

Xbox-Kinect para el equilibrio, función motora, estado funcional y tono muscular en pacientes post ictus

Xbox-Kinect for balance, motor function, functional status and muscle tone in post-stroke patients

Jonathan Estrada-Arévalo ¹

**Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador
Jonathan.estrada@unach.edu.ec**

Johannes Alejandro Hernández-Amaguaya ²

**Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador
johannes.hernandez@unach.edu.ec**

Erika Viviana Ricaurte-Zavala ³

**Universidad Nacional de Chimborazo - Ecuador
erika.ricaurte@unach.edu.ec**

doi.org/10.33386/593dp.2025.1.2873

V10-N1 (ene-feb) 2025, pp 521-532 | Recibido: 25 de octubre del 2024 - Aceptado: 27 de noviembre del 2024 (2 ronda rev.)

1 ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9297-2515>

2 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7016-8499>

3 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7016-8499>

Estrada-Arévalo, J., Hernández-Amaguaya, J., & Ricaurte-Zavala, E., (2025). Xbox-Kinect para el equilibrio, función motora, estado funcional y tono muscular en pacientes post ictus. 593 Digital Publisher CEIT, 10(1), 521-532, <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1.2873>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

El accidente cerebrovascular es una disfunción neurológica focal de inicio agudo causada por una lesión vascular cerebral, convirtiéndose en la primera causa de muerte a nivel mundial y la tercera causa de discapacidad en sobrevivientes, con alteraciones motoras y cognitivas, como hemiplejía, espasticidad, debilidad muscular y pérdida del equilibrio. El uso de juegos activos basados en realidad virtual se ha utilizado como tratamiento de trastornos vestibulares, alteraciones del equilibrio y el accidente cerebrovascular. El Xbox 360/Kinect es un dispositivo que emplea una cámara para posibilitar la experiencia del juego sin necesidad de un controlador físico, permite inducir decisiones cognitivas a través de estímulos visuales. El objetivo de esta revisión fue analizar los efectos del Xbox/Kinect en la rehabilitación del equilibrio, función motora, estado funcional y tono muscular en pacientes sobrevivientes de un accidente cerebrovascular. Esta revisión siguió el proceso metodológico de las directrices Prisma. Seleccionándose 10 estudios de las bases de datos científicas PubMed, Scopus, PEDro para análisis. Los resultados principales en cuatro estudios abordaron tres de las variables planteadas. Sin embargo, sólo el efecto de la intervención Xbox/Kinect sobre la función motora destaca en la mayoría de estudios seguido del equilibrio. En conclusión, el Xbox/Kinect es un método innovador complementario que no sustituye a otras modalidades de terapia física, mejora la adherencia del paciente al tratamiento optimizando así la neuroplasticidad por medio de actividades repetitivas.

Palabras claves: ancianos, ictus, videojuegos de ejercicio, realidad virtual, captura del movimiento.

ABSTRACT

Stroke is an acute onset focal neurological dysfunction caused by cerebral vascular lesion, becoming the first cause of death worldwide and the third cause of disability in survivors, with motor and cognitive alterations, such as hemiplegia, spasticity, muscle weakness and loss of balance. The use of active virtual reality-based games has been used as a treatment for vestibular disorders, balance disorders and stroke. The Xbox 360/Kinect is a device that employs a camera to enable the gaming experience without the need for a physical controller, allowing cognitive decisions to be induced through visual stimuli. The objective of this review was to analyze the effects of the Xbox/Kinect on the rehabilitation of balance, motor function, functional status, and muscle tone in stroke survivors. This review followed the methodological process of the Prisma guidelines. Ten studies were selected from the scientific databases PubMed, Scopus, PEDro for analysis. The main results in four studies addressed three of the variables raised. However, only the effect of the Xbox/Kinect intervention on motor function stands out in most studies followed by balance. In conclusion, the Xbox/Kinect is an innovative complementary method that does not replace other physical therapy modalities, improves patient adherence to treatment thus optimizing neuroplasticity through repetitive activities.

Keywords: elderly, stroke, exergames, virtual reality, motion capture.

Introducción

El accidente cerebrovascular (ACV) o ictus, es una disfunción neurológica focal de inicio agudo causada por una lesión vascular cerebral isquémica o hemorrágica. Tiene un aumento significativo a partir de los 65 años y es frecuente en personas con antecedentes de hipertensión arterial, diabetes y obesidad (Pérez et al., 2022).

Además, es la primera causa de muerte a nivel mundial y en sobrevivientes genera diferentes grados de discapacidad con alteraciones cognitivas y motoras (hemiparesia, espasticidad, debilidad muscular, pérdida del equilibrio) (Madhoun et al., 2020).

El uso de juegos activos basados en realidad virtual se ha utilizado en distintas condiciones como el tratamiento de trastornos vestibulares, alteraciones del equilibrio, problemas ortopédicos y ACV (Xavier-Rocha et al., 2020).

El Xbox 360/Kinect es un dispositivo que emplea una cámara para posibilitar la experiencia del juego sin la necesidad de utilizar un controlador físico, lo cual, permite inducir decisiones cognitivas a través de estímulos sensoriales visuales y del entorno para promover funciones motoras asociadas, así como, reflejos, equilibrio y coordinación (Junata et al., 2021).

En una revisión sistemática del año 2020 realizada por Xavier-Rocha T., et al, sobre el Xbox/Kinect en pacientes con ACV, mencionan que la replicabilidad metodológica de los estudios se dificulta por su gran variedad de aplicaciones en muestras de menos de 30 sujetos. Además, la revisión se centró en los resultados disponibles en el momento: cognitivos, motores, y ansiedad/depresión, sin presentar una homogeneidad de las variables que se pretende estudiar, sin embargo, la mayoría de los estudios, apuntan hacia una mejora significativa sobre la función motora y de equilibrio (Xavier-Rocha et al., 2020). Es por ello que se necesita ampliar y obtener datos más concluyentes actualizados sobre su aplicación, siguiendo la línea de investigación de la última

revisión en este tema. El objetivo de esta revisión fue analizar los efectos del Xbox/Kinect en la rehabilitación del equilibrio, función motora, estado funcional y tono muscular en pacientes sobrevivientes de un ACV.

Material y método

Esta revisión sistemática siguió los lineamientos del Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses (PRISMA). El proceso metodológico se dividió en: criterios de búsqueda y selección de estudios y, por último, extracción de datos.

Criterios de búsqueda y selección de estudios.

Para iniciar la búsqueda se utilizó las bases de datos PubMed, Scopus y PEDro, con distintas estrategias de búsqueda y combinaciones: “virtual reality AND stroke”, “stroke AND elderly”, “exergames OR active video gaming AND stroke”, “motion capture AND stroke”, “virtual reality exercises AND elderly”. Los criterios de inclusión fueron pacientes sobrevivientes de un ACV en etapa subaguda y crónica, ensayos clínicos aleatorizados que se enfocaron en el estudio de las variables: función motora, equilibrio, estado funcional y tono muscular, publicados en idioma español, portugués, francés e inglés a partir del año 2018. Los estudios luego de su valoración metodológica deben poseer una calificación de 6 o más en la escala de PEDro para ser incluidos. Como criterios de exclusión fue el uso de Xbox/Kinect en otras patologías neurológicas, pacientes con discapacidades visuales, auditivas que presenten antecedentes de epilepsia, convulsiones junto a otras lesiones que restrinjan la movilidad y con espasticidad en estadio mayor o igual a 4.

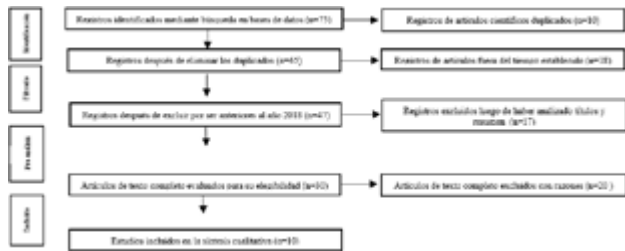
Extracción de datos

Luego de seguir el proceso metodológico de identificación, filtración, preanálisis e inclusión de las directrices PRISMA (Fig. 1), se extrajo la información tomando en cuenta lo siguiente:

autor/año, valoración PEDro, participantes, edad media y desviación estándar (Media \pm DE), tipo de ACV y sitio de lesión, secuelas neurológicas, video juego utilizado (Tabla 1), variables, intervención y resultados. (Tabla 2)

Figura 1

Diagrama de flujo



Resultados

El total de participantes en los 10 ECA fue de 420, distribuidos entre hombres y mujeres. De ellos, 224 formaron parte del grupo experimental. En cuanto a las secuelas observadas de la población antes de la intervención, el 60% de los pacientes presentó afectación motora en las extremidades superiores, incluyendo hemiparesia, deterioro motor y espasticidad leve a moderada. El 20% mostró espasticidad en extremidades inferiores, con estadio menor a 4, mientras que el 20% restante presentó alteraciones posturales, descoordinación muscular y asincronía entre extremidades. La afectación motora de las extremidades superiores fue la secuela más común, seguida por espasticidad y dificultades posturales.

Ver tabla 1.

Ver tabla 2.

Discusión

El accidente cerebrovascular es una enfermedad mundial que en la actualidad muchas personas han padecido, dejando secuelas permanentes y generando a su vez discapacidad en quienes sobreviven (Montalbán & Arrogante, 2020).

Muchas de las veces la patología no se detiene en producir daños que afectan a las capacidades motoras sino también a los estímulos sensoriales percibidos y respuestas cognitivas que provocan mayor dependencia al realizar las actividades de la vida diaria (Liao et al., 2019).

Hoy en día la rehabilitación motora es crucial para devolver la funcionalidad en miembros superiores e inferiores y la independencia en el paciente, es por ello que el uso de la realidad virtual en videojuegos sumado a la captura de movimiento por parte del Kinect genera un complemento adicional que brinda retroalimentación y adecuación a un tratamiento individual según las tareas y necesidades requeridas (Ain et al., 2021).

Según la evidencia actual por parte de (Garay-Sánchez et al., 2021)Cochrane Library, PEDro, Scopus, and Scielo from January 2010 to December 2020 was carried out using the terms physiotherapy, physical therapy, virtual reality, immersive virtual reality, non-immersive virtual reality, stroke, balance, static balance, and dynamic balance. Selection of studies: Randomized controlled trials in patients older than 18 developed with an adult population (>18 years old refiere la utilización de realidad inmersiva y no inmersiva para el equilibrio dinámico global a partir de ejercicios que se orientan a diversas tareas. Por otro lado, (Karamians et al., 2020) indica que un entrenamiento virtual que incluya un componente de videojuego a más de solo retroalimentación visual otorga mejores ganancias en el tratamiento, mientras que (Almasi et al., 2022) reveló que la terapia virtual basada en Kinect al ser un tratamiento de bajo costo, flexible que no necesita de un mando físico conduce a la recuperación motora en sobrevivientes con ACV, coincidiendo con esta

Tabla 1
Calidad metodológica y características de los estudios incluidos

Autor/año	Puntuación PEDro	Participantes	Edad/Desviación estándar (años)	Tipo de ACV/sitio de la lesión	Secuelas neurológicas	Video juegos
(Norouzi et al., 2019)	6	N= 18 GC= 9 GE= 9	GE= 42,2 ± 9,5 GC= 57,6 ± 10,5	GE Isquémico= 7 Hemorrágico= 2 Derecha= 4 Izquierda= 5 GC Isquémico= 8 Hemorrágico= 1 Derecha= 3 Izquierda= 6	Hemiparesia en extremidades superiores	Sistema de ejercicios Jintronix
(Sultan et al., 2023)	6	N= 40 GC= 20 GE= 20	GE= 58,6 ± 3,3 GC= 58,1 ± 4,3	GE Isquémico= 18 Hemorrágico= 2 Derecha= 14 Izquierda= 6 GC Isquémico= 18 Hemorrágico= 2 Derecha= 13 Izquierda= 7	Afectación de extremidades superiores de leve a moderado	Kinect sport Kinect adventure Your shape fitness evolution Carnival
(Yaman et al., 2022)	7	N= 60 GC= 30 GE= 30	GE= 63,50 ± 11,75 GC= 64,50 ± 11,75	GE Isquémico= 24 Hemorrágico= 6 Derecha= 18 Izquierda= 12 GC Isquémico= 24 Hemorrágico= 6 Derecha= 17 Izquierda= 13	Espasticidad con estadio menor a 4 en extremidades inferiores	Tenis de mesa virtual Fútbol virtual Atletismo virtual Esquí virtual
(Junata et al., 2021)	6	N= 30 GC= 14 GE=16	GE= 60,6 ± 5,5 GC= 60,1 ± 5,8	GE Isquémico= 11 Hemorrágico= 5 Derecha= 8 Izquierda= 8 GC Isquémico= 11 Hemorrágico= 3 Derecha= 7 Izquierda= 7	Alteraciones posturales, descoordinación muscular, asincronía entre extremidades	Entrenamiento de movimientos rápidos basado en Kinect
(Miclaus et al., 2021)	7	N= 59 GC= 28 GE=31	GE= 59,03 ± 10,12 GC= 60,67 ± 8,17	GE Isquémico= 13 Hemorrágico= 18 Derecha= 15 Izquierda= 16 GC Isquémico= 15 Hemorrágico= 13 Derecha= 20 Izquierda= 8	Espasticidad, hemiparesia en extremidades inferiores	MIRA Rehab Limited
(Park et al., 2019)	7	N= 25 GC=13 GE=12	GE= 53,5 ± 13,0 GC= 51,5 ± 16,7	GE Isquémico= 5 Hemorrágico= 7 Derecha= 0 Izquierda= 12 GC Isquémico= 8 Hemorrágico= 5 Derecha= 3 Izquierda= 10	Espasticidad, capacidad motora reducida en extremidades superiores	Rapael Smart Board Exploración libre Alcance de punto a punto Dibujo circular

(Rodríguez-Hernández et al., 2021)	7	N= 43 GC= 20 GE= 23	GE= 62,6 ± 13,5 GC= 63,6 ± 12,2	GE Isquémico= 21 Hemorrágico= 2 Derecha= 19 Izquierda= 4 GC Isquémico= 18 Hemorrágico= 2 Derecha= 17 Izquierda= 3	Afectación motora en extremidades superiores	Guante Hand Tutor 3D Tutor Rehametrics
(Hsu et al., 2022) ^{mirror therapy (MT)}	7	N= 52 GE1=17 GE2=18 GC= 17	GE1 Isquémico= 0 Hemorrágico= 17 Derecha= 8 Izquierda= 9 GE2 Isquémico= 0 Hemorrágico= 18 Derecha= 6 Izquierda= 12 GC Isquémico= 0 Hemorrágico= 17 Derecha= 9 Izquierda= 8	GE1 Isquémico= 0 Hemorrágico= 17 Derecha= 8 Izquierda= 9 GE2 Isquémico= 0 Hemorrágico= 18 Derecha= 6 Izquierda= 12 GC Isquémico= 0 Hemorrágico= 17 Derecha= 9 Izquierda= 8	Capacidad brazo-mano pobre o notable	Motor de juego Unity Casco de realidad virtual Oculus Rift Terapia de espejo virtual
(Rodríguez-Hernández et al., 2023)	6	N= 43 GC=20 GE= 23	GE= 62,6 ± 13,5 GC= 63,6 ± 12,2	GE Isquémico= 21 Hemorrágico= 2 Derecha= 19 Izquierda= 4 GC Isquémico= 18 Hemorrágico= 2 Derecha= 17 Izquierda= 3	Deterioro motor de las extremidades superiores	Hand tutor Rehametrics Meditouch
(Chen et al., 2023)	6	N=50 GC= 25 GE=25	GE= 56,4 ± 12,9 GC= 59,1 ± 10,2	GE Isquémico= 17 Hemorrágico= 8 Derecha= 12 Izquierda= 13 GC Isquémico= 16 Hemorrágico= 9 Derecha= 12 Izquierda= 13	Deficiencias motoras en una de las extremidades superiores	Levantamiento de mancuernas Pesca Golpe de ovejas Recogiendo manzanas Estallido de globos

N: total de participantes; GE: grupo experimental; GE1: grupo experimental de terapia de espejo; GE2: grupo experimental entrenamiento de terapia de espejo basado en realidad virtual; GC: grupo control.

Tabla 2
Resultados de la medición de las variables e instrumentos de valoración

<i>Autor/año</i>	<i>Población</i>	<i>Variables medidas e instrumentos de valoración</i>	<i>Intervención</i>	<i>Resultados</i>
(Norouzi et al., 2019)	N= 18 GC= 9 GE= 9	Función motora de miembros superiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-UE) Registro de actividad motora (MAL) Destreza manual gruesa unilateral: Prueba de caja y bloques (BBT) Calidad de vida: Escala de impacto del ACV (SIS) Fuerza (SIS) Movilidad (SIS-M) Función de la mano (SIS) Físico (SIS-F) Total (SIS-T)	GE: entrenamiento basado en juegos de ejercicios virtuales y terapia tradicional para miembros superiores de 4 a 5 veces por semana, 44 minutos por sesión durante 4 semanas. GC: entrenamiento de terapia convencional para miembros superiores 2 a 3 veces por semana, 30 minutos por sesión durante 4 semanas.	Estadísticamente significativo en el GE ante el GC en el SIS-M (p=0,017), SIS-F (p=0,041), SIS-T (p=0,068).
(Sultan et al., 2023)	N= 40 GC= 20 GE= 20	Equilibrio: Escala de equilibrio de Berg (BBS) Estado funcional: Independencia funcional (FIM) Estado del tronco: Escala de deterioro del tronco (TIS) Riesgo de caídas: Cronometrado de levantarse y ponerse en marcha (TUG)	GE: ejercicio por medio de Xbox Kinect en videojuegos 3 días a la semana durante 30 minutos por 8 semanas. GC: entrenamiento del equilibrio, fortalecimiento de extremidades superiores, tronco, 3 días a la semana durante 8 semanas.	Estadísticamente significativa el GE a comparación del GC en TUG (p<0,003), TIS (p<0,001), FIM (p<0,001).
(Yaman et al., 2022)	N= 60 GE= 30 GC= 30	Equilibrio. Escala de equilibrio de Berg (BBS) Función motora de miembros inferiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-LE) Estado funcional: Índice de movilidad de rivermead (RMI) Marcha: Prueba de caminata (10MWT)	GE: ejercicio de realidad virtual y rehabilitación conservadora 30 minutos cada una. GC: ejercicios de rango de movimiento, fuerza muscular, entrenamiento para caminar durante 1 hora.	Estadísticamente significativa mejoró en el GE FMA-LE, BBS y después del tratamiento (p<0,001).
(Junata et al., 2021)	N= 30 GC= 14 GE=16	Función motora de miembros superiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-UE) Equilibrio: Escala de equilibrio de Berg (BBS) Escala de confianza en el equilibrio de actividades (ABC) Riesgo de caídas: Cronometrado de levantarse y ponerse en marcha (TUG) Estado funcional: Índice de Barthel (MBI)	GE: entrenamiento de movimientos rápidos basado en Kinect. GC: entrenamiento de equilibrio convencional. Todos los grupos recibieron 20 sesiones de 60 minutos.	Estadísticamente significativo en el GE en BBS (p=0.001), TUG (0.011), FMA-UE (p=0.015)
(Miclaus et al., 2021)	N= 59 GC= 28 GE=31	Función motora de miembros inferiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-LE) ROM: Rotación interna (RI), abducción (ABD), aducción (AD), flexión (F), extensión (E), rotación externa (RE) de cadera, rodilla, tobillo, pie Estado funcional: Independencia funcional (FIM) Prueba de alcance funcional (FRT) Escala de Ranking modificada (MRS) Tono muscular: Escala de Ashworth (ASH) Prueba muscular manual (MMT)	GE: ejercicios de terapia de espejo y realidad virtual para miembros inferiores. GC: ejercicios de movilización pasiva, asistida, activa con resistencia para miembros inferiores, propiocepción, coordinación. Todos los grupos recibieron 70 minutos por 10 días durante 2 semanas.	Estadísticamente más significativo en el GE MMT (p<0,001), FMA-LE y ROM con (p<0,05).

(Park et al., 2019)	N= 25 GC=13 GE=12	Función motora de miembros superiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-UE) Prueba de función motora de Wolf (WMFT) ROM: Rotación interna (RI), abducción (ABD), aducción (AD), flexión (F), extensión (E), rotación externa (RE) de hombro Calidad de vida: Escala de impacto del ACV (SIS) Fuerza (SIS) Movilidad (SIS-M) Físico (SIS-F) Total (SIS-T) Estado funcional: Índice de Barthel (MBI)	GE: ejercicios de coordinación, ROM para extremidades superiores proximales basados en realidad virtual por 30 minutos, 20 sesiones, 5 días a la semana durante 4 semanas y 30 minutos de terapia ocupacional estándar adicional. GC: terapia ocupacional 30 minutos, 20 sesiones, 5 días a la semana durante 4 semanas.	Mostraron mejoras significativas FMA-UE, WMFT ($p<0,05$) y en el GE mayores mejoras en el ROM de la RI, ABD ($p<0,001$), tiempo x grupo SIS ($p=0,038$).
(Rodríguez-Hernández et al., 2021)	N= 43 GE= 23 GC= 20	Función motora de miembros superiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-UE) Tono muscular: Escala de Ashworth (ASH) Calidad de vida: Escala de impacto del ACV (SIS) Fuerza (SIS) Total (SIS-T)	GE: combinación de rehabilitación convencional con terapia de realidad virtual. GC: rehabilitación convencional y terapia ocupacional. Todos los grupos recibieron 15 sesiones de 150 minutos durante 5 días a la semana por 3 semanas.	Estadísticamente significativo en el GE al disminuir el tono muscular en ASH ($p=0,001$), SIS ($p=0,000$).
(Hsu et al., 2022)	N= 52 GE1=17 GE2=18 GC= 17	Función motora de miembros superiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-UE) Evaluación de Fugl-Meyer muñeca (FMA-UE MC) Registro de calidad motora Tono muscular: Escala de Ashworth (ASH) Escala de Ashworth muñeca (ASHMU) Escala de Ashworth mano (ASHMA) Destreza manual gruesa unilateral: Prueba de caja y bloques (BBT) Monofilamento de Semmes-Weinstein (SWM)	GE1: terapia de espejo. GE2: terapia de espejo basada en realidad virtual inmersiva. GC: terapia ocupacional. Todos los grupos tuvieron 30 minutos 2 veces por semana durante 9 semanas.	Estadísticamente significativo en el GE2 en FMA-UE MC ($p=0,004$) y ASHMU ($p= 0,013$) en comparación con el entrenamiento del GC.
(Rodríguez-Hernández et al., 2023)	N= 43 GC=20 GE= 23	Tono muscular: Escala de Ashworth (ASH) Escala de Ashworth muñeca (ASHMU) Función motora de miembros superiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-UE) Fuerza Prueba de brazo de investigación-acción (ARAT)	GE: entrenamiento motor y de fuerza de miembros 100 minutos/sesión y rehabilitación en entornos virtuales con dispositivos SVR (HandTutor), por 5 días a la semana 3 semanas 50 minutos/sesión. GC: entrenamiento convencional y terapia ocupacional por 5 días a la semana por 3 semanas 75 minutos/sesión.	En el GE el cambio fue notablemente mayor en FMA-UE=0,300; ARAT=0,321 cuadruplicando su puntuación y en ASH=0,78 el tono muscular aumentó ligeramente.
(Chen et al., 2023)	N=50 GC= 25 GE=25	ROM Movimientos fisiológicos de hombro Función motora de miembros superiores: Evaluación de Fugl-Meyer (FMA-UE) Evaluación de Fugl-Meyer hombro (FMA-UE HCA) Evaluación de Fugl-Meyer muñeca (FMA-UE MC) Evaluación de Fugl-Meyer mano (FMA-UE MN) Evaluación de Fugl-Meyer coordinación velocidad (FMA-UE CV) Prueba de función motora de Wolf (WMFT) Calidad de vida	GE: ejercicio inmersivo para extremidades superiores basado en realidad virtual 35 minutos al día, 6 días a la semana por 2 semanas. GC: entrenamiento en juegos comerciales 6 días a la semana por 2 semanas.	Estadísticamente significativa en el GE en ROM F ($p= 0,02$), ABD ($< 0,001$), Fugl – Meyer HCA ($p= 0,55$), FMA-UE MC ($p=0,98$), FMA-UE MN ($p= 0,94$), FMA-UE CV ($p= 0,07$), calidad de vida ($p= 0,05$).

N: total de participantes; GE: grupo experimental; GE1: grupo experimental de terapia de espejo; GE2: grupo experimental entrenamiento de terapia de espejo basado en realidad virtual; GC: grupo control.

revisión al presentar resultados apreciables en la función motora tras haberse sometidos al Xbox/Kinect.

De acuerdo con las investigaciones de (Sultan et al., 2023) postural control, and functional independence in subjects with stroke. Methods: The parallel double-blind randomized control trial was conducted on 41 individuals based on selection criteria. Participants were divided into two groups by concealed envelope method. Intervention group received exergaming by Xbox Kinect, and control group was given exercises comprising balance training, upper limb strengthening, and core strengthening. Berg balance scale (BBS; (Yaman et al., 2022) frequently included in rehabilitation programs, on lower extremity functional status, mobility, balance, and walking speed in chronic stroke patients. PATIENTS AND METHODS: This randomized, controlled study was conducted with 60 chronic stroke patients (26 males, 34 females; mean age: 64.0 years; range, 33 to 80 years; (Junata et al., 2021) chronic stroke survivors were randomized to receive twenty training sessions (60-min each; (Miclaus et al., 2021) as it represents a significant cause of disability. The majority of the studies use a single type of therapy in therapeutic protocols. We aimed to identify if the association of virtual reality (VR indican que la implementación de la realidad virtual mejora significativamente la función motora, equilibrio, estado funcional, control del tronco reduciendo así el riesgo de sufrir caídas. De esta manera el paciente puede utilizar videojuegos para Xbox Kinect, que aprovechan la captura de movimientos y la realidad virtual para que estimule y mejore funciones medidas con la escala de Fugl-Meyer (FMA), la escala de equilibrio de Berg (BBS), el índice de Barthel modificado (MBI), la escala de Ashworth (ASH) y la medida de independencia funcional (FIM).

Otros investigadores como (Chen et al., 2023); (Rodríguez-Hernández et al., 2021); (Hsu et al., 2022) mirror therapy (MT; (Rodríguez-Hernández et al., 2023) mencionan que la fuerza muscular, tono muscular y la abducción de hombro potenciaron los efectos considerablemente cuando se utilizó realidad

virtual basada en Kinect. Los autores atribuyen estos efectos debido a que el aprendizaje repetitivo, reactiva la memoria y mejora las conexiones cognitivo-motoras.

Según los investigadores (Norouzi et al., 2019); (Park et al., 2019) determinan que la rotación interna, abducción de hombro sumado al funcionamiento diario en la movilidad tuvieron efectos en la recuperación de pacientes post ictus, los cuales mantuvieron una retroalimentación y evolución continua en las habilidades motoras. Sin embargo, la implementación del Xbox Kinect en videojuegos con realidad virtual es aún desconocida en el ámbito de la rehabilitación física, aunque cuenta con limitaciones como es el caso de una cantidad reducida de la muestra que no abarca a una población más amplia, también la duración del estudio y el seguimiento realizado a los pacientes son insuficientes para evaluar resultados a largo plazo y denotar mayores mejoras, muchas veces puede existir variabilidad en las intervenciones por parte del Kinect como la personalización de ejercicios, el uso de diversos videojuegos, la frecuencia, duración del tratamiento y la implementación a la par con otras formas de terapia convencional.

Por otro lado, sobre las fortalezas con las que cuenta, pasa a formar parte de un estudio con contenido relevante y reciente desde el año 2018 al 2024, posee resultados significativos que demuestran una mejoría en la función motora seguido del equilibrio en pacientes post ictus, además, la revisión recopiló estudios valorados con la escala PEDro los cuales otorgan fiabilidad y calidad de la evidencia necesaria para la realización del estudio, con respecto a los criterios de exclusión e inclusión son claramente definidos, es de vital importancia la revisión realizada porque permite establecer las bases necesarias para continuar con una investigación más profunda con la versión más actualizada del Xbox Kinect, el “Azure Kinect DK” que ofrece captura de movimiento para entornos virtuales con inteligencia artificial acompañados de software virtual como “Jintronix”, “Armeo Spring” y hardware “VirtualRehab”.

Conclusiones

El Xbox/Kinect como rehabilitación motora en pacientes post ictus permite la recuperación y mejora significativa de la función motora en extremidades tanto superiores como inferiores seguido del equilibrio, estado funcional y tono muscular. Estos resultados se muestran de manera clínica en el aumento de la fuerza, rango articular, marcha, motricidad fina, gruesa, promoviendo una recuperación cognitiva e independencia en los pacientes.

La interacción de estímulos visuales, auditivos, vestibulares, propioceptivos, retroalimentación, evolución en videojuegos virtuales con captura de movimiento que asemejan tareas determinadas permite ajustar en tiempo real, los objetivos necesarios a cumplir. De tal manera que la realidad virtual inmersiva de manera más relevante seguida de la semi inmersiva en el caso del Xbox/Kinect forma nuevas conexiones neuronales en respuesta a la experiencia, el aprendizaje orientadas a movimientos repetitivos específicos cruciales para la remodelación neuronal en donde estos efectos son más evidentes al cabo de 2 meses de aplicación constante.

El uso del Xbox Kinect es una propuesta innovadora que no sustituye a otras modalidades de terapia física, sin embargo, su uso combinado con terapia de espejo, terapia ocupacional, terapia estándar con un tiempo de aplicación de 1 hora entre 5 a 10 días durante 4 semanas potencia los beneficios de una rehabilitación motora y crea la motivación suficiente para la adherencia al tratamiento junto a la participación del paciente.

Referencia bibliográfica

Pérez L, Rodríguez O, López M, Sánchez M, Alfonso L, Monteagudo C, et al. Conocimientos de accidentes cerebrovasculares y sus factores de riesgo en adultos mayores. *Acta Médica Cent.* [Internet]. 2022 [cited 15 Jun 2024];16(1):69-78. Available from: <http://scielo.sld.cu/>

scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2709-79272022000100069

- Madhoun H, Tan B, Feng Y, Zhou Y, Zhou C, Yu L. Task-based mirror therapy enhances the upper limb motor function in subacute stroke patients: a randomized control trial. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2020 [cited 20 Jun 2024];56(3):265-71. Available from: <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2020N03A0265>
- Xavier-Rocha TB, Carneiro L, Martins GC, Vilela-Júnior G de B, Passos RP, Pupe CCB, et al. The Xbox/Kinect use in poststroke rehabilitation settings: a systematic review. *Arq Neuropsiquiatr* [Internet]. 2020 [cited 22 Aug 2024];78:361-9. Available from: <https://www.scielo.br/j/anp/a/THT84snJgk8DgRperfCdn5z/?lang=en>
- Junata M, Cheng K, Man S, Lai C, Soo Y, Tong R. Kinect-based rapid movement training to improve balance recovery for stroke fall prevention: a randomized controlled trial. *J NeuroEngineering Rehabil* [Internet]. 2021 [cited 19 Jun 2024];18(1):150. Available from: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-021-00922-3>
- Norouzi N, Hernandez A, Archambault P, Higgins J, Poissant L, Kairy D. Feasibility, Safety and Efficacy of a Virtual Reality Exergame System to Supplement Upper Extremity Rehabilitation Post-Stroke: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2019 [cited 30 Jun 2024];17(1):113. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/1/113>
- Sultan N, Khushnood K, Qureshi S, Altaf S, Khan MK, Malik AN, et al. Effects of Virtual Reality Training Using Xbox Kinect on Balance, Postural Control, and Functional Independence in Subjects with Stroke. *Games Health J* [Internet]. 2023 [cited 16 Jun 2024];12(6):440-4. Available from: <https://www.>

- liebertpub.com/doi/10.1089/g4h.2022.0193?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed
- Yaman F, Akdeniz Leblebici M, Okur İ, İmal Kızılkaya M, Kavuncu V. Is virtual reality training superior to conventional treatment in improving lower extremity motor function in chronic hemiplegic patients? *Turk J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2022 [cited 25 Jul 2024];68(3):391-8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9706789/>
- Miclaus RS, Roman N, Henter R, Caloian S. Lower Extremity Rehabilitation in Patients with Post-Stroke Sequelae through Virtual Reality Associated with Mirror Therapy. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 [cited 22 Jul 2024];18(5):2654. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7967355/>
- Park M, Ko MH, Oh SW, Lee JY, Ham Y, Yi H, et al. Effects of virtual reality-based planar motion exercises on upper extremity function, range of motion, and health-related quality of life: a multicenter, single-blinded, randomized, controlled pilot study. *J Neuroengineering Rehabil* [Internet]. 2019 [cited 24 Jul 2024];16(1):122. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6813964/>
- Rodríguez-Hernández M, Polonio-López B, Corregidor-Sánchez AI, Martín-Conty JL, Mohedano-Moriano A, Criado-Álvarez JJ. Effects of Specific Virtual Reality-Based Therapy for the Rehabilitation of the Upper Limb Motor Function Post-Ictus: Randomized Controlled Trial. *Brain Sci* [Internet]. 2021 [cited 18 Jul 2024];11(5):555. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8145650/>
- Hsu HY, Kuo LC, Lin YC, Su FC, Yang TH, Lin CW. Effects of a Virtual Reality-Based Mirror Therapy Program on Improving Sensorimotor Function of Hands in Chronic Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2022 [cited 20 Jul 2024];36(6):335-45. Available from: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/15459683221081430?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed
- Rodríguez-Hernández M, Polonio-López B, Corregidor-Sánchez AI, Martín-Conty JL, Mohedano-Moriano A, Criado-Álvarez JJ. Can specific virtual reality combined with conventional rehabilitation improve poststroke hand motor function? A randomized clinical trial. *J Neuroengineering Rehabil* [Internet]. 2023 [cited 5 Jul 2024];20(1):38. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10071242/>
- Chen J, Or CK, Li Z, Yeung EHK, Zhou Y, Hao T. Effectiveness, safety and patients' perceptions of an immersive virtual reality-based exercise system for poststroke upper limb motor rehabilitation: A proof-of-concept and feasibility randomized controlled trial. *Digit Health* [Internet]. 2023 [cited 10 Jul 2024];9:20552076231203599. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8077813/>
- Montalbán MA, Arrogante O. Rehabilitación mediante terapia de realidad virtual tras un accidente cerebrovascular: una revisión bibliográfica. *Revista Científica de la Sociedad Española de Enfermería Neurológica* [Internet]. 2020 [cited 29 Aug 2024];52:19-27. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sedene.2020.01.002>
- Liao YY, Chen IH, Wang RY. Effects of Kinect-based exergaming on frailty status and physical performance in prefrail and frail elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports* [Internet]. 2019 [cited 29 Aug 2024];9(1):9353. Available from: <https://doi.org/10.1038%2Fs41598-019-45767-y>

- Ain QU, Khan S, Ilyas S, Yaseen A, Tariq I, Liu T, et al. Additional Effects of Xbox Kinect Training on Upper Limb Function in Chronic Stroke Patients: A Randomized Control Trial. *Healthcare Basel Switz* [Internet]. 2021 [cited 29 Aug 2024];9(3):242. Available from: <https://doi.org/10.3390%2Fhealthcare9030242>
- Garay-Sánchez A, Suarez-Serrano C, Ferrando-Margelí M, Jimenez-Rejano JJ, Marcén-Román Y. Effects of Immersive and Non-Immersive Virtual Reality on the Static and Dynamic Balance of Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med* [Internet]. 2021 [cited 28 Aug 2024];10(19):4473. Available from: <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/19/4473>
- 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* [Internet]. 2020 [cited 28 Aug 2024];101(5):885-96. Available from: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(19\)31438-8/abstract](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(19)31438-8/abstract)
- Almasi S, Ahmadi H, Asadi F, Shahmoradi L, Arji G, Alizadeh M, et al. Kinect-Based Rehabilitation Systems for Stroke Patients: A Scoping Review. *BioMed Res Int* [Internet]. 2022 [cited 28 Aug 2024];2022:4339054. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8977286/>