



Trabajo Fin de Grado

Efectividad de la Realidad Virtual como parte del tratamiento en un paciente tras un accidente cerebrovascular. A propósito de un caso.

Effectiveness of the Virtual Reality as part of a physiotherapy treatment after stroke. A case report.

Autora

Nuria Pérez Plaza

Director

María Pilar Domínguez Oliván

Facultad de Ciencias de la Salud
Curso Académico: 2023/2024

ÍNDICE

1. RESUMEN	2
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. METODOLOGÍA.....	6
3. 1 DISEÑO DEL ESTUDIO Y VARIABLES	6
3.2. CRONOGRAMA.....	6
3.3 ASPECTOS ÉTICOS	7
3.4 PRESENTACIÓN DEL CASO	7
3.4.1 Anamnesis/ Perfil de la paciente	7
3.4.2 Valoración inicial.....	7
3.4.3 Diagnóstico fisioterápico	8
3.5 DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN.....	8
Realidad Virtual (RV)	9
Ejercicios de estabilidad y movilidad.....	10
4. RESULTADOS	11
5. DISCUSIÓN.....	14
5.1 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	16
6. CONCLUSIONES	17
6. BIBLIOGRAFÍA.....	18
ANEXO 1: Consentimiento Informado	23

1. RESUMEN

Introducción: El tratamiento fisioterápico basado en ejercicios funcionales ha demostrado ser efectivo en la rehabilitación de ictus, trabajando sobre sus manifestaciones clínicas motoras, sensoriales y cognitivas. La realidad virtual (RV) produce una mejora de la recuperación funcional a través del entrenamiento del equilibrio y la marcha.

Objetivo: Valorar la efectividad de la RV como parte del tratamiento fisioterápico en una paciente tras un ictus.

Metodología: Caso clínico ($n=1$) en el que se realiza una intervención fisioterápica de 9 semanas compuesta de dos bloques: Realidad Virtual inmersiva y ejercicios de estabilidad y movilidad. Se realiza una valoración inicial antes del tratamiento y otra al finalizarlo, se miden las variables de equilibrio, marcha, AVD y bienestar emocional. Además, una vez acabado el tratamiento se hace un seguimiento posterior mediante llamadas telefónicas.

Resultados: Aumento de la puntuación de la escala BERG, el índice de Barthel y el SF-36. Disminuye el tiempo del TUG y 10MWT.

Conclusiones: La intervención fisioterápica de RV inmersiva y ejercicios de movilidad y estabilidad realizada durante 18 sesiones divididas en 9 semanas ha mejorado el valor de las variables dependientes medidas con la escala BERG, TUG, 10MWT y SF-36 en una paciente en fase crónica de ictus. Además, la paciente presentó buena adherencia al tratamiento. Al ser un caso clínico los datos no son extrapolables.

Palabras Clave: Ictus, equilibrio, marcha, AVD.

ABSTRACT

Introduction: Physiotherapy based on functional exercises has proven to be effective in stroke rehabilitation, working on its motor, sensory and cognitive clinical symptoms. Virtual reality (VR) improves functional recovery through factors such as balance and gait.

Objective: To assess the effectiveness of VR as part of the physiotherapy treatment in a patient after a stroke.

Methodology: Clinical case (n=1) where a 9-week physiotherapy intervention was carried out, composed of two blocks: Immersive Virtual Reality, and stability and mobility exercises. An initial assessment was done before treatment and another at the end of the program, the variables of balance, gait, DLA and emotional well-being were measured. Furthermore, once the treatment was finished, subsequent follow-up was done through telephone calls.

Results: An improvement of the BERG scale, the Barthel index and the SF-36 scores. The time of the TUG and 10MWT decreased.

Conclusions: Physiotherapy intervention with immersive VR and mobility and stability exercises, carried out during 18 sessions divided into 9 weeks, has improved the value of the dependent variables measured with the BERG, TUG, 10MWT and SF-36 scale in a chronic stroke patient. Furthermore, the patient had good adherence to treatment. Being a clinical case, the data cannot be inferred.

Keywords: Stroke, balance, gait, DLA

2. INTRODUCCIÓN

Un ictus o accidente cerebrovascular es una perturbación de la circulación cerebral. Puede deberse tanto al exceso de sangre en el tejido cerebral como a la disminución del flujo sanguíneo arterial, este último se denomina ictus isquémico, y es el más común representando alrededor del 85% de casos. Ocurre de forma súbita y dura más de 24h. (1) En los últimos años ha aumentado la prevalencia de esta enfermedad debido al envejecimiento de la población. Actualmente es la segunda causa de muerte en Europa (2) y en España es la principal causa de mortalidad específica (1).

Dada su importancia a nivel mundial por su alto número de casos y los costes que supone a los sistemas sanitarios, es conveniente conocer y controlar sus factores de riesgo modificables para de esta forma prevenir la enfermedad. Entre estos factores se encuentra la hipertensión, el hábito tabáquico, el sedentarismo, el consumo excesivo de alcohol, el índice de masa corporal (IMC) por encima de los valores normativos, la diabetes y causas cardíacas (3,4).

Los accidentes cerebrovasculares implican manifestaciones clínicas motoras, sensoriales y cognitivas (5-7). Además, son la causa principal de afasias (8). Los déficits motores y cognitivos participan en la alteración del equilibrio y la marcha del paciente, que requiere de buena coordinación. Esto supone una limitación a la hora de realizar las actividades de su vida diaria (AVDs), como su participación, lo que conlleva una pérdida de la calidad de vida del paciente (9).

La frecuente falta de actividad física en los pacientes tras un ictus lleva a un deterioro funcional progresivo, por lo que se recomienda realizar programas de ejercicio para mejorar las aptitudes físicas como la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria (10). El tratamiento fisioterápico basado en ejercicios funcionales y de doble tarea ha demostrado ser efectivo en la recuperación motora y funcional de estos pacientes (11).

Sumado a lo anterior, cada vez se está estudiando más el uso de la realidad virtual (RV) con fines terapéuticos. En neurorrehabilitación produce una mejora de la recuperación funcional a través de factores como el equilibrio,

la marcha, la función de los miembros superiores (MMSS) y la calidad de vida relacionada con la salud. (12,13)

La RV es una representación de una realidad interactiva generada por un ordenador (12). El equipo de RV inmersiva consta de unas gafas inmersivas, unos controladores que representan las manos dentro del mundo virtual y un monitor donde se puede controlar desde fuera lo que está sucediendo. Estos sistemas suponen una forma entretenida y motivadora de realizar rehabilitación para los pacientes (14). Además, permiten centrar la atención en el trabajo que se realice dentro de este medio virtual, lo cual facilita el tratamiento de pacientes con déficits cognitivos.

Sin embargo, los estudios sobre la efectividad de la aplicación de RV en accidentes cerebrovasculares son heterogéneos en cuanto a los sistemas utilizados, las variables de estudio, y su aplicación, dado que en múltiples estudios se aplican de forma aislada (15,16). Hay evidencia limitada sobre implementar terapia con RV inmersiva centrada en el entrenamiento del equilibrio, la marcha y las AVDs junto a otras técnicas y métodos de fisioterapia en el tratamiento de pacientes tras un accidente cerebrovascular, y por ello se ha decidido realizar el siguiente estudio.

2.1 OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es valorar la efectividad de la RV como parte del tratamiento fisioterápico en una paciente tras un ictus. Con una evaluación previa y posterior al tratamiento, llevando a cabo un registro de variables medibles. Al tiempo que se busca fomentar el cumplimiento del Objetivo 3.4 del Desarrollo Sostenible “Salud y Bienestar”.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar los efectos de la RV en los cambios del equilibrio medidos con el *Timed Up and Go* y la escala BERG.
- Evaluar los efectos de la RV en la velocidad de la marcha con el Test de la marcha de 10 metros.
- Evaluar los efectos en la realización de las AVDs a través del Índice de Barthel antes y después del tratamiento.
- Evaluar los cambios tras la intervención en la calidad de vida relacionada con la salud mediante el cuestionario SF-36.

3. METODOLOGÍA

3. 1 DISEÑO DEL ESTUDIO Y VARIABLES

Este estudio corresponde a un caso clínico ($n=1$), y es de tipo descriptivo experimental, longitudinal, prospectivo.

La variable independiente es el uso de la Realidad Virtual como parte del tratamiento fisioterapéutico en una paciente con secuelas de ictus.

En concreto, las variables dependientes fueron:

- Equilibrio: medido con el *Timed Up and Go Test* (TUG) y la Escala BERG (BBS).

El TUG consiste en cronometrar una prueba en la que la paciente se levanta de una silla sin reposabrazos, camina 3 metros y da la vuelta para volver a sentarse en la silla.

La escala BERG consiste en una escala de 14 ítems en los que se puntuá el equilibrio del paciente. La puntuación oscila entre 0 y 56, significando a mayor puntuación mejor equilibrio.

- Velocidad de la marcha: se usa el Test de la marcha de 10 metros (10MWT). El 10MWT es una prueba en la que se cronometra a la paciente caminando 10 metros seguidos, mide la velocidad de la marcha habitual. Esos 10 metros incluyeron la aceleración y desaceleración de la marcha.
- AVDs: se usa el Índice Barthel (IB). El IB es una escala ampliamente utilizada para medir el grado de dependencia a través de las AVDs. Tiene 10 ítems, y a mayor puntuación (0-100) indica mayor grado de independencia.
- Calidad de vida en relación a la salud: medida con el cuestionario SF-36, que consta de 36 ítems y valora las 8 siguientes escalas: Función física, Rol físico, Dolor corporal, Salud general, Vitalidad, Función social, Rol emocional y Salud mental.

3.2. CRONOGRAMA

Los meses empleados para la recogida inicial de datos fueron noviembre y diciembre 2023. El tratamiento se llevó a cabo en enero-febrero de 2024. La

segunda y última evaluación fue llevada a cabo la tercera semana de marzo de 2024.

3.3 ASPECTOS ÉTICOS

Se contó con la aprobación del tratamiento de datos del estudio por parte La Unidad de protección de datos de la Universidad de Zaragoza (Custos).

Se informó a la paciente sobre el estudio y decidió participar voluntariamente firmando el consentimiento informado (Anexo 1).

3.4 PRESENTACIÓN DEL CASO

3.4.1 Anamnesis/ Perfil de la paciente

Mujer de 83 años que sufrió un Ictus isquémico lacunar izquierdo a finales de diciembre de 2022. Sus manifestaciones clínicas funcionales más destacables fueron hemiplejia derecha, con mayor afectación del miembro inferior y pérdida de equilibrio por afectación de la sensibilidad propioceptiva.

Actualmente para distancias largas usa silla de ruedas, para distancias medias usa un andador de cuatro ruedas y las distancias cortas las realiza sin ayudas técnicas, sujetándose en la pared si es necesario. Vive con su cuidadora.

Llevaba una vida sedentaria previa al accidente cerebrovascular. No presenta comorbilidad asociada.

3.4.2 Valoración inicial

En la medición de las variables dependientes se obtuvieron los siguientes valores:

Respecto al equilibrio la paciente tardó 23.34 segundos en realizar el *Timed Up and Go Test* sin ayudas técnicas, lo que indica un elevado riesgo de caída, y presenta riesgo moderado de caída según la Escala BERG (33/56 puntos) (17).

Tardó 25 segundos en recorrer el 10MWT, por lo tanto su velocidad de la marcha es de 0.4 m/s, más reducida de los valores normativos (0.8m/s para su edad) (18,19).

En cuanto a las AVDs obtuvo 50/100 en el Índice de Barthel lo que implica grado de dependencia moderado (20,21). Los parámetros más afectados fueron los relacionados con los MMII, sobre todo era dependiente para subir y bajar escalones.

Banderas rojas y amarillas, la paciente no presenta banderas rojas, pero sí banderas amarillas, tras valorar su bienestar emocional y estado funcional con el Cuestionario de salud SF-36 (Tabla 2).

Ítems	Puntuación	Ítems	Puntuación
Funcionamiento físico	15	Bienestar emocional	44
Limitaciones debido a la salud física	50	Funcionamiento social	50
Limitaciones debido a problemas emocionales	67	Dolor Corporal	23
Energía/ Fatiga	40	Salud General	30

Tabla 2. Valores SF-36 antes de iniciar el tratamiento

3.4.3 Diagnóstico fisioterápico

Paciente de 83 años en fase crónica de ictus, que presenta hemiparesia derecha, inestabilidad, y pérdida de autonomía tanto en la marcha como en las AVDs.

3.5 DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN

Se diseñó una intervención de fisioterapia con realidad virtual (RV) y tratamiento de las alteraciones de equilibrio, que se llevó a cabo con una frecuencia de 2 sesiones por semana durante 9 semanas, un total de 18 sesiones de 40 minutos cada una.

Las intervenciones se realizaron en el domicilio de la paciente, donde había el suficiente espacio y ella se sentía más segura, y la autora del estudio llevó los materiales necesarios para cada intervención. Previo al inicio del tratamiento nos aseguramos de que era un lugar adecuado y sin distracciones.

La intervención estuvo compuesta por dos bloques principales, uno de RV y otro de ejercicios de estabilidad y movilidad. Cada bloque se trabajaba durante 20 minutos en cada día de tratamiento. En ambos, la dificultad

aumentaba adaptándose al progreso de la paciente según la percepción de la fisioterapeuta.

Realidad Virtual (RV)

Se utilizó un equipo de RV inmersiva de la marca Dynamics VR (22), que consistía en unas gafas inmersivas, a través de las cuales se ve el mundo virtual, con un controlador para cada mano, que consiste en un mando con botones que permiten interactuar dentro de la RV. Tanto para seleccionar el programa como para usarlo, este se controla con el dedo índice y pulgar. El sistema dispone de un programa en el que se puede conectar un monitor que proyecta lo que está viendo la persona a través de las gafas, puede ser cualquier dispositivo que se conecte a bluetooth y que permite guiar al paciente.

El plan de intervención con RV consistió en realizar 2 partidas de cada programa, las cuales duraban 2,5 minutos y entre partidas se le quitaban las gafas a la paciente durante un minuto para evitar mareos.

Antes de usar el equipo se le informó a la participante cómo funcionaba, que al colocarse las gafas se vería envuelta en una realidad tecnológica y qué programas se iban a usar. Se le informó que, si en cualquier momento refería mareos, se encontraba mal o decidía parar, podía hacerlo.

La paciente se colocaba en cada sesión en bipedestación sin ayudas técnicas y sujetaba un controlador con cada mano, la fisioterapeuta colocaba las gafas inmersivas a la medida adecuada de la paciente.

Se desarrolló un plan de intervención basado en los programas con los que mejor se podían trabajar los objetivos, en este caso eran:

- **Laberinto:** Consiste en encontrar la salida a un laberinto dirigiendo el recorrido con el movimiento de la cabeza (el movimiento de las gafas en el espacio). Se aborda el equilibrio en bipedestación con giros de cabeza, pivote de tobillo (ajustes posturales anticipatorios, sistema vestibular).
- **Lumbar:** Consiste en un juego en el que van apareciendo diferentes objetos y debes evitar chocarte. Para ello se requieren movimientos de flexión lumbar, de cadera y rodillas, así como inclinaciones lumbares.

Aborda el equilibrio en bipedestación con movimientos del tronco y la velocidad de reacción, pivote de tobillo y cadera.

- Hombro: Consiste en un juego en el que hay que “disparar” a distintos puntos. Para ello se usa un controlador con cada mano para dirigirse hacia la dirección del punto y había que pulsar un botón con el dedo índice para disparar. Trata los ajustes posturales anticipatorios mediante el desplazamiento del brazo.

Ejercicios de estabilidad y movilidad (11,23)

Se realizaron ejercicios de estabilidad con evidencia científica seguidos a los ejercicios con RV. En la primera sesión de la semana se practicaron durante 10 minutos en cada sesión ejercicios de equilibrio y 10 minutos de marcha, y la segunda 6 minutos de equilibrio, 7 minutos de marcha y 7 minutos de AVDs. En caso de necesitarlo se le dejó usar el respaldo de una silla como apoyo.

Ejercicios de equilibrio:

- Mantener el equilibrio estático bipodal.
- Mantener el equilibrio estático monopodal.
- Mantener el equilibrio dinámico monopodal.
- Mantener el equilibrio en posición de tandem.
- Ejercicios de alcance en bipedestación traspasando la línea media.

Ejercicios de marcha:

- Caminar aumentando la longitud del paso.
- Caminar de lado haciendo una sentadilla por cada paso.
- Caminar llevando las rodillas al pecho.

Ejercicios de AVDs:

- Sentadillas.

Al final del tratamiento le pautamos mantener la realización de los ejercicios de estabilidad y movilidad 3 días por semana (lunes, miércoles y viernes) en presencia de su cuidadora, para evitar caídas. Realizamos un seguimiento mediante llamadas telefónicas, para valorar su adherencia al tratamiento, así como el mantenimiento de un estilo de vida más activo. Hicimos una llamada telefónica cada 12 días para preguntar si los había hecho y qué dificultades había tenido.

4. RESULTADOS

Al finalizar el plan de intervención se realizó una valoración final.

Respecto a la **Escala BERG**, se observa la mejora en algunas de las variables mostradas en la siguiente tabla, concretamente en los ítems: sentar a levantar y levantar-sentar, estar de pie sin ayuda, test de alcance funcional y giro de la cabeza manteniendo la base de apoyo. El resto de las variables no modificaron su puntuación y ninguna de ellos empeoró (Tabla 3). La puntuación de la escala pasó de 33 puntos al comenzar el estudio a 37 al finalizar el mismo.

Ítems	Valoración Inicial	Valoración Final	Ítems	Valoración Inicial	Valoración Final
Sedestación a bipedestación	3	4	Brazo extendido hacia delante	1	2
Bipedestación sin ayuda	4	4	Recoger un objeto del suelo	3	3
Sedestación sin apoyarla espalda	4	4	Girarse para mirar hacia atrás	3	4
Bipedestación a sedestación	2	3	Girar 360º	2	2
Transferencias	3	3	Subir alternante los pies a un escalón	0	0
Bipedestación sin ayuda con los ojos cerrados	3	4	Bipedestación en tandem	0	0
Permanecer en bipedestación	4	4	Bipedestación sobre un pie	0	0

Tabla 3: Valores de los ítems de la escala BERG antes y después de la intervención.

El tiempo que tardó en realizar los test con los que se valoró la marcha, el **TUG** y el **10MWT** se redujo respecto a la valoración inicial (Tabla 4). En el TUG test el tiempo se redujo en torno a 1,5 segundos y en los 10 metros marcha en unos 2 segundos:

	Valoración Inicial	Valoración Final
TUG	23,34 s	21,97 s
10MWT	25,01 s	22,88 s

Tabla 4. Cambios en la velocidad de marcha tras la intervención

La valoración total del índice de Barthel aumentó en 10 puntos, pasando de 50 a 60 tras la intervención. Los ítems “trasladarse” y “lavarse” obtuvieron mayor puntuación al finalizar la intervención. La puntuación de los ítems en el **Índice de Barthel** antes y después de la intervención se muestra en la figura 1.

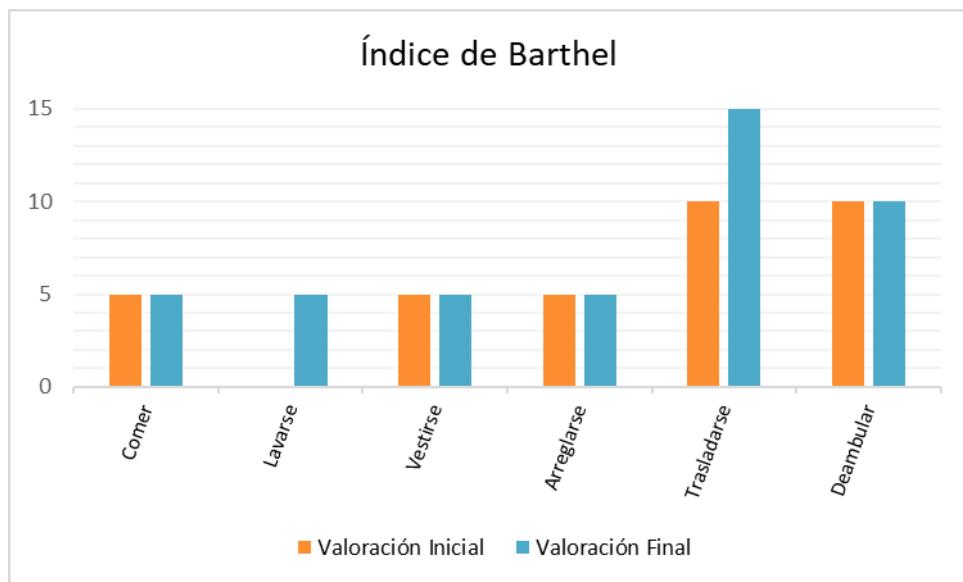


Figura 1: Índice de Barthel

El seguimiento por llamadas telefónicas se registró en la siguiente “Tabla 5”. Tras las llamadas segunda y tercera aumentó la adhesión a los ejercicios pautados. La fatiga cesó tras la primera llamada (Tabla 5).

	Llamada 1	Llamada 2	Llamada 3
Realiza los ejercicios (días)	80%	83,33%	100%
Dificultades en la realización de los ejercicios	Fatiga y más uso de apoyos (respaldo de una silla) al hacerlos por falta de seguridad	Más uso de apoyos (respaldo de una silla) al hacerlos por falta de seguridad	Más uso de apoyos (respaldo de una silla) al hacerlos por falta de seguridad

Tabla 5. Seguimiento de la práctica autónoma de actividad.

Después del tercer seguimiento se le volvió a realizar a la paciente el test **SF-36** para valorar su bienestar emocional (Tabla 8).

Todos los ítems menos “Funcionamiento social” y “Salud general” aumentan su puntuación en la valoración final. El mayor cambio se produce en “Limitaciones debido a la salud física” y “Dolor corporal”.

Ítems	Valoración inicial	Valoración final
Funcionamiento físico	15	25
Limitaciones debido a la salud física	50	75
Limitaciones debido a problemas emocionales	67	90
Energía/ Fatiga	40	50
Bienestar emocional	44	48
Funcionamiento social	50	50
Dolor Corporal	23	48
Salud General	30	30

Tabla 6. Valores iniciales y finales del cuestionario de bienestar SF-36.

5. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue valorar la eficacia del uso de la RV inmersiva como parte de la intervención fisioterápica en una paciente con un ictus crónico, con el fin de mejorar su equilibrio, velocidad de la marcha y la realización de las AVDs. Los resultados muestran una mejora en mayoría de las variables medidas, que parece deberse a la intervención fisioterápica de RV y ejercicios, lo que confirmaría la hipótesis inicial de dicho tratamiento. Además, ha mejorado su bienestar emocional al mantener un estilo de vida más activo y poder abordar de manera activa y autónoma su problema de salud tras la intervención de fisioterapia.

Estudios realizados con pacientes crónicos como la del presente estudio, en los que se implementó un programa de fisioterapia convencional basada en ejercicios o realidad virtual, han mostrado una mejora significativa del equilibrio medido mediante la escala BERG (24–26). Igualmente, programas con ambos tipos de intervención han supuesto beneficios para el equilibrio en personas con ictus crónico (27), lo que concuerda con los resultados de este estudio.

La mejora del equilibrio monopodal reflejado con el ítem "Bipedestación sobre un pie" de la escala BERG, puede deberse al abordaje de manera específica de este ítem, dado que se había trabajado el cambio de peso de los pies con los desequilibrios proporcionados por la RV y con los ejercicios con disociación de miembros inferiores, tales como los de equilibrio monopodal y caminar a lo largo del pasillo llevando la rodilla al pecho.

Por otro lado, Huber *et al.*, y Salameh *et al.* (28,29), afirman que la intervención con diferentes sistemas de RV no inmersiva mejora de forma estadísticamente significativa el equilibrio valorado con el TUG en fases crónicas de ictus. Así, el tratamiento con RV aplicado en el que se trabaja la estabilidad en bipedestación con giros de cabeza y los ejercicios, sobre todo los de equilibrio monopodal, marcha y sentadillas, pueden explicar la disminución del tiempo en realizar el TUG de la paciente de este.

Además, la mejora de los ítems "Sedestación a bipedestación", "Bipedestación a sedestación", y "Bipedestación sin ayuda" en la escala BERG de nuestro estudio también se relacionan con la disminución del tiempo tardado en

realizar el test TUG. Esto parece lógico, dado que hemos obtenido mejoras en el tiempo de la transferencia y en la velocidad de marcha de manera individual.

El aumento de velocidad de la marcha medida con el 10MWT se debería al entrenamiento de la misma a lo largo del pasillo y también a los ejercicios dinámicos, además de la mejora en la estabilidad durante la marcha, por el trabajo de la misma durante la intervención (tanto de RV como de ejercicios). Kiper *et al.* (27), en un estudio en el que aplicaron RV no inmersiva con tratamiento de fisioterapia en las distintas fases de ictus, obtuvieron una diferencia de 11,69 segundos en el 10MWT entre la media inicial y la final de los participantes en fase crónica, 9,56 segundos más que en nuestro estudio, lo que podría explicarse por la mayor frecuencia de sesiones por semana.

Tras la intervención se muestra una mejora de las AVD medida mediante el índice de Barthel. El incremento de puntuación en el ítem "Trasladarse" se relaciona con la disminución del tiempo en el 10 MWT. La mejora de la independencia en los ítems "Trasladarse" y "Lavarse" puede deberse a la intervención centrada en el equilibrio y la marcha, además de una mayor seguridad reflejada en la mayor puntuación del SF-36.

La intervención de RV junto a fisioterapia convencional ha mostrado diferencias significativas en el Índice de Barthel Modificado en etapas agudas y subagudas del ictus (30,31), lo que podría explicar la mejora en las AVD obtenidas después de la intervención en este estudio. No obstante, los cambios han sido menores que en estos estudios, lo que puede deberse a la etapa del ictus, ya que la capacidad de recuperación funcional es mayor en estadios más iniciales después del accidente cerebrovascular (32,33).

La calidad de vida relacionada con la salud después del tratamiento ha superado los valores iniciales valorados con el cuestionario SF-36, dichos resultados se asocian a haber comenzado a realizar actividad física 2 días por semana de forma regular, ya que la paciente llevaba una forma de vida sedentaria. El ejercicio físico tiene implicaciones positivas tanto en la salud física como en la mental (34).

La intervención con RV resultó motivante para la paciente. Consideramos que hubo una mayor motivación que si hubiera sido un entrenamiento físico al

uso, idea que apoyan Holden y Dyan (35) en su estudio sobre el entorno virtual en la neurorrehabilitación. La buena adherencia al tratamiento la puede explicar el componente lúdico y al *feedback* estímulo-respuesta que se obtiene con estos sistemas (14,36).

La paciente mostró una buena adherencia a los ejercicios en el seguimiento realizado mediante llamadas telefónicas tras la intervención, que fue incrementándose tras cada llamada, lo que respaldaría el estudio de Oscalices *et al.* (37), en el que el seguimiento telefónico mejora la adherencia terapéutica. Esto puede deberse tanto a que la paciente sienta el deber de hacerlo al saber que se llevaba un control de su actividad física, como a la mejor autopercepción de su salud y su bienestar emocional, que la convierte en responsable activa de sus mejorías en el equilibrio, marcha y calidad de vida (38).

5.1 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- Al ser un caso clínico ($n=1$) no se pueden inferir los resultados.
- No se tuvo en cuenta variables que también pueden influir en la intervención y resultados del estudio, como la fuerza de los miembros inferiores y los giros del cuerpo.
- Habría sido interesante realizar la intervención de la marcha en diferentes terrenos aparte de su hogar, para trabajar con las irregularidades de la calzada y con los estímulos auditivos y visuales del exterior, en un entorno real.

En futuros estudios se debería aumentar la muestra y comparar con un grupo control que solo reciba la fisioterapia convencional, para poder diferenciar mejor las ganancias obtenidas por la RV.

6. CONCLUSIONES

La intervención fisioterápica de RV inmersiva y ejercicios de movilidad y estabilidad, realizada durante 18 sesiones divididas en 9 semanas, ha mejorado el valor de las variables dependientes (equilibrio, marcha, AVD, calidad de vida relacionada con la salud) medidas con la escala BERG, TUG, 10MWT y SF-36 en una paciente en fase crónica de ictus. Además, la paciente presentó buena adherencia al tratamiento.

Al tratarse de un caso clínico, los datos no son extrapolables a la población general.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Calvo JS. Sistema Nervioso Métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas. Editorial Médica Panamericana; 2020. 87–95 p.
2. Soto Á, Guillén F. Prevalence and incidence of ictus in Europe: systematic review and meta-analysis. An Sist Sanit Navar [Internet]. 2022 [citado en 2023 Nov 26];45(1):979. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/REVISIONES>
3. Rutten-Jacobs LCA, Larsson SC, Malik R, Rannikmäe K, Sudlow CL, Dichgans M, et al. Genetic risk, incident stroke, and the benefits of adhering to a healthy lifestyle: cohort study of 306 473 UK Biobank participants. BMJ [Internet]. 2018 Oct 24 [citado en 2023 Nov 29];363. Disponible en: <https://www.bmj.com/content/363/bmj.k4168>
4. Potter TBH, Tannous J, Vahidy FS. A Contemporary Review of Epidemiology, Risk Factors, Etiology, and Outcomes of Premature Stroke. Curr Atheroscler Rep [Internet]. 2022 Dec 1 [citado en 2023 Nov 29];24(12):939–48. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11883-022-01067-x>
5. Carey LM, Matyas TA, Baum C. Effects of Somatosensory Impairment on Participation After Stroke. Am J Occup Ther [Internet]. 2018 May [citado en 2023 Dic 2];72(3):7203205100p1–10. Disponible en: [/ajot/article/72/3/7203205100p1/6428/Effects-of-Somatosensory-Impairment-on](https://ajot.sagepub.com/72/3/7203205100p1/6428/Effects-of-Somatosensory-Impairment-on)
6. Kwakkel G, Stinear C, Essers B, Munoz-Novoa M, Branscheidt M, Cabanas-Valdés R, et al. Motor rehabilitation after stroke: European Stroke Organisation (ESO) consensus-based definition and guiding framework. Eur Stroke J [Internet]. 2023 [citado en 2023 Dic 2];8(4):880–94. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/23969873231191304>
7. Einstad MS, Saltvedt I, Lydersen S, Ursin MH, Munthe-Kaas R, Ihle-Hansen H, et al. Associations between post-stroke motor and cognitive function: a cross-sectional study. BMC Geriatr [Internet]. 2021 [citado en 2023 Dic 2];21(1):1–10. Disponible en: <https://bmccgeriatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12877-021-02055-7>

8. Gerstenecker A, Lazar RM. Language recovery following stroke HHS Public Access. *Clin Neuropsychol*. 2019;33(5):928–47.
9. Ghrouz A, Marco E, Muñoz-Redondo E, Boza R, Ramirez-Fuentes C, Duarte E. The effect of motor relearning on balance, mobility and performance of activities of daily living among post-stroke patients: Study protocol for a randomised controlled trial. *Eur Stroke J*. 2022 Mar 1;7(1):76–84.
10. Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, Johnson L, Kramer S, Carter DD, et al. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;20(3):1–3.
11. Lee KE, Choi M, Jeoung B. Effectiveness of Rehabilitation Exercise in Improving Physical Function of Stroke Patients: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Heal* 2022, Vol 19, Page 12739 [Internet]. 2022 Oct 5 [citado en 2023 Nov 26];19(19):12739. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/19/12739/htm>
12. Cuerda RC de la. Nuevas tecnologías en Neurorrehabilitación Aplicaciones diagnósticas y terapéuticas. 1º. Editorial Médica Panamericana; 2018. 91–106 p.
13. León-Ruiz M, Teresa Pérez-Nieves M, Arce-Arce S, Benito-León J, Ezpeleta-Echávarri D. Evidencias actuales sobre la realidad virtual y su utilidad potencial en la neurorrehabilitación postictus. *Rev Neurol*. 2019;69(12):497–506.
14. Domínguez-Téllez P, Moral-Muñoz JA, Casado-Fernández E, Salazar A, Lucena-Antón D. Effects of virtual reality on balance and gait in stroke: A systematic review and meta-analysis. *Rev Neurol*. 2019 Sep 16;69(6):223–34.
15. Lee SH, Jung HY, Yun SJ, Oh BM, Seo HG. Upper Extremity Rehabilitation Using Fully Immersive Virtual Reality Games With a Head Mount Display: A Feasibility Study. *Am Acad Phys Med Rehabil* [Internet]. 2020 [citado en 2023 Dic 2];12(3):257–62. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1002/pmrj.12206>
16. Tran JE, Fowler CA, Delikat J, Kaplan H, Merzier MM, Schlesinger MR, et al. Immersive Virtual Reality to Improve Outcomes in Veterans With Stroke: Protocol for a Single-Arm Pilot Study. *JMIR Res Protoc* [Internet]. 2021 May 10 [citado en 2023 Dic 2];10(5):e26133.

Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33970110>

17. Nguyen PT, Chou LW, Hsieh YL. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation-Based Physical Therapy on the Improvement of Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Life.* 2022;12(6).
18. Abizanda Soler P, López-Torres Hidalgo J, Romero Rizos L, Sánchez Jurado PM, García Nogueras I, Esquinas Requena JL. Normal data of functional assessment tools of the elderly in Spain: The FRADEA Study. *Aten Primaria.* 2012;44(3):162–71.
19. Varela Pinedo L, Ortiz Saavedra PJ, Chávez Jimeno H. Velocidad de la marcha como indicador de fragilidad en adultos mayores de la comunidad en Lima, Perú. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2010;45(1):22–5.
20. Wojtusiak J, Asadzadehzanjani N, Levy C, Alemi F, Williams AE. Computational Barthel Index: an automated tool for assessing and predicting activities of daily living among nursing home patients. *BMC Med Inform Decis Mak [Internet].* 2021;21(1):1–15. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12911-020-01368-8>
21. Zhou M, Liu X, Zha F, Liu F, Zhou J, Huang M, et al. Stroke outcome assessment: Optimizing cutoff scores for the Longshi Scale, modified Rankin Scale and Barthel Index. *PLoS One [Internet].* 2021;16(5 May):1–13. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0251103>
22. Dynamics VR [Internet]. Disponible en: <https://www.dynamics-vr.com/>
23. Stuart M, Dromerick AW, Macko R, Benvenuti F, Beamer B, Sorkin J, et al. Adaptive Physical Activity for Stroke: An Early-Stage Randomized Controlled Trial in the United States. *Neurorehabil Neural Repair.* 2019;33(8):668–80.
24. Pilkar R, Veerubhotla A, Ibironke O, Ehrenberg N. A Novel Core Strengthening Intervention for Improving Trunk Function, Balance and Mobility after Stroke. *Brain Sci.* 2022;12(5).
25. Chen SC, Lin CH, Su SW, Chang YT, Lai CH. Feasibility and effect of interactive telerehabilitation on balance in individuals with chronic stroke: a pilot study. *J Neuroeng Rehabil [Internet].* 2021;18(1):1–

11. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00866-8>
26. Lloréns R, Colomer-Font C, Alcañiz M, Noé-Sebastián E. BioTrak virtual reality system: Effectiveness and satisfaction analysis for balance rehabilitation in patients with brain injury. *Neurol (English Ed.)*. 2013;28(5):268–75.
27. Kiper P, Luque CM, Pernice S, Maistrello L, Agostini M, Turolla A. Functional changes in the lower extremity after non-immersive virtual reality and physiotherapy following stroke. *J Rehabil Med*. 2020;52(11).
28. Huber SK, Held JPO, de Bruin ED, Knols RH. Personalized Motor-Cognitive Exergame Training in Chronic Stroke Patients—A Feasibility Study. *Front Aging Neurosci*. 2021;13(Octubre):1–19.
29. Salameh A, McCabe J, Skelly M, Duncan KR, Chen Z, Tatsuoka C, et al. Stance Phase Gait Training Post Stroke Using Simultaneous Transcranial Direct Current Stimulation and Motor Learning-Based Virtual Reality-Assisted Therapy: Protocol Development and Initial Testing. *Brain Sci*. 2022;12(6).
30. Jeon MJ, Moon JH, Cho H young. Effects of virtual reality combined with balance training on upper limb function, balance, and activities of daily living in persons with acute stroke: a preliminary study. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2019;8(4):187–93.
31. Long Y, Ouyang R ge, Zhang J qi. Effects of virtual reality training on occupational performance and self-efficacy of patients with stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2020;17(1):1–9.
32. Dromerick AW, Geed S, Barth J, Brady K, Giannetti ML, Mitchell A, et al. Critical Period After Stroke Study (CPASS): A phase II clinical trial testing an optimal time for motor recovery after stroke in humans. [citado en 2024 Abr 18]; Disponible en: <https://www.pnas.org>
33. Louie DR, Eng JJ. Powered robotic exoskeletons in post-stroke rehabilitation of gait: A scoping review. *J Neuroeng Rehabil [Internet]*. 2016;13(1):1–10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-016-0162-5>
34. Ohrnberger J, Fichera E, Sutton M. The relationship between physical and mental health: A mediation analysis. *Soc Sci Med [Internet]*. 2017;195(Febrero):42–9. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.11.008>

35. Holden MK DT. Virtual Environment Training: A new Tool for Neurorehabilitation. *J Neurol Phys Ther.* 2002;26(2):62–71.
36. Thornton M, Marshall S, McComas J, Finestone H, McCormick A, Sveistrup H. Benefits of activity and virtual reality based balance exercise programmes for adults with traumatic brain injury: Perceptions of participants and their caregivers. *Brain Inj [Internet].* 2005 [citado en 2024 Abr 14];19(12):989–1000. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02699050500109944>
37. Oscalices MIL, Okuno MFP, Lopes MCBT, Campanharo CRV, Batista REA. Discharge guidance and telephone follow-up in the therapeutic adherence of heart failure: randomized clinical trial. *Rev Lat Am Enfermagem [Internet].* 2019 [citado en 2024 Abr 22];27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31432915/>
38. Dobkin BH. Behavioral self-management strategies for practice and exercise should be included in neurologic rehabilitation trials and care. *Curr Opin Neurol [Internet].* 2016 Nov 13 [citado en 2024 Abr 19];29(6):693–9. Disponible en: https://journals.lww.com/contemporary-neurology/fulltext/2016/12000/behavioral_self_management_strategies_for_practice.5.aspx

ANEXO 1: Consentimiento Informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación: TFG " Efectividad de la Realidad Virtual como parte del tratamiento fisioterápico tras ictus. A propósito de un caso "

Yo, _____ (nombre y apellidos del/de la participante)

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.
- He hablado con: Nuria Pérez Plaza (nombre del investigador/a)
- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
 - 1) cuando quiera
 - 2) sin tener que dar explicaciones
 - 3) sin que esto tenga ninguna repercusión para mí

Y, en consecuencia,

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: SI NO (marque lo que proceda)

Si marca Sí indique su teléfono o correo electrónico de contacto: _____

He recibido una copia de este Consentimiento Informado.

Firma del/de la participante: _____
Fecha: _____

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio a la persona participante.

Firma del investigador/a: _____
Fecha: _____