (posición en decúbito lateral)</b>  0: No la puede realizar en absoluto.  1: Realiza el movimiento parcialmente.  2: Realiza el movimiento Completamente</p>	39. Extensión de la cadera			
	40. Aducción de cadera			
	41. Extensión de rodilla			
	42. Flexión plantar de tobillo			
<p><b>MOVIMIENTO COMBINANDO SINERGIAS (posición sentada)</b>  0: No hay movimiento activo  1: Desde la posición de ligera extensión, la rodilla puede flexionarse pero no más de los 90°.  2: Flexión de rodilla más de 90°</p>	43. Flexión de rodilla (Llevar el tobillo hacia atrás y debajo de la silla)			
<p>0: No movimiento activo  1: Flexión activa incompleta (el talón debe permanecer en el suelo con los bordes medial y lateral del antepié sin tocar el suelo durante la dorsiflexión)  2: Dorsiflexión normal (rango completo de movilidad activa con el talón en el suelo)</p>	44. Dorsiflexión de tobillo (Levantar la punta del pie con el talón en el suelo)			
<p><b>MOVIMIENTOS SIN SINERGIAS (en bipedestación)</b>  0: La rodilla no se puede flexionar sin la flexión de la cadera.  1: La flexión de la rodilla se inicia sin flexión de cadera pero no alcanza los 90° o la cadera comienza a flexionarse en una fase posterior del movimiento.  2: La rodilla se flexiona más de 90°</p>	45. Flexión de rodilla (patada hacia atrás con talón)			
<p>0: Sin movimiento activo.  1: Movimiento parcial o con rodilla sin extensión completa  2: Movimiento completo (realización completa del rango articular en la dorsiflexión con la rodilla extendida y el talón en el suelo)</p>	46. Dorsiflexión de tobillo (levantar la punta del pie con el talón en el suelo)			
<p><b>REFLEJOS (en posición sentada)</b>  0: Al menos 2 de los 3 reflejos son marcadamente hiperactivos  1: Un reflejo es marcadamente hiperactivo o al menos 2 reflejos están presentes  2: No más de un reflejo está vivo, y ninguno está hiperactivo</p>	47. Reflejos en miembro inferiores (puntuar solo si se obtienen 4 puntos en el apartado anterior)			
<p><b>COORDINACIÓN</b>  0: Temblor marcado  1: Temblor ligero  2: Sin temblor</p>	48. Temblor			



0: Dismetría pronunciada o no sistemática 1: Dismetría ligera o sistemática 2: Sin disimetría	49. Dismetría			
0: La actividad se realiza en más de 6 segundos más lento que con la mano no afecta 1: Entre 2 y 5.9 segundos más lento que con la miembro no afectado 2: Menos de 2 segundos de diferencia	50. Velocidad			
<b>Suma de puntos</b>				
<b>Puntuación parcial</b>		<b>#</b>		<b>/34</b>

### Dimensión: Valoración del equilibrio

<b>Dominio</b>	<b>Ítem</b>	<b>V.I.</b>	<b>V.Int.</b>	<b>V. F.</b>
0: No se sienta sin apoyo 1: Se sienta sin apoyo por poco tiempo 2: Se sienta sin apoyo 5 minutos y regula su postura	51. Sentado sin apoyo con los pies suspendidos			
0: No mantiene la postura para evitar la caída 1: Mantiene la postura de manera parcial 2: Mantiene la postura de manera adecuada	52. Reacción de paracaídas en el lado no afecto			
0: No mantiene la postura para evitar la caída 1: Mantiene la postura de manera parcial 2: Mantiene la postura de manera adecuada	53. Reacción de paracaídas en el lado afecto			
0: No se mantiene en pie 1: No quiere importante ayuda de otra(s) persona(s) 2: Puede mantenerse al menos un minuto con ayuda mínima o simbólica de otra persona	54. Bipedestación con apoyo			
0: No se mantiene en pie 1: En pie 1 minuto sin oscilaciones 2: Buen equilibrio ( $\pm 1$ minuto con seguridad)	55. Bipedestación sin apoyo			
0: Mantiene la posición 1-2 seg 1: Equilibrio 4-9 seg 2: Equilibrio -10 seg	56. Monobipedestación en la pierna no afecta			
0: Mantiene la posición 1-2 seg 1: Equilibrio 4-9 seg 2: Equilibrio -10 seg	57. Monobipedestación en la pierna afecta			
<b>Suma de puntos</b>				
<b>Puntuación parcial</b>		<b>#</b>		<b>/14</b>

### Dimensión: Sensibilidad

<b>Dominio</b>	<b>Ítem</b>	<b>V.I.</b>	<b>V.Int.</b>	<b>V. F.</b>
<b>Exteroceptiva</b> 0) Anestesia 1) Hipoestesia 2) Normal	58. Brazo			
	59. Palma de la mano			
	60. Pierna			
	61. Planta del pie			

<b>Propioceptiva</b> 0) Ninguna respuesta es correcta 1) $\frac{3}{4}$ de respuestas son correctas 2) Todas las respuestas son correctas	62. Hombro			
	63. Codo			
	64. Muñeca			
	65. Dedos			
	66. Cadera			
	67. Rodilla			
	68. Tobillo			
	69. Dedos de los pies			
	<b>Suma de puntos</b>			
	<b>Puntuación parcial</b>	#		/24

### Dimensión: Rango articular y dolor articular

	<b>Rango articular</b> 0: Apenas algunos grados de movimiento 1: Movilidad pasiva disminuida 2: Movilidad pasiva normal				<b>Dolor articular</b> 0: Dolor en todos los grados de movimiento y dolor intenso al final de la amplitud del movimiento 1: Dolor ligero      2: Sin dolor			
<b>Dimensión</b>	<b>Dominio</b>	<b>V.I.</b>	<b>V.Int.</b>	<b>V. F.</b>	<b>Dominio</b>	<b>V.I.</b>	<b>V.Int.</b>	<b>V. F.</b>
Hombro	70. Abducción				71. Abducción			
	72. Flexión				73. Flexión			
	74. Rotación externa				75. Rotación externa			
	76. Rotación interna				77. Rotación interna			
Codo	78. Flexión				79. Flexión			
	80. Extensión				81. Extensión			
Antebrazo	82. Pronación				83. Pronación			
	84. Supinación				85. Supinación			
Muñeca	86. Flexión				87. Flexión			
	88. Extensión				89. Extensión			
Dedos	90. Flexión				91. Flexión			
	92. Extensión				93. Extensión			
Cadera	94. Flexión				95. Flexión			
	96. Abducción				97. Abducción			
	98. Rotación externa				99. Rotación externa			
	100. Rotación interna				101. Rotación interna			
Rodilla	102. Flexión				103. Flexión			
	104. Extensión				105. Extensión			
Tobillo	106. Dorsiflexión				107. Dorsiflexión			
	108. Flexión plantar				109. Flexión plantar			
Pie	110. Eversión				111. Eversión			
	112. Inversión				113. Inversión			
	Suma de puntos				<b>Suma de puntos</b>			
						<b>Puntuación parcial</b>	#	/
						<b>Puntuación GENERAL total</b>	#	/226

V.I.= Valoración Inicial; V.Int.= Valoración Intermedia; V.F.= Valoración Final.

Índice Motor	Acción/ Movimiento	Realidad Virtual			Terapia de Movimiento Inducido por restricción			Terapia Física y Ocupacional habituales		
		V.I.	V.Int.	V. F.	V.I.	V.Int.	V. F.	V.I.	V.Int.	V. F.
<b>Asignación de puntuación</b>										
<b>Paciente sentado</b> 0: no movimiento 9: contracción palpable 14: realiza movimiento pero no completa rango vs gravedad 19: rango de movimiento completo vs gravedad pero no vs resistencia 25: movimiento vs resistencia pero es menor a contralateral 33: fuerza normal	Abducción de hombro									
	Flexión de codo									
	Movimiento voluntario de 90°									
0: no movimiento 11: inicia la prensión 19: toma el cubo pero no es capaz de sostenerlo vs gravedad 22: toma el cubo y es capaz de sostenerlo vs gravedad pero no vs resistencia 26: toma el cubo vence gravedad y resistencia pero es menor a la contralateral 33: pinza normal	Prensión									
	Mano: cubo de 2.5 cm entre pulgar y demás dedos									
0: no movimiento 9: contracción palpable 14: realiza movimiento pero no completa rango vs gravedad 19: rango de movimiento completo vs gravedad pero no vs resistencia 25: movimiento vs resistencia pero es menor a contralateral 33: fuerza normal	Flexión de cadera									
	Extensión de rodilla									
	Dorsiflexión de tobillo									
Índice de miembro superior: $1+2+3+(1)/100$										
Índice de miembro inferior: $4+5+6+(1)/100$										
Índice motor total: (Índice motor de MS + Índice motor de MI/2)/100										

V.I.= Valoración Inicial; V.Int.= Valoración Intermedia; V.F.= Valoración Final.

## Test de calidad de pinza fina

Asignación de puntuación	Grupo Acción/ Movimiento	RV			TMIRm			TF/TOh		
		V.I.	V.Int.	V. F.	V.I.	V.Int.	V. F.	V.I.	V.Int.	V. F.
0: Incapacidad para tomar el cubo 1: Toma con toda la mano 2: Pinza radial o tridigital 3: Pinza pulgar índice	1.4 cm <sup>2</sup>									
	2.5 cm <sup>2</sup>									
	3.1 cm <sup>2</sup>									

RV= Realidad Virtual; TMIRm= Terapia de Movimiento Inducido por restricción modificada; TF/TOh= Terapia Física y Ocupacional habituales; V.I.= Valoración Inicial; V.Int.= Valoración Intermedia; V.F.= Valoración Final.

## Anexo 4. Evaluación de la afasia.

Fecha: \_\_\_\_\_ Número de paciente: \_\_\_\_\_ Grupo de tratamiento: \_\_\_\_\_

## Escala de intensidad de la afasia de Boston

Descripción del lenguaje características	Grupo	Realidad Virtual			Terapia de Movimiento Inducido por restricción			Terapia Física y Ocupacional habituales		
	Puntos	V.I.	V.Int.	V. F.	V.I.	V.Int.	V. F.	V.I.	V.Int.	V. F.
Ausencia del habla o comprensión auditiva	0									
La comunicación se efectúa totalmente a partir de expresiones incompletas. Necesita de inferencia, preguntas y adivinación por parte del oyente. El caudal de información puede ser intercambiado, es limitado y el peso de la conversación recae sobre el oyente.	1									
El paciente puede, con la ayuda del examinador, mantener una conversación sobre temas familiares. Hay fracaso frecuente al intentar expresar una idea, pero el paciente comparte el peso de la conversación con el examinador	2									
El paciente puede referirse prácticamente a todos los problemas de la vida diaria, con muy pequeña ayuda o sin ella. Sin embargo, la reducción del habla y/o la comprensión hacen sumamente difícil o imposible la conversación sobre cierto tipo de temas.	3									
Hay alguna pérdida obvia de fluidez del habla o de facilidad de comprensión sin limitación significativa de las ideas emitidas a su forma de expresión.	4									
Mínimos deterioros observables en el habla. El paciente puede presentar dificultades subjetivas no evidentes para el oyente	5									

V.I.= Valoración Inicial; V.Int.= Valoración Intermedia; V.F.= Valoración Final.

## Anexo 5. Evaluación de la satisfacción

Fecha: \_\_\_\_\_ Número de paciente: \_\_\_\_\_ Grupo de tratamiento: \_\_\_\_\_

### Inventario de Motivación Intrínseca: Cuestionario de Evaluación de Tareas

Grupo	Realidad Virtual			Restricción e Inducción del Movimiento			TF y TO Habituales		
	V.I.	V.Int.	V. F.	V.I.	V.Int.	V. F.	V.I.	V.Int.	V. F.
Percepción del paciente									
<b>Interés y satisfacción con el tratamiento</b>									
Mientras trabajaba en la tarea pensaba cuánto la disfrutaba.									
Encontré la tarea muy interesante.									
Hacer la tarea fue divertido.									
Disfruté mucho haciendo la tarea.									
Pensé que la tarea era muy aburrida (R).									
Me pareció muy interesante la tarea.									
Yo describiría la tarea como muy agradable.									
<b>Percepción de competencia (del paciente ante el tratamiento)</b>									
Creo que soy bastante bueno en esta tarea.									
Creo que me fue bastante bien en esta actividad, en comparación con otros									
Estoy satisfecho con mi desempeño en esta tarea.									
Me sentí bastante hábil en esta tarea.									
Después de trabajar en esta tarea por un tiempo, me sentí bastante competente.									
<b>Esfuerzo e importancia del tratamiento</b>									
Sentí que era mi elección hacer la tarea.									
Realmente no tenía la opción de hacer la tarea (R).									
Sentí que estaba haciendo lo que quería hacer mientras trabajaba en la tarea.									
Sentí que tenía que hacer la tarea (R).									
Hice la tarea porque no tenía otra opción (R).									
<b>Presión o tensión (provocada por el tratamiento)</b>									
No me sentí nada nervioso por hacer la tarea (R).									
Me sentí tenso mientras hacía la tarea.									
Me sentí relajado mientras hacía la tarea (R).									
Estaba ansioso mientras hacía la tarea.									
Me sentí presionado mientras hacía la tarea.									

V.I.= Valoración Inicial; V.Int.= Valoración Intermedia; V.F.= Valoración Final.

## ANEXO 6. Programa de rehabilitación (sensorio-motriz)

Tipo de entrenamiento	Actividad	Material	Objetivos
<p><b>1. Motor</b> Paciente sentado, con flexión de caderas y rodillas de aproximadamente 90°, con apoyo sobre el piso de ambos pies (con/sin colocación de cabestrillo en brazo sano).</p>	<p>1.1 Colocar frente al paciente a una distancia de 10cm cada uno de los objetos, solicitarle que los tome con la mano afectada durante 5 seg y los suelte, vigilando que no sustituya el movimiento.</p>	<p>-4 cubos de plástico:  10 x 10cm 8x 8 cm 6x6 cm 4x4 cm</p>	<p>-Promover que el paciente realice la pinza pentadigital, favorecer la relajación de los músculos flexores de mano  -Favorecer el control volitivo</p>
	<p>1.2 Colocar frente al paciente a una distancia aproximada de 30 cm un cubo, una esfera y un cono, el terapeuta se colocará detrás del paciente pidiéndole que trate de pasarle el objeto por atrás de su propio hombro.</p>	<p>-Esferas de unicel con los siguientes diámetros:  5 cm 4 cm 3 cm 2 cm  -Conos con diámetro base:  7.5cm 6.5cm 5cm 3.5cm</p>	<p>-Favorecer los movimientos de flexión de codo y hombro.  -Favorecer el control volitivo.</p>
	<p>Colocar frente al paciente y sobre la mesa 6 fichas de dominó (horizontales) y un recipiente plástico a un costado de la extremidad, solicitarle al paciente que con el hombro en posición funcional y flexión de codo a 90° tome las fichas y las coloque en el recipiente.  Colocar frente al paciente 3 frascos sin tapa en posición vertical e indicarle que los cambie boca abajo.</p>	<p>Fichas de dominó de madera de 4 x 10 cm  Frasco de plástico con 20cm de longitud</p>	<p>-Favorecer los movimientos de pronosupinación</p>
	<p>Colocar sobre la mesa 10 conos, del lado contrario al afectado a una distancia de 30cm, indicarle al paciente que los lleve al lado contrario formando torres (la longitud de la torre variara de acuerdo a los progresos del paciente y su capacidad para soltarla)  Colocar frente al paciente a una distancia de 20 cm frascos (llenos de arena) en posición vertical e indicarle que los abra y los cierre.</p>	<p>- Conos del tamaño mencionado en el Ítem 1.1  - Frasco con tapas de diámetro de: 7 cm 5 cm 3 cm 2 cm</p>	<p>Favorecer los movimientos de desviación cubital y radial, flexión y abducción de hombro</p>

Tipo de entrenamiento	Actividad	Material	Objetivos
<p><b>2. Motor.</b> Paciente sentado con flexión de caderas y rodilla de aproximadamente 90°, con apoyo sobre el piso de ambos pies (con/sin colocación de cabestrillo en brazo sano).</p>	2.1 Darle un lápiz al paciente y solicitarle que trace una línea recta, y curva una vez que el paciente lo realice solicitarle que escriba su nombre.	Lápiz de manera inicial se tomara con adaptaciones que se irán retirando de acuerdo a la evolución del paciente.	-Favorecer la pinza digito-digital, coordinación visomotriz.
	2.2 Tomar objetos y tratar de cortar y llevar el alimento a la boca.	Tenedor Cuchillo Cuchara sopera Cuchara cafetera Alimentos aditamentos	-Favorecer pinza tridigital, pronosupinación y movimientos de flexión, extensión de codo, flexión y abducción de hombro. -Favorecer coordinación viso motriz
	2.3 Tomar los objetos frente al paciente a una distancia de 5cm entre ellos, solicitarle que tome los objetos y los lleve a un costado de la extremidad afectada, colocándolo en un recipiente logrando la abducción máxima del paciente	Cubos de plástico Esferas Conos(tamaños antes mencionados)	-Favorecer pinza pentadigital, incrementar arcos de movilidad de hombro: Flexión y abducción, extensión de codo y flexión de muñeca y MCF.
	2.4 Colocar 5 esferas en un extremo de la mesa distal al paciente a una distancia en que sea posible tomarlas, pedirle que las recolecte con cada dedo en un recipiente el cual se localiza al costado del dedo afectado, dicho recipiente estará sobre un banco a una distancia que el alcance del movimiento del paciente se lo permita, realizarlos con los ojos abiertos, y posteriormente cerrarlos.	-Esferas con diámetro de:  4cm 3cm 2cm 1cm  -Recipiente de 40 x 40cm	-Favorecer pinza termino terminal, transferencias, movimientos de abducción de hombro, coordinación viso motriz.
	2.5 Armar un rompecabezas el cual se irá cambiando de número de piezas y la mitad de acuerdo con la evolución del paciente, las piezas se pondrán a una distancia de 3cm entre ellas a 10cm de donde se armara.	-Foami 10-12 pieza -Papel cartón: 24-30 piezas	-Favorecer coordinación ojo-mano, pinzas, movimientos de flexo extensión de codo, figura de fondo.
	2.6 Colocar frente al paciente la tabla de tuercas e indicarle que trate de poner o quitar el mayor número de ellas, llevándolas del lado sano al afectado de distal a proximal.	-Tabla de tuercas -Tabla con un diámetro de 6cm	-Favorecer control voluntario, pinzas, coordinación visomotriz. -facilitar relajación de cintura escapular
	2.7 Colocar al lado contrario de la extremidad afectada los cilindro y la base de madera del lado afectada e indicarle al paciente que tome los cilindros y los coloque en sus bases	-cilindros de madera de diferentes diámetros:  4 cm 3 cm 2 cm 1 cm.	-Favorecer pinzas, abducción y aducción de hombro, coordinación visomotriz

Tipo de entrenamiento	Actividad	Material	Objetivos
<b>3. Motor</b> Paciente sentado con flexión de caderas y rodilla de aproximadamente 90º, con apoyo sobre el piso de ambos pies (con/sin colocación de cabestrillo en brazo sano).	3.1 Colocar hombro, codo y mano en posición funcional o lo mas cercano posible a dicha posición, colocar al extremo izquierdo de la mesa los frascos y pedirle que los lleva al extremo contrario de donde	-Frascos con altura de: 20, 10, 8 y 4 cm.	-Favorecer transferencias, abducción y aducción de hombro.
	3.2 Colocar una pelota en la palma de la mano y pedirle al paciente que lo envuelva con los dedos con la mínima fuerza que requiera para realizar la actividad y soltarlo.	-Pelota de gel -Pelota flexible de plástico -Pelota compacta de 6cm diámetro	-Favorecer sensibilidad profunda y la estereognosia.
	3.3 Jugar domino, palillos chinos. Los objetos se colocaran sobre la mesa en el extremo del lado afectado del paciente.	-Dominó de madera de:  5x2.5cm y 3.5 x 7xm.  -Palillos chinos plásticos (las actividades se alternaran de acuerdo a la evolución del paciente).	-Favorecer actividad motora fina
	3.4 Solicitar al paciente que tome la canica con cada uno de los dedos y los coloque en el recipiente a manera de que se realiza pinza, digito-digital.	-Canicas de diámetros: 4cm 3cm 2cm 1cm	-Favorecer pinza digito digital
	3.5 Colocar sobre la mesa de trabajo el material y fijarlo, solicitarle al paciente que deslice el rollo de tela sobre las líneas, favoreciendo los movimientos abd y rotación de hombro.	-Mantel de 90 x60cm con líneas curvas en forma de 8  -Rollo de tela	-Favorecer los movimientos de abd, flexión y rotación de hombro
<b>4. Entrenamiento sensorial:</b>	4.1 Colocar diferentes objetos en la palma de la mano del paciente y pedirle que identifique las formas de los objetos mismos( se realiza con ojos cerrados)	-Figuras geométricas de plástico -Cuadrado 5x5cm -Rectángulo 3x5cm -Esferas 5 cm	-Favorecer sensibilidad profunda, estereognosia
	4.2 Colocar una caja llena de arroz, frijol y algunos objetos, introducir la mano del paciente y solicitarle que los recupere, mismos que se irán cambiando de acuerdo a la evolución del paciente, iniciando con los de uso común y posteriormente con las figuras geométricas y las agujas.	-Recipiente de 36 x 30cm lleno de arena, frijol y trigo. -Cuchara sopera y cafetera -tenedor -cepillo dental, peine, llaves de plástico y de metal, figuras geométricas, clics, agujas de 5cm de longitud con punta roma.	



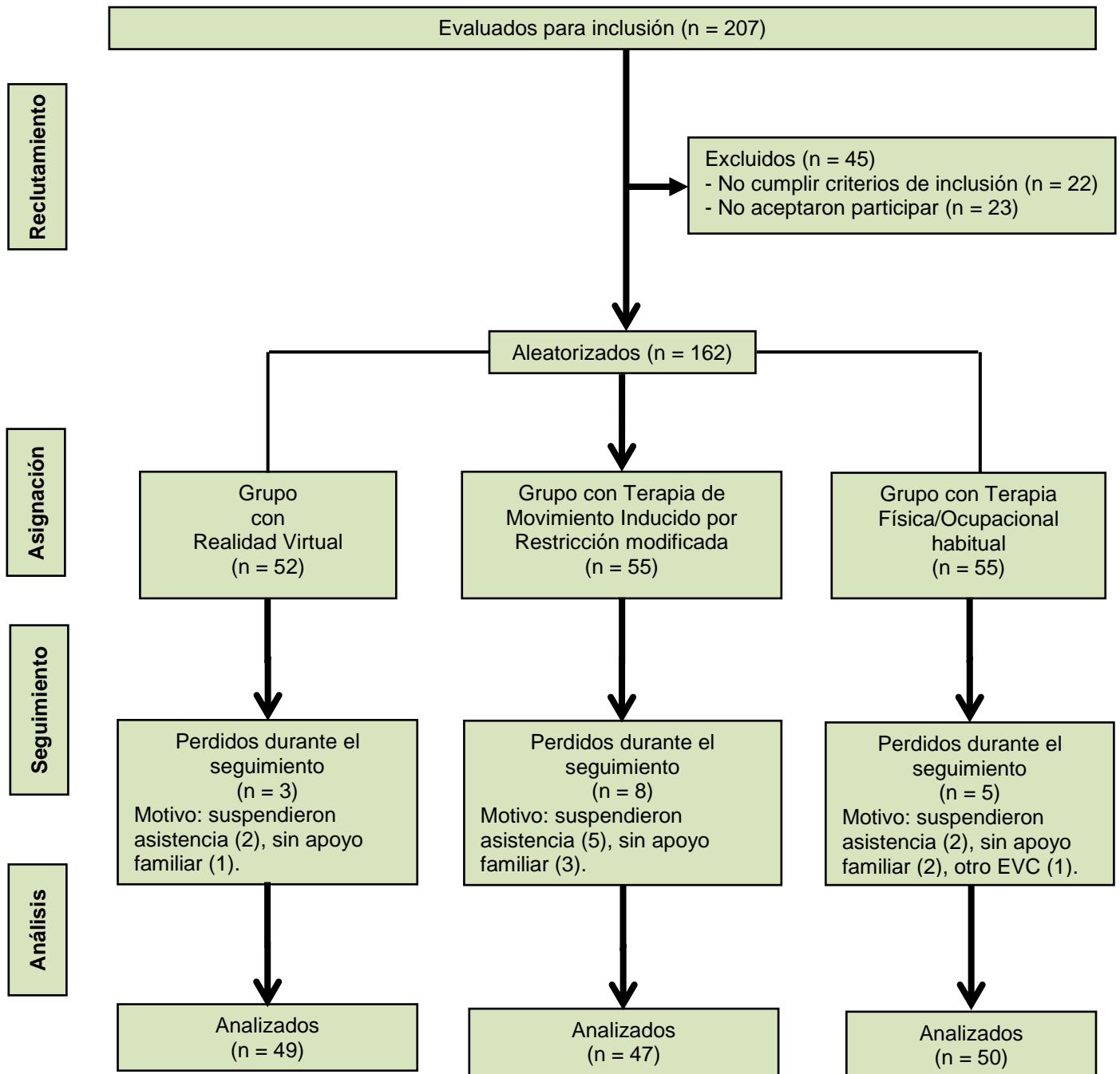
Tipo de entrenamiento	Actividad	Material	Objetivos
5. Entrenamiento sensorial	5.1 Pasar diferentes texturas sobre la extremidad superior y solicitarle al paciente que trate de identificarlas.	Telas de diferentes texturas: -Suave -Liso -acolchonado -rugoso	-Favorecer la discriminación sensorial
	5.2 Replicar sobre la piel del paciente las letras x, o, s, l, z y los números del 1 al 5 en sitios diferentes de la extremidad y en etapas diferentes solicitándole al paciente que identifique la letra o número replicado.	-Lápiz de madera	-Grafiestesia
	5.3 Paciente con los ojos cerrados, tocar de manera muy superficial alguna parte de la extremidad y solicitarle al paciente que identifique si lo siente, así como también deberá identificar el sitio estimulado.	-Algodón	-Topognosia
	5.4 El terapeuta utilizando el dedo índice o el medio como referencia para mover la extremidad superior del paciente y colocarlo en un nuevo lugar, pedirle al paciente que lo lleve a la posición inicial al ternando periodos con el paciente en bipedestación y en sedestación.		-Propiocepción

## Apéndice 1.

RAMAS DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA Y ANTERIOR, AREAS IRRIGADAS Y MANIFESTACIONES CLINICAS<sup>1, 2, 17</sup>.

ARTERIA	AREA IRRIGADA	MANIFESTACIONES CLINICAS
<p><b>ARTERIA CEREBRAL MEDIA</b></p> <p><b>Rama superior</b></p>	<p><b>Area Rolandica y pre-Rolándica.</b> Corteza y sustancia blanca de la cara externa e inferior del lóbulo frontal, área motora 4 y 6, centros de la mirada lateral y área de Broca en hemisferio dominante</p>	<p><b>Rama frontal ascendente:</b> déficit motor de cara-brazo, poco la pierna izquierda, mutismo inicial, leves defectos de comprensión que rápidamente se normalizan.</p> <p><b>Ramas rolándicas:</b> hemiplejía y disartria graves, afasia leve o disfasia.</p> <p><b>Ramo parietal ascendente:</b> sin problema sensitivo-motor, solamente afasia de conducción o apraxia ideomotora bilateral.</p>
<p><b>Rama inferior</b></p>	<p><b>Area temporo-parietal.</b> Corteza y sustancia blanca del lóbulo parietal y temporal, corteza sensitiva, circunvoluciones angular y supramarginal. Cintillas ópticas, corteza visual macular.</p>	<p>Se afecta con menos frecuencia, casi siempre manifiesta afasia de Wernike y hemianopsia homónima contralateral.</p> <p>Déficit sensorial contralateral que afecta cara, brazo y mano.</p> <p>Infartos de <b>ramas parietal superior, angular o temporal posterior:</b> déficit de la comprensión del lenguaje hablado o escritura en forma más grave.</p>
<p><b>Frontal orbitaria</b></p>	<p>Parte superior del lóbulo temporal e ínsula.</p>	<p>Hemianopsia homónima o cuadrantopsia superior homónima.</p>
<p><b>Ramas penetrantes</b></p>	<p>Putamen, parte de la cabeza y cuerpo del núcleo caudado, globo pálido externo, brazo posterior de la cápsula interna y la corona radiada.</p>	<p>Hemiplejía motora pura. Disartria variable.</p>
<p><b>ARTERIA CEREBRAL ANTERIOR</b></p>	<p>Cara medial de la corteza frontal y temporal.</p>	<p>Hemiplejía contralateral pie-pierna, muy poco afectado el brazo, no afectada la cara. Déficit sensorial contralateral de la pierna. Afasia transcortical motora.</p>

## Apéndice 2. Diagrama de flujo de participantes



### Apéndice 3. Dictamen de autorización de la investigación.

**MÉXICO**  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



**Dirección de Prestaciones Médicas**  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Coordinación de Investigación en Salud



#### Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud **3702** con número de registro **13 CI 09 003 250** ante  
COFEPRIS  
H GRAL ZONA NUM 32, D.F. SUR

FECHA **28/06/2016**

**M.C. MARÍA DEL CARMEN ROJAS SOSA**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**EFECTO DE DIFERENTES MODALIDADES TERAPÉUTICAS APOYADAS EN REALIDAD VIRTUAL O RESTRICCIÓN E INDUCCIÓN DEL MOVIMIENTO COMPARADAS CON TERAPIA FÍSICA Y OCUPACIONAL HABITUALES SOBRE LA RECUPERACIÓN MOTORA DE EXTREMIDADES PARETICAS EN PACIENTES CON EVENTO VASCULAR CEREBRAL Y SU IMPACTO ECONÓMICO.**

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

<b>Núm. de Registro</b>
-------------------------

<b>R-2016-3702-44</b>
-----------------------

ATENTAMENTE

**DR.(A). JOSÉ LUIS ARANZA AGUILAR**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3702

**IMSS**

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL