

## Videojuegos comerciales en la rehabilitación de pacientes con ictus subagudo: estudio piloto

María J. Cano-Mañas, Susana Collado-Vázquez, Roberto Cano-de-la-Cuerda

**Introducción.** El ictus genera dependencia por los numerosos déficits asociados. El uso de tecnologías de bajo coste para la rehabilitación neurológica podría ser beneficioso para el tratamiento de estos pacientes.

**Objetivo.** Determinar si el tratamiento combinado mediante un protocolo con realidad virtual semiinmersiva, junto con un abordaje rehabilitador interdisciplinar, mejora el equilibrio y el control postural, la independencia funcional, la calidad de vida, la motivación, la autoestima y la adhesión a la intervención en pacientes que han sufrido un ictus en fase subaguda.

**Pacientes y métodos.** Estudio piloto prospectivo longitudinal con valoración pre- y postintervención. Se seleccionaron 14 participantes ingresados en el Hospital La Fuenfría. La intervención experimental se realizó durante ocho semanas en combinación con el tratamiento convencional de fisioterapia y terapia ocupacional. Cada sesión fue incrementándose en tiempo-intensidad y requerimientos motores mediante videojuegos comerciales vinculados a la videoconsola Xbox 360° y el dispositivo Kinect.

**Resultados.** Se obtuvieron mejorías estadísticamente significativas en la escala de Rankin modificada ( $p = 0,04$ ), baropodometría (distribución de carga,  $p = 0,03$ ; superficie de apoyo,  $p = 0,01$ ), índice de Barthel ( $p = 0,01$ ), cuestionario Euro-QoL 5D ( $p = 0,01$ ), motivación ( $p = 0,02$ ), autoestima ( $p = 0,01$ ) y adhesión a la intervención ( $p = 0,02$ ).

**Conclusiones.** El abordaje rehabilitador complementado con realidad virtual semiinmersiva parece ser útil para mejorar el equilibrio y el control postural, la independencia funcional en las actividades básicas de la vida diaria, la calidad de vida, así como la motivación y la autoestima, con excelente adhesión a las intervenciones, por lo que podría constituir una herramienta terapéutica coadyuvante en la rehabilitación neurológica del ictus en fase subaguda.

**Palabras clave.** Baropodometría. Control postural. Equilibrio. Ictus. Neurorrehabilitación. Realidad virtual. Videojuegos.

### Introducción

El ictus se define como una alteración de la circulación cerebral que ocasiona un déficit transitorio o permanente del funcionamiento de una o varias zonas del encéfalo [1]. Según la naturaleza de la lesión, puede clasificarse en dos grandes grupos: isquémico, debido a la falta de aporte sanguíneo que puede originar un área de necrosis tisular (85% de los casos), y hemorrágico, originado por la rotura de un vaso sanguíneo con extravasación de sangre (15% de los casos) [2]. Según datos de la Organización Mundial de la Salud, los ictus representan la tercera causa de muerte en el mundo occidental, la primera causa de discapacidad aguda en mayores de 65 años (75%) y la segunda causa de demencia en la población [3,4].

En España, el ictus constituye la segunda causa de mortalidad y la primera causa de defunción en las mujeres. Cerca del 50% de los supervivientes que sufren un ictus tiene algún grado de discapacidad, y éste es el primer motivo de discapacidad y depen-

dencia de la población española. Esto conlleva un gasto sociosanitario muy elevado (4%), que se incrementará en los próximos años debido a las previsiones de envejecimiento de la población [5].

Se ha determinado que el 70% de los pacientes que ingresan en los servicios de neurología de hospitales integrados en el Sistema Nacional de Salud ha sido diagnosticado de ictus [6,7]. Un elevado porcentaje de ellos presenta secuelas que limitarán su independencia funcional y calidad de vida. Pueden existir déficits motores, sensitivos, cognitivos, alteraciones del control postural, del equilibrio y de la marcha, trastornos del habla y de la deglución, dolor y alteraciones emocionales asociadas a la discapacidad, lo que determina que en un 35-45% exista una situación de dependencia parcial o completa del paciente [7].

La neurorrehabilitación enfoca la intervención hacia un concepto terapéutico holístico, y se define como un proceso destinado a reducir el impacto de la enfermedad sobre la persona y su entorno, y que actúa sobre la deficiencia, la limitación de la activi-

Unidad de Rehabilitación; Hospital La Fuenfría; Servicio Madrileño de Salud; Cercedilla, Madrid (M.J. Cano-Mañas). Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física; Facultad de Ciencias de la Salud; Universidad Rey Juan Carlos; Alcorcón, Madrid, España (S. Collado-Vázquez, R. Cano-de-la-Cuerda).

#### Correspondencia:

Dr. Roberto Cano de la Cuerda. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Rey Juan Carlos. Avda. Atenas, s/n. E-28922 Alcorcón (Madrid).

#### E-mail:

roberto.cano@urjc.es

#### Aceptado tras revisión externa:

19.06.17.

#### Cómo citar este artículo:

Cano-Mañas MJ, Collado-Vázquez S, Cano-de-la-Cuerda R. Videojuegos comerciales en la rehabilitación de pacientes con ictus subagudo: estudio piloto. Rev Neurol 2017; 65: 337-47.

© 2017 Revista de Neurología

dad y la restricción de la participación [8]. Es fundamental la existencia de un equipo interdisciplinar para colaborar en el proceso de recuperación funcional del paciente [9]. Los tratamientos de fisioterapia y terapia ocupacional deben tener en cuenta los cinco elementos clave para la rehabilitación del paciente, que son la repetición, el *feedback*, la motivación del paciente, la intensidad del tratamiento y la práctica de tareas funcionales [10-12].

En la actualidad, las nuevas tecnologías de la información y de la telecomunicación podrían ser una opción beneficiosa para mejorar algunos de los déficits que se producen en los pacientes con ictus, lo que se fundamenta en la capacidad plástica del sistema nervioso central [13,14].

La realidad virtual supone un enfoque de rehabilitación prometedor y, junto con los videojuegos, ofrece la posibilidad de interactuar dentro de un escenario simulado en tiempo real, con ventajas sobre los enfoques terapéuticos tradicionales. La terapia mediante videojuegos proporciona intervenciones eficaces de menor coste que permiten practicar actividades de la vida diaria con mayor realismo, motivación y dinamismo, fomentando la colaboración activa del paciente [15-17].

Los sistemas de realidad virtual semiinmersivos son en los que el usuario percibe parte del mundo real y parte del entorno virtual, como es el caso de Xbox 360° Kinect®. Pueden simular el aprendizaje y generar retroalimentación sensorial específica, ya sea mediante *serious games* o videojuegos comerciales adaptados a pacientes con déficits funcionales [17,18]. Gracias al *feedback* sensorial asociado al entorno virtual, podría activarse el sistema de neuronas espejo relacionado con mecanismos de aprendizaje por observación e imitación [19]. Sin embargo, existe la necesidad de determinar qué tipo de realidad virtual es más eficaz, cómo desarrollar los protocolos, qué influencia tiene sobre la motivación y la adhesión terapéutica, y establecer videojuegos adaptados como herramienta complementaria en el abordaje del ictus [20,21].

El objetivo de este estudio piloto es determinar si el tratamiento combinado mediante un protocolo con realidad virtual semiinmersiva (con la videoconsola Xbox 360° y el dispositivo Microsoft Kinect), junto con un abordaje rehabilitador interdisciplinar en pacientes que han sufrido un ictus en fase subaguda, produce mejoras en el equilibrio y el control postural, el riesgo de caídas, la independencia funcional en actividades básicas de la vida diaria, la calidad de vida relacionada con la salud, así como el grado de motivación, autoestima y adhesión a la intervención.

## Pacientes y métodos

### Diseño

Se presenta un estudio experimental, prospectivo longitudinal, con valoración pre y postintervención. Se utilizaron técnicas de cegamiento para los profesionales encargados de la valoración.

El estudio se llevó a cabo desde enero hasta abril de 2016. Colaboraron 21 pacientes (12 hombres y 9 mujeres) diagnosticados de ictus en fase subaguda. Todos los pacientes recibieron cinco sesiones semanales de fisioterapia y cinco sesiones semanales de terapia ocupacional, fundamentada en un enfoque orientado a tareas. Todos los sujetos se encontraban ingresados en el Hospital La Fuenfría (SERMAS) ubicado en Cercedilla (Madrid).

Se establecieron como criterios de inclusión: pacientes de ambos sexos diagnosticados de ictus en fase subaguda de tipo isquémico o hemorrágico. puntuación en la *National Institute of Health Stroke Scale* [22] < 20, *Montreal Cognitive Assessment* [23, 24] con puntuaciones  $\geq 14$  (deterioro cognitivo leve o ausencia de deterioro cognitivo), escala de Rankin modificada entre 0-4, y pacientes con capacidad para mantener la sedestación autónoma y la bipedestación con o sin productos de apoyo. Todos los pacientes recibieron información previa del estudio y firmaron un consentimiento informado. Como criterios de exclusión se determinaron: alteraciones visuales o auditivas, musculoesqueléticas, óseas o articulares en fase aguda o crónica que pudieran influir en la patología primaria; pacientes sin capacidad para mantener la sedestación autónoma; previsión de alta hospitalaria en el inicio del estudio; y pacientes que en cualquier momento presentaron empeoramiento del estado de salud por causa médica o expresaron su deseo de abandonar el estudio.

El presente estudio de investigación fue aprobado por el comité de ética del Hospital Puerta de Hierro el 22 de febrero de 2016, siguiendo las directrices de la Declaración de Helsinki de 1964.

### Metodología

Se realizaron dos valoraciones, la primera preintervención, y la segunda postintervención tras ocho semanas de tratamiento experimental en combinación con la rehabilitación convencional. Dos evaluadores cegados fueron los encargados de realizar todas las valoraciones. Se elaboró un registro de datos personales y sociodemográficos para cada participante (nacionalidad, edad, sexo, profesión, tipo de ictus, fase, tiempo transcurrido y nivel de mane-

jo de tecnologías). Los datos personales quedaron registrados únicamente en el fichero de información tutelado por la investigadora principal, vinculados a códigos anónimos. Las herramientas de medida empleadas en el presente estudio fueron las siguientes.

#### ***Escala de Rankin modificada***

Valora el grado de discapacidad física tras un ictus asignando de forma subjetiva una puntuación entre 1 a 5. Es una herramienta muy útil, validada y traducida, para categorizar los resultados de nivel funcional. Se utilizó como herramienta de valoración pre y postintervención para describir cambios en el nivel de independencia funcional del paciente tras la intervención experimental [25].

#### ***Control postural y equilibrio***

El equilibrio se define como la capacidad de un individuo para mantener la proyección del centro de masas dentro de la base de sustentación; y el control postural se entiende como la posición del cuerpo en el espacio con un propósito de estabilidad y orientación [26]. Para su análisis se realizó un registro con el paciente descalzo mediante posturografía estática (posturógrafo Accugait®). Se valoró el control postural y el equilibrio estático en bipedestación a través del movimiento lateral y anteroposterior del centro de presiones [27] en los ejes  $x$  e  $y$  en centímetros y en centímetros cuadrados. Las pruebas realizadas fueron el test de Romberg con los ojos abiertos, en el que el paciente permanece sobre la plataforma e intenta mantener el equilibrio durante 30 segundos, y el test de Romberg con los ojos cerrados, en el que el paciente permanece sobre la plataforma con los ojos cerrados e intenta mantener el equilibrio durante 30 segundos.

#### ***Baropodometría***

El podómetro T-plate® proporcionó información de la presión ejercida por cada punto de la planta del pie, distribución y simetría plantar mediante un test estático en bipedestación. Esta prueba registra el centro de presiones en un momento determinado [28], ofreciendo información sobre la distribución de carga (%) y la superficie de apoyo (cm<sup>2</sup>).

#### ***Escala de Tinetti para el equilibrio y la marcha***

Escala validada en el contexto del ictus y cuya puntuación máxima para el equilibrio es de 16 puntos, y para la marcha, de 12. A mayor puntuación, menor riesgo de caídas (menos de 19 puntos en la escala total supone un riesgo alto de caídas; el riesgo es moderado con puntuaciones de 19 a 24) [29].

#### ***Test de alcance funcional***

Este test se utilizó para detectar alteraciones del control postural y el equilibrio. El paciente se sitúa de pie y coloca el hombro en 90° de flexión con el puño cerrado realizando un alcance anterior máximo sin desplazar los pies del suelo. Se cuantificó la distancia máxima anterior sin ayudas ni apoyos externos. Se utilizó una cinta métrica rígida con nivelador de burbuja calibrado adherida a un espejo ubicado en la pared. Los pacientes capaces de realizar esta prueba se situaban con el lado sano próximo al espejo, sin contacto directo [30]. Se registró el resultado en centímetros entre la distancia inicial y final.

#### ***Test Get Up & Go***

Es un test utilizado para evaluar la movilidad funcional y equilibrio, adaptado y traducido al castellano. El paciente debe levantarse de una silla, caminar tres metros en línea recta, girar y regresar a sentarse en la silla. Se cuantifica la valoración de 1 a 5: 1, normal, y 5, amago de caída durante la prueba. En el presente estudio se realizó supervisado por dos personas que se situaron lateralmente al paciente [31].

#### ***Índice de Barthel***

Para valorar la independencia funcional se empleó el índice de Barthel, indicado para evaluar las actividades básicas de la vida diaria y validado en el contexto del ictus, traducido y adaptado al castellano. Está constituido por 10 ítems con un rango de puntuación que oscila entre 0 y 100 (a menor puntuación, mayor dependencia) [32].

#### ***Cuestionario EuroQoL 5D***

La calidad de vida relacionada con la salud fue evaluada mediante el EuroQoL 5D. Se trata de un test autoadministrado, genérico, adaptado al castellano, en el que se valora el estado de salud en cinco dimensiones (movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión), e incluye una escala visual analógica óptima para valorar el estado de salud en el momento del registro (0-100) [33].

#### ***Escala de Cano-Mañas***

El nivel de motivación, autoestima y adhesión a la intervención se evaluó mediante la escala de Cano-Mañas (Tabla I). Se trata de una escala tipo Likert elaborada por el equipo de investigación y confeccionada al no existir ningún instrumento validado y traducido que reuniera las necesidades específicas requeridas. Se administró la primera semana de intervención experimental y al finalizar las ocho se-

**Tabla I.** Escala de Cano-Mañas de satisfacción, autoestima y adhesión.

1. El escenario proporcionado por una videoconsola de última generación (Xbox 360° Kinect) me parece ameno y atractivo
2. Estos escenarios virtuales como complemento a mis terapias convencionales despiertan mi interés y me ilusionan
3. Xbox 360° Kinect permite que mi cuerpo sea el que dirige la actividad, interactuando y recibiendo información de forma continua
4. El protocolo presentado es útil para mejorar mis capacidades funcionales, equilibrio y control postural
5. Ubicarme dentro de un entorno virtual simulado me genera curiosidad y me permite interactuar con escenarios interesantes
6. Soy capaz de hacer las cosas bien, como el resto de personas, adaptándome a mis limitaciones funcionales
7. Hay veces que pienso que no soy útil, ni soy capaz de hacer las tareas de manera adecuada
8. En ocasiones siento que no soy capaz de realizar lo que me piden, me frustró y me desanimó
9. Estoy convencido de que tengo buenas cualidades para mejorar mis limitaciones
10. Estas intervenciones complementarias me estresan y me fatigan
11. Considero que el número de sesiones que recibo de realidad virtual mediante videojuegos es suficiente a la semana
12. Me parecen fáciles las solicitudes/peticiones del terapeuta
13. Considero que el tiempo empleado para este abordaje mediante videojuegos es suficiente
14. El terapeuta en todo momento modula la intensidad de la sesión en función de mi estado general
15. Me gustaría seguir realizando este tipo de actividad complementaria durante más tiempo porque me motiva y me interesa
16. He asistido a todas las sesiones planteadas con ilusión y deseo

Cada ítem se puntúa de 1 a 6: 1, muy de acuerdo; 2, de acuerdo; 3, indeciso; 4, en desacuerdo; 5, muy en desacuerdo; 6, no tengo opinión.

manas. Incluyó 16 ítems (cinco ítems de motivación, cinco de autoestima y seis de adhesión a la intervención). Las puntuaciones se baremaron entre 1 y 6: 1, muy de acuerdo; 5, muy en desacuerdo; y 6, no tengo opinión.

### Intervención experimental

Se utilizaron como herramienta terapéutica videojuegos comerciales de la videoconsola Xbox 360° Microsoft Kinect. Se seleccionaron los juegos Kinect Sports I®, Kinect Sport II®, Kinect Joy Ride® y Kinect Adventures®, mediante un protocolo específico adaptado para pacientes con ictus, elaborado por el equipo de investigación y basándose en

recomendaciones para pacientes con déficits funcionales [17,18].

La intervención se llevó a cabo por parte de siete investigadores, cinco fisioterapeutas y dos terapeutas ocupacionales que formaban parte del equipo que realizaba el abordaje rehabilitador convencional. Estas sesiones de realidad virtual se establecieron como complemento al finalizar las intervenciones de fisioterapia o terapia ocupacional. En ningún caso se restó intensidad y duración a las intervenciones convencionales.

El tratamiento de rehabilitación convencional consistió en cinco sesiones a la semana durante ocho semanas de fisioterapia y terapia ocupacional, fundamentadas en un enfoque de aprendizaje motor orientado a la tarea [9,34], con una duración de 45 minutos por terapia. El tratamiento experimental contempló un total de 24 sesiones por participante, desarrolladas durante ocho semanas, y se establecieron tres sesiones por semana (lunes, miércoles y viernes). La duración de cada sesión fue incrementándose en tiempo-intensidad (5 minutos durante la primera semana hasta 20 minutos durante la última semana) y según los requerimientos motores (sedestación, sedestación combinada con bipedestación, y bipedestación con y sin ayuda) (Fig. 1). Se emplearon videojuegos que ofrecían retroalimentación, integrando el aprendizaje por descubrimiento mediante observación, imitación y repetición con variación [19,35]. La motivación y el grado de implicación del participante tuvieron especial relevancia, ya que se buscaba ofrecer una terapia con videojuegos atractiva, interesante, innovadora y novedosa [36].

Para evitar que apareciera frustración y disminuyera el nivel motivacional, fue necesario adaptar cada videojuego, facilitando una asistencia activa para no requerir tareas funcionales superiores a las posibilidades reales motoras de cada participante, asistencia en tareas bimanuales, mantenimiento en bipedestación y acceso al menú principal seleccionando el videojuego de cada sesión. Durante la última semana se permitió que los participantes pudieran seleccionar el videojuego deseado para influir en el nivel motivacional.

### Análisis estadístico

Todos los datos recogidos fueron almacenados en una base de datos utilizando el programa estadístico SPSS v. 23.0. Se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas, considerando muestras relacionadas que no seguían una distribución normal, y no se verificaba la hipótesis modelo. Se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, puesto que el



tamaño de la muestra era inferior a 30 participantes. Se determinaron como estadísticos descriptivos la media, la desviación estándar, el mínimo y el máximo. El nivel de significación se fijó con un valor de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

Se seleccionó inicialmente un total de 21 participantes, de los que 14 finalizaron el protocolo (57,14% mujeres y 42,86% hombres). Cuatro participantes fueron excluidos por no cumplir alguno de los criterios de inclusión y tres no pudieron finalizar la intervención experimental (dos por empeoramiento del estado general con traslado hospitalario y uno por sufrir otro ictus durante el período de intervención experimental). No se registró ningún efecto adverso derivado del tratamiento experimental.

## Variables sociodemográficas

Los resultados relacionados con las variables demográficas de la muestra se presentan en la tabla II. El 85,7% de la muestra tenía nacionalidad española. El 64,28% de los participantes no solía utilizar dispositivos tecnológicos a diario, frente al 35,71% que indicó que sí los utilizaba con frecuencia. El 71,42% de los ictus era de tipo isquémico, frente al 28,58% hemorrágico. El 52,85% de los participantes tenía afectación predominante del hemicuerpo izquierdo.

El porcentaje de asistencia de los participantes al tratamiento experimental fue del 97,61%, y se llevaron a cabo un total de 328 intervenciones mediante realidad virtual semiinmersiva durante las ocho semanas que duró la intervención experimental.

## Valoración instrumental del control postural y el equilibrio

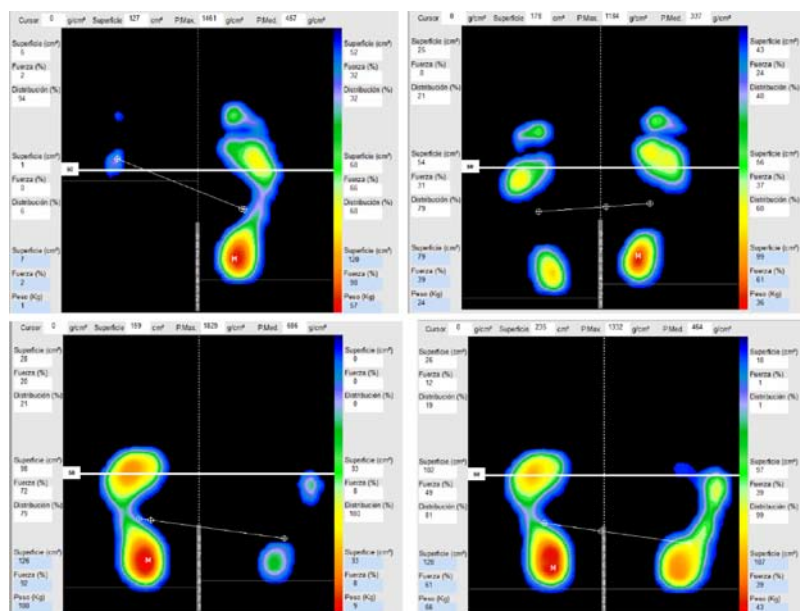
Los resultados de los tests instrumentales de valoración del control postural y el equilibrio se presentan en la tabla III. No hubo significación estadística en los datos obtenidos mediante posturografía estática en los tests de Romberg con los ojos abiertos (rango  $x$ ,  $p = 0,075$ ; rango  $y$ ,  $p = 0,328$ ; área de desplazamiento,  $p = 0,753$ ; longitud de la trayectoria,  $p = 0,46$ ) y con los ojos cerrados (rango  $x$ ,  $p = 0,347$ ; rango  $y$ ,  $p = 0,308$ ; área de desplazamiento,  $p = 0,173$ ; longitud de la trayectoria,  $p = 0,136$ ).

Se hallaron datos estadísticamente significativos en la baropodometría en los ítems 'distribución de carga' y 'superficie de apoyo' ( $p = 0,03$  y  $p = 0,01$ , respectivamente) (Fig. 2).

Figura 1. Protocolo de intervención con videojuegos comerciales.

	CONSIDERACIONES <small>(El profesional accede al menú y selecciona el juego. Antes de comenzar se le explica al paciente de manera breve y sencilla las pautas a seguir.)</small>	DÍA 1 (LUNES)	DÍA 2 (MIÉRCOLES)	DÍA 3 (VIERNES)
1ª S E M E N A	<b>Juego semanal:</b> Kinect sport II. <b>Temática:</b> Juego de ocio y Deporte. <b>Posición paciente:</b> sedestación. <b>Objetivo:</b> control de tronco, primer contacto con videojuegos, interacción con realidad virtual. <b>Tiempo de sesión:</b> 5-7 minutos. <b>Progresión semanal:</b> sedestación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dardos.</b> Sedestación. Paciente sentado, con el miembro superior del lado sano intenta lanzar un dardo a la diana para puntuar al máximo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tenis.</b> Sedestación. Paciente con manos entrelazadas realiza el saque de la bola y seguidamente con el miembro superior sano lanza la pelota y la recibe con una raqueta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Beisbol.</b> Sedestación. Paciente con manos entrelazadas realiza giros de tronco para darle a una pelota y realiza lanzamiento de otras con la mano del lado sano.</li> </ul>
2ª S E M E N A	<b>Juego semanal:</b> Kinect sport I. <b>Temática:</b> Juego de ocio y Deporte. <b>Posición paciente:</b> sedestación. <b>Objetivo:</b> control de tronco, reacciones de alcance, coordinación, velocidad de reacción. <b>Tiempo de sesión:</b> 7-10 minutos. <b>Progresión semanal:</b> paso de sedestación a bipedestación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bolos.</b> Sedestación. Paciente sentado con la mano del lado sano coge una pelota de bolos e intenta lanzarla para derribar el mayor número de bolos posibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuerpobol.</b> Sedestación. Paciente sentado recibe pelotas desde diferentes direcciones e intenta darle con la mano, pie o cabeza del lado sano. El ejercicio progresa aumentando la velocidad de las pelotas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Superportero.</b> Sedestación. Paciente sentado intenta parar el mayor número de pelotas posibles, cada vez las recibirá con mayor velocidad. En todo momento lo hace con el miembro sano y si es posible con el afecto.</li> </ul>
3ª S E M E N A	<b>Juego semanal:</b> Kinect Joy Ride. <b>Temática:</b> Conducción y coches. <b>Posición paciente:</b> sedestación. <b>Objetivo:</b> control de tronco, coordinación, velocidad de reacción y alcance. <b>Tiempo de sesión:</b> 10 minutos. <b>Progresión semanal:</b> sedestación. <b>Consideraciones:</b> el paciente con la mano sana simula que agarra un volante y lo gira.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sprint.</b> Sedestación. Paciente circula por una carretera y simula que agarra un volante y gira para seguir el trazado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Destrucción.</b> Sedestación. Paciente va en un coche e intenta destruir el mayor número de objetos posibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Carrera-pro.</b> Sedestación. Paciente simula otros vehículos que el paciente tendrá que adelantar y competir con ellos.</li> </ul>
4ª S E M E N A	<b>Juego semanal:</b> Kinect sport I <b>Temática:</b> Juego libre (mini-juegos). <b>Posición paciente:</b> sedestación y últimos minutos bipedestación. <b>Objetivo:</b> control de tronco, coordinación oculo-manual, transferencia del peso, equilibrio estático, velocidad de reacción y alcance progresivo. <b>Tiempo de sesión:</b> 10 minutos. <b>Progresión semanal:</b> sedestación-bipedestación-límites de estabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bola solitaria.</b> Sedestación y bipedestación últimos minutos, a modo de prueba. Paciente intenta dirigir la bola hacia los bolos que aparecen en la pantalla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bolos a gogó.</b> Sedestación y bipedestación últimos minutos, a modo de prueba. Paciente intenta lanzar el máximo número de bolos posibles sin desequilibrarse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Juego libre: Tenis.</b> Sedestación y bipedestación últimos minutos, a modo de prueba. Paciente con mano sana simular jugar con una raqueta hacia derecha e izquierda.</li> </ul>
5ª S E M E N A	<b>Juego semanal:</b> Kinect sport II <b>Temática:</b> Juego de ocio y deporte. <b>Posición paciente:</b> sedestación y a mitad del tiempo bipedestación. <b>Objetivo:</b> control de tronco, coordinación oculo-manual, transferencia del peso, equilibrio lateral de tronco y equilibrio estático. <b>Tiempo de sesión:</b> 10-12 minutos. <b>Progresión semanal:</b> sedestación-bipedestación-límites de estabilidad-mantenimiento estático.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pinchadardos.</b> Sedestación y a mitad de prueba bipedestación. Paciente sigue con su mano e intenta explotar el globo apuntando con el dardo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Galería aplastante-Tenis.</b> Sedestación y a mitad de prueba bipedestación. Paciente intenta recibir todas las pelotas y devolverlas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Beisbol-home run.</b> Sedestación y a mitad de prueba bipedestación. Paciente intenta con manos entrelazadas batear la pelota y con mano del miembro sano lanzarlas después.</li> </ul>
6ª S E M E N A	<b>Juego semanal:</b> Kinect Adventures <b>Temática:</b> Juego libre de aventuras. <b>Posición paciente:</b> sedestación y primeros minutos bipedestación. <b>Objetivo:</b> control de tronco, coordinación, velocidad de reacción, transferencia del peso, equilibrio y mantenimiento postural. <b>Tiempo de sesión:</b> 12-15 minutos. <b>Progresión semanal:</b> sedestación-bipedestación-límites de estabilidad-resistencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Carambola-disparo certero.</b> Sedestación inicial unos minutos y seguidamente bipedestación. Paciente golpea una pelota e intenta romper los cubos orientando su brazo-mano de derecha a izquierda. Cada vez aparecen más pelotas y es necesario mayor coordinación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Río abajo (lo empieza el terapeuta mediante un salto).</b> Sedestación inicial unos minutos y seguidamente bipedestación. Paciente desciende un río subido a una lancha, desplazándose de derecha a izquierda siguiendo la corriente para esquivar obstáculos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Burbuja-explósión.</b> Sedestación inicial unos minutos y seguidamente bipedestación. Paciente pegado al lado afecto del paciente. Paciente debe alejar un brazo (si no es posible mover los dos) para explotar burbujas simultáneamente al terapeuta, ambos deben realizar pequeños desplazamientos.</li> </ul>
7ª S E M E N A	<b>Juego semanal:</b> Kinect sport I <b>Temática:</b> Juego libre. <b>Posición paciente:</b> bipedestación con descanso. <b>Objetivo:</b> control de tronco, coordinación, velocidad de reacción, transferencia del peso, equilibrio estático y en movimiento. Biofeedback para regulación de equilibrio. <b>Tiempo de sesión:</b> 15 minutos. <b>Progresión semanal:</b> sedestación-bipedestación-límites de estabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Esquivabol.</b> Bipedestación y a mitad de la prueba descanso en sedestación unos minutos, para continuar con bipedestación seguidamente. Paciente recibe pelotas de diferentes direcciones e intenta esquivarlas para que no impacten en él. <i>Atención: profesional insiste continuamente que el paciente resque límites de estabilidad aunque se escapen las pelotas.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Superportero.</b> Bipedestación y a mitad de la prueba descanso en sedestación unos minutos, para continuar con bipedestación seguidamente. Paciente intenta parar el mayor número de pelotas posibles, cada vez las recibirá con mayor velocidad. En todo momento, lo hace con el miembro sano y si su movilidad lo permite con el afectado. <i>Atención: profesional insiste continuamente que el paciente resque límites de estabilidad aunque se escapen las pelotas.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuerpobol.</b> Bipedestación y a mitad de la prueba descanso en sedestación unos minutos, para continuar con bipedestación seguidamente. Paciente sentado recibe pelotas de diferentes direcciones e intenta darle con la mano, pie o cabeza del lado sano manteniendo equilibrio. El ejercicio progresa aumentando la velocidad de las pelotas. <i>Atención: si no es posible con el pie, solo con cabeza y manos.</i></li> </ul>
8ª S E M E N A	<b>Juego semanal:</b> Libre según interés del paciente. <b>Temática:</b> Juego libre. <b>Posición paciente:</b> bipedestación en función de la fatiga. <b>Objetivo:</b> lúdico, diversión más todos los anteriores. <b>Tiempo de sesión:</b> 15-20 minutos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bipedestación continua, con sedestación en función de la fatiga del paciente. Cualquiera de los anteriores: elegido por el paciente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bipedestación continua, con sedestación en función de la fatiga del paciente. Cualquiera de los anteriores: elegido por el paciente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bipedestación continua, con sedestación en función de la fatiga del paciente. Cualquiera de los anteriores: elegido por el paciente.</li> </ul>

**Figura 2.** Imágenes de baropodometría de dos sujetos del estudio, preintervención (izquierda) y postintervención (derecha).



**Tabla II.** Variables sociodemográficas y variables que determinan la inclusión de los participantes ( $n = 14$ ).

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad (años)	49	84	66,00	10,54
Tiempo tras el ictus (meses)	1	4	2,57	0,85
National Institutes of Health Stroke Scale	7	20	13,86	3,96
Montreal Cognitive Assessment	15	26	20,14	3,76
Escala de Rankin modificada	3	4	3,79	0,42

### Escalas clínicas

Todos los resultados de las escalas y tests clínicos se muestran en la tabla IV. Se obtuvieron correlaciones estadísticamente significativas en la escala de Rankin modificada ( $p = 0,04$ ), el test de Tinetti para el equilibrio ( $p = 0,04$ ), el índice de Barthel ( $p = 0,01$ ), el cuestionario EuroQoL 5D ( $p = 0,01$ ) y la escala de Cano-Mañas en las secciones de motivación ( $p = 0,02$ ), autoestima ( $p = 0,01$ ) y adhesión a la intervención ( $p = 0,02$ ).

No se obtuvieron diferencias significativas en las variables test de Tinetti para la marcha ( $p = 0,119$ ),

test *Get Up & Go* ( $p = 0,07$ ) y test de alcance funcional ( $p = 0,1$ ).

### Discusión

En nuestro conocimiento, el presente estudio piloto es el primero en integrar realidad virtual semiinmersiva a través de la videoconsola Xbox 360° con el dispositivo Kinect en un protocolo estructurado con dificultad progresiva en tiempo, intensidad y requerimientos motores para pacientes con ictus en fase subaguda en un contexto hospitalario. El objetivo fue analizar si existían cambios significativos en el control postural y el equilibrio, el riesgo de caídas, el nivel de independencia funcional en las actividades básicas de la vida diaria, la calidad de vida relacionada con la salud, aspectos motivacionales, de autoestima y adhesión a la intervención, tras un protocolo de ocho semanas de realidad virtual semiinmersiva mediante videojuegos comerciales, como complemento a un abordaje rehabilitador interdisciplinar. Los resultados de este estudio mostraron mejoras en el equilibrio y el control postural (alineación corporal y simetría podal), la independencia funcional, la calidad de vida relacionada con la salud, así como el nivel de motivación y la autoestima, con una excelente adhesión a las intervenciones.

Turolla et al [37], Laver et al [17], Corbetta et al [38] y Lohse et al [20] sugieren que asociar realidad virtual con enfoques tradicionales podría restaurar la funcionalidad de las extremidades superiores y la funcionalidad en las actividades básicas de la vida diaria en los pacientes tras un ictus. Estos autores consideran que la intervención con realidad virtual combinada con el tratamiento convencional es más eficaz que la terapia convencional aislada, ya que permite reforzar los resultados obtenidos en los tratamientos de forma más efectiva, facilitando la transferencia de aprendizaje. Además, el uso de realidad virtual semiinmersiva proporciona una práctica intensiva, enfocada a una tarea, variable y enriquecida mediante entornos que facilitan el aprendizaje motor con *feedback* y motivación.

El fundamento del uso de los videojuegos como herramienta rehabilitadora es la recreación de entornos que faciliten la activación del sistema de neuronas espejo y mecanismos neuroplásticos. En esta línea de investigación, Cargnin et al [39] indicaron que utilizar herramientas de realidad virtual semiinmersiva activa el sistema de neuronas espejo, produciendo un aprendizaje guiado por biorretroalimentación [17-19]. Se evidenció que estos sistemas virtuales proporcionaban integración sensorial

**Tabla III.** Estadísticos descriptivos de las variables utilizadas pre y postintervención para el control postural y equilibrio.

		Preintervención					Postintervención					<i>p</i>
		<i>n</i>	Media	DE	Mínimo	Máximo	<i>n</i>	Media	DE	Mínimo	Máximo	
Posturografía estática	ROA (rango x)	13	4,28	3,27	0,93	11,49	13	3,65	2,62	0,55	9,45	0,07
	ROC (rango x)	12	3,78	2,62	0,80	9,47	12	3,43	2,73	0,70	10,25	0,34
	ROA (rango y)	13	4,00	3,86	0,50	16,12	13	4,31	3,22	1,10	13,13	0,32
	ROC (rango y)	12	4,29	1,87	1,60	7,23	12	4,03	1,75	1,53	7,07	0,34
	ROA, área (cm <sup>2</sup> )	13	9,35	8,00	1,64	26,05	13	9,80	6,50	1,23	22,34	0,75
	ROC, área (cm <sup>2</sup> )	12	12,58	10,93	1,90	40,94	12	11,14	9,50	1,17	34,71	0,17
	ROA, longitud de la trayectoria (cm)	13	102,27	2,02	62,25	140,85	13	96,4	21,08	68,44	130,61	0,46
	ROC, longitud de la trayectoria (cm)	12	118,99	47,08	45,38	179,94	12	109,08	41,67	34,19	191,10	0,13
Baropodometría estática	Distribución de la carga (%)	14	72,00	18,84	48	100	14	62,79	14,15	45	96	0,03 <sup>a</sup>
	Superficie de apoyo (cm <sup>2</sup> )	14	143,29	40,687	103	222	14	167,43	43,22	121	266	0,01 <sup>a</sup>

DE: desviación estándar; ROA: test de Romberg con los ojos abiertos; ROC: test de Romberg con los ojos cerrados. <sup>a</sup>Significación estadística con  $p < 0,05$ .

**Tabla IV.** Estadísticos descriptivos pre y postintervención de las escalas utilizadas en el estudio.

		Preintervención					Postintervención					<i>p</i>
		<i>n</i>	Media	DE	Mínimo	Máximo	<i>n</i>	Media	DE	Mínimo	Máximo	
Control postural y equilibrio	Test de Tinetti-equilibrio	14	7,43	5,43	1	16	14	8,86	5,07	1	16	0,04
	Test de Tinetti-marcha	14	3,14	4,51	0	16	14	4,57	3,73	0	12	0,11
	Test de alcance funcional	14	5,57	8,31	0	23	14	14,35	10,40	0	33	0,10
	<i>Timed Get Up &amp; Go</i>	14	4,07	1,20	1	5	14	2,86	1,16	1	5	0,07
Independencia funcional	Índice de Barthel	14	36,43	30,09	5	95	14	68,57	20,70	40	100	0,01 <sup>a</sup>
	Escala de Rankin modificada	14	3,79	0,42	3	4	14	2,857	0,86	1	4	0,04 <sup>a</sup>
Calidad de vida relacionada con la salud	Estado de salud cuestionario EuroQol-5D	14	40,71	17,74	10	70	14	84,29	11,58	60	100	0,01 <sup>a</sup>
Escala de Cano-Mañas	Motivación	13	5,07	1,32	2	6	13	1,84	0,55	1	3	0,02 <sup>a</sup>
	Autoestima	13	5,07	1,32	2	6	13	1,46	0,51	1	2	0,01 <sup>a</sup>
	Adherencia	12	5,16	1,02	4	6	13	1,30	0,48	1	2	0,02 <sup>a</sup>

DE: desviación estándar. <sup>a</sup>Significación estadística con  $p < 0,05$ .

multimodal compleja e inmersión en entornos que de manera convencional serían inaccesibles para los pacientes con ictus [40].

En el presente estudio se resaltó la importancia de elaborar un protocolo con progresión que incluyera la práctica de tareas con duración, intensidad y

repetición moderada. La finalidad de este entrenamiento continuo fue la activación de áreas sensoriomotoras que pudieran facilitar mecanismos neuroplásticos. En esa línea de investigación, autores como Adamovich et al [41] hacen hincapié en que el entrenamiento para producir activación neuroplástica mediante realidad virtual debe ser intenso, repetitivo, variable, retroalimentado y motivante, con la posibilidad de recrear diferentes entornos. Teniendo esto en cuenta, el estudio piloto incluyó diferentes videojuegos que se intercalaron durante las ocho semanas que duró la intervención experimental.

Nuestros resultados mostraron mejorías significativas en el control postural y el equilibrio mediante la escala de Tinetti (sección de equilibrio), y no existió significación estadística en las variables de posturografía estática. Existen pocos estudios que relacionen mediante posturografía las mejoras en el control postural y el equilibrio, tras un tratamiento mediante realidad virtual semiinmersiva en pacientes con ictus, y destacan autores como Ortiz-Gutiérrez et al [42], que utilizaron sistemas de posturografía dinámica en pacientes con esclerosis múltiple, obteniendo mejoras evidenciables en el equilibrio mediante realidad virtual y telerrehabilitación. Paralelamente, autores como Cho et al [43] tampoco encontraron resultados significativos sobre los efectos de la realidad virtual mediante videojuegos adaptados en pacientes con ictus en el equilibrio estático y dinámico mediante posturografía.

La distribución de la carga y la superficie de apoyo mostraron mejorías mediante el empleo de un sistema de baropodometría. En esta línea, un estudio obtuvo resultados similares empleando realidad virtual no inmersiva mediante el sistema Wii Fit® con un programa estructurado de terapia física. En ese estudio también se determinaron mejoras significativas mediante baropodometría en la simetría del cuerpo, el equilibrio y la funcionalidad en pacientes tras un ictus [44]. No se han encontrado otros estudios que vinculen realidad virtual semiinmersiva con estos sistemas de valoración cuantitativa; sin embargo, los resultados del presente trabajo parecen mostrar que la baropodometría es una herramienta eficaz para cuantificar el control postural mediante la alineación corporal y la simetría podal en pacientes con ictus en fase subaguda.

No se observaron mejoras significativas con relación a la marcha mediante la escala de Tinetti (sección marcha), el riesgo de caídas y el test de alcance funcional. Cavalcanti-Moreira et al [45] evidenciaron que la realidad virtual podría ser una herramienta óptima para mejorar la marcha en los pacientes tras un ictus e indicaron que la interven-

ción basada en la realidad virtual podía tener efectos favorables en la velocidad al caminar y en la capacidad de hacer frente a los retos del entorno, facilitando la deambulacion. Según estos autores, la terapia basada en la realidad virtual tendría el potencial de ser una herramienta útil para mejorar el equilibrio y la marcha en estos pacientes. Sin embargo, nuestros resultados no fueron positivos en estos niveles, probablemente por el carácter subagudo de los participantes incluidos en esta investigación y la limitación en el tiempo del tratamiento ofrecido.

Existen pocos estudios que hayan valorado la integración de un protocolo estructurado en complejidad e intensidad para la mejora del control postural, el equilibrio y la funcionalidad en los pacientes con ictus. Viñas-Diz y Sobrido-Prieto [18] realizaron una revisión sistemática e indicaron que existe una gran heterogeneidad en la duración de las terapias, con grandes diferencias en cuanto a la intensidad de las intervenciones. Ortiz-Gutiérrez et al [42] determinaron la viabilidad de un protocolo mediante un sistema de telerrehabilitación para pacientes con esclerosis múltiple utilizando *serious games* con la videoconsola Xbox 360° y el sensor Kinect. Piron et al [46] afirmaron que estructurar protocolos mediante telerrehabilitación con supervisión de un profesional disminuiría el tiempo de ingreso de los pacientes en las unidades hospitalarias y podría dar continuidad a las intervenciones realizadas fuera del ámbito hospitalario. En nuestra investigación se desarrolló un protocolo similar al de Ortiz-Gutiérrez et al, pero en la actualidad no se han encontrado evidencias relevantes para determinar si pacientes tras un ictus en fase subaguda podrían ser candidatos para sistemas de telerrehabilitación como herramienta complementaria a sus terapias convencionales, si bien nuestros resultados apuntan a mejoras en la independencia funcional de estos pacientes tras un protocolo de realidad virtual semiinmersiva mediante videojuegos comerciales.

Los resultados del presente estudio mostraron mejoras en la calidad de vida, la motivación y la autoestima, con excelente adhesión al tratamiento. Todos los participantes del presente estudio afirmaron que los videojuegos les proporcionaban *feedback*, e incidieron en su motivación y nivel de autoestima. En este sentido, en el presente estudio, durante la última semana, los participantes pudieron seleccionar el videojuego que más les interesaba en aras de personalizar las intervenciones. Autores como McNeill et al [47] apuntan a la importancia de regular el fracaso y el rendimiento de los participantes en los tratamientos con videojuegos



que no generan una retroalimentación positiva. En el presente estudio se tuvo en cuenta que los videojuegos comerciales empleados se seleccionaron y adaptaron para personas con ictus en fase subaguda. Además, se empleó una herramienta de bajo coste e interactiva que se podía implementar en cualquier entorno con accesibilidad a un coste reducido, y que se podía utilizar para uso clínico en pacientes ingresados en hospitales tras un ictus. Autores como Sheehy et al [48] destacan la importancia de utilizar los videojuegos como complemento por su bajo coste y accesibilidad, y afirman que usar realidad virtual semiinmersiva producía cambios significativos en el equilibrio en sedestación de pacientes tras un ictus. En esa línea de investigación, McEwen et al [49] resaltan que las intervenciones mediante realidad virtual complementarias al tratamiento convencional mejoran la movilidad y el equilibrio en el ictus, y por ello se piensa en una mejora sobre la calidad de vida, por lo que nuestros resultados están en esta línea.

La motivación es un elemento clave en el proceso neurorrehabilitador del paciente tras un ictus. Existe evidencia de que los trastornos de la motivación derivan en estados de apatía, y existen investigaciones que afirman que los pacientes con una pérdida de motivación, preocupación e interés desarrollan una disminución en la iniciativa, la interacción con el entorno y la actividad social [50]. Los elementos virtuales constituyen una excelente herramienta para fomentar estrategias motivadoras; sin embargo, apenas existen herramientas de validación fiables para cuantificar el nivel motivacional de forma válida, específica y segura. Existen escalas relacionadas con estos aspectos, como la escala de Rosenberg [51], la escala de Quebec para usuarios de tecnología de asistencia (Quest 2.0) [52], la *System Usability Scale* [53] o el *Self-Assessment Manikin* [54], pero ninguna de las mencionadas cumplía los requerimientos de esta investigación para evaluar la motivación, la autoestima y la adhesión a las intervenciones mediante realidad virtual. Por esta cuestión se desarrolló la escala de Cano-Mañas, de tipo Likert, con la limitación de no ser una herramienta validada para esta población. Sin embargo, los resultados del presente estudio mostraron datos estadísticamente significativos en las tres secciones en las que se dividió el instrumento, y se necesitan más publicaciones con las que poder comparar los datos encontrados.

El presente estudio adolece de una serie de limitaciones. Se destaca el reducido tamaño muestral para poder realizar una inferencia de resultados al resto de la población con ictus subagudos. Tam-

co se llevaron a cabo técnicas de aleatorización con un grupo control. No se pudo determinar si los efectos de la realidad virtual semiinmersiva se mantenían a largo plazo, pues los participantes recibían el alta hospitalaria. El protocolo de intervención experimental fue un complemento al abordaje rehabilitador interdisciplinar, por tanto, no se pudo establecer si las mejoras evidenciadas se producían por la utilización de esta herramienta complementaria o por la intervención en conjunto, por lo que sería interesante realizar estudios con un grupo control.

En conclusión, los resultados muestran que la rehabilitación convencional interdisciplinar complementada con realidad virtual semiinmersiva, mediante un protocolo estructurado con videojuegos comerciales, mejora el equilibrio y el control postural (alineación corporal y simetría podal), la independencia funcional, la calidad de vida relacionada con la salud, así como la motivación y la autoestima, con excelente adhesión a las intervenciones, por lo que podría implementarse como tratamiento coadyuvante al abordaje rehabilitador de pacientes con ictus en fase subaguda.

#### Bibliografía

1. Martínez-Vila E, Murie-Fernández M, Pagola I, Irimia P. Enfermedades cerebrovasculares. *Medicine* 2011; 10: 4871-81.
2. Rigau-Comas D, Álvarez-Sabín J, Gil-Núñez A, Abilleira-Castells S, Borrás-Pérez FX, Armario-García P. Primary and secondary prevention of stroke: a guideline. *Med Clin (Barc)* 2009; 133: 754-62.
3. World Health Organization. *World Health Report 2004: changing history*. Geneva: WHO; 2004.
4. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Geneva: WHO; 2002.
5. Álvarez-Sabín J, Alonso de Leciana M, Gallego J, Gil-Peralta A, Casado I, Castillo J, et al. Plan for stroke healthcare delivery. *Neurología* 2006; 21: 717-26.
6. Medrano-Alberto MJ, Boix-Martínez R, Cerrato-Crespan E, Ramírez-Santa Pau M. Incidence and prevalence of ischaemic heart disease and cerebrovascular disease in Spain: a systematic review of the literature. *Rev Esp Salud Pública* 2006; 80: 5-15.
7. Thompson AJ. Neurological rehabilitation: from mechanisms to management. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000; 69: 718-22.
8. Águila-Maturana AM. Ciencias de la salud basadas en la evidencia: aportaciones a la neurorrehabilitación. In Cano-de-la-Cuerda R, Collado-Vázquez S, eds. *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento*. Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 51-9.
9. Neumann V, Gutenbrunner C, Fialka-Moser V, Christodoulou N, Varela E, Giustini A. Interdisciplinary team working in physical and rehabilitation medicine. *J Rehabil Med* 2010; 42: 4-8.
10. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav* 2005; 8: 187-219.
11. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet* 2011; 377: 1693-702.
12. Pollock A, Baer G, Campbell P, Choo PL, Forster A, Morris J, et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 4: CD001920.
13. Bayón-Calatayud M, Gil-Agudo A, Benavente-Valdepeñas AM, Drozdowskyj-Palacios O, Sánchez-Martín G, Álamo-Rodríguez MJ. Eficacia de nuevas terapias en la neurorrehabilitación

- del miembro superior en pacientes con ictus. *Rehabilitación (Madrid)* 2014; 48: 232-40.
14. Bayón M, Martínez J. Plasticidad cerebral inducida por algunas terapias aplicadas en el paciente con ictus. *Rehabilitación (Madrid)* 2008; 42: 86-91.
  15. Laver KE, Schoene D, Crotty M, George S, Lannin NA, Sherrington C. Telerehabilitation services for stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 12: CD010255.
  16. Peñasco-Martín B, De los Reyes-Guzmán A, Gil-Agudo A, Bernal-Sahun A, Pérez-Aguilar B, De la Peña-González AI. Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación. *Rev Neurol* 2010; 51: 481-8.
  17. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; 9: CD008349.
  18. Vinas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Virtual reality for therapeutic purposes in stroke: a systematic review. *Neurología* 2016; 31: 255-77.
  19. Bayón M, Martínez J. Rehabilitación del ictus mediante realidad virtual. *Rehabilitación (Madrid)* 2010; 44: 256-60.
  20. Lohse KR, Hilderman CGE, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos HFM. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS One* 2014; 9: e93318.
  21. Da Gama A, Fallavollita P, Teichrieb V, Navab N. Motor rehabilitation using Kinect: a systematic review. *Games Health J* 2015; 4: 123-35.
  22. Montaner J, Álvarez-Sabín J. NIH: stroke scale and its adaptation to Spanish. *Neurología* 2006; 21: 192-202.
  23. Gallego ML, Ferrándiz MH, Garriga OT, Nierga IP, López-Pousa S, Franch JV. Validación del Montreal Cognitive Assessment (MoCA): test de cribado para el deterioro cognitivo leve. Datos preliminares. *Alzheimer Real Invest Demenc* 2009; 43: 4-11.
  24. Pendlebury ST, Cuthbertson FC, Welch SJ, Mehta Z, Rothwell PM. Underestimation of cognitive impairment by Mini-Mental State Examination versus the Montreal Cognitive Assessment in patients with transient ischemic attack and stroke: a population-based study. *Stroke* 2010; 41: 1290-3.
  25. Hong KS, Saver JL. Quantifying the value of stroke disability outcomes: WHO global burden of disease project disability weights for each level of the modified Rankin Scale. *Stroke* 2009; 40: 3828-33.
  26. Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control translating research into clinical practice. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
  27. Peydro-De Moya ME, Baydal-Bertomeu JM, Vivas-Broseta MJ. Assessment and rehabilitation of balance by posturography. *Rehabilitación (Madrid)* 2005; 39: 315-23.
  28. Cano-de-la-Cuerda R, Collado-Vázquez S. Análisis instrumental de la marcha. In Cano-de-la-Cuerda R, Collado-Vázquez S, eds. *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento*. Madrid: Médica Panamericana; 2012. p. 161-70.
  29. Rodríguez GC, Helena LL. Validez y confiabilidad de la escala de Tinetti para población colombiana. *Rev Colomb Reumatol* 2012; 19: 218-33.
  30. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990; 45: 192-7.
  31. Podsiadlo D, Richardson S. The timed get 'Up & Go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142-8.
  32. Baztán JJ, Pérez-del Molino J, Alarcón T, San Cristóbal E, Izquierdo G, Manzarbeitia I. Índice de Barthel: instrumento válido para la valoración funcional de pacientes con enfermedad cerebrovascular. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 1993; 28: 32-40.
  33. Badía X, Roset M, Montserrat S, Herdman M, Segura A. The Spanish version of EuroQol: a description and its applications. *European Quality of Life scale*. *Med Clin (Barc)* 1999; 112: (Suppl 1): 79-85.
  34. Carr JH, Shepherd RB. *Neurological rehabilitation: optimizing motor performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1998.
  35. Franchesquini, M, Agosti M, Cantagallo A. Mirror neurons: action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010; 46: 517-23.
  36. Díez-Alegre MI, Cano-de-la-Cuerda R. Empleo de un videojuego como herramienta terapéutica en adultos con parálisis cerebral tipo tetraparesia espástica. *Estudio piloto*. *Fisioterapia* 2012; 34: 23-30.
  37. Turolla A, Dam M, Ventura L, Tonin P, Agostini M, Zucconi C. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *J Neuroeng Rehabil* 2013; 10: 85.
  38. 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: 117-24.
  39. Cargnin DJ, Cordeiro d'Ornellas M, Cervi Prado AL. A serious game for upper limb stroke rehabilitation using biofeedback and mirror-neurons based training. *Stud Health Technol Inform* 2015; 216: 348-52.
  40. Furlan M, Marchal G, Viader F, Derlon JM, Baron JC. Spontaneous neurological recovery after stroke and the fate of the ischemic penumbra. *Ann Neurol* 1996; 40: 216-26.
  41. Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation* 2009; 25: 29-44.
  42. Ortiz-Gutiérrez R, Cano-de-la-Cuerda R, Galán-del-Río F, Alguacil-Diego MI, Palacios-Ceña D, Miangolarra-Page JC. Telerehabilitation program improves postural control in multiple sclerosis patients: a Spanish preliminary study. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10: 5697-710.
  43. Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients. *Tohoku J Exp Med* 2012; 228: 69-74.
  44. Barcala L, Grecco L, Colella F, Lucareli P, Salgado AS, Oliveira CS. Visual biofeedback balance training using Wii fit after stroke: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci* 2013; 25: 1027-32.
  45. Cavalcanti-Moreira MC, De Amorim-Lima AM, Ferraz KM, Benedetti-Rodrigues MA. Use of virtual reality in gait recovery among post stroke patients – a systematic literature review. *Disabil Rehabil* 2013; 8: 357-62.
  46. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Cortese F, Zampolini M, et al. Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. *J Rehabil Med* 2009; 41: 1016-20.
  47. McNeill M, Charles D, Burke J, Crosbie J, McDonough S. Evaluating user experiences in rehabilitation games. *Journal of Assistive Technologies* 2012; 6: 173-81.
  48. Sheehy L, Taillon-Hobson A, Sveistrup H, Bilodeau M, Fergusson D, Levac D, et al. Does the addition of virtual reality training to a standard program of inpatient rehabilitation improve sitting balance ability and function after stroke? Protocol for a single-blind randomized controlled trial. *BMC Neurol* 2016; 16: 42.
  49. McEwen, D, Taillon-Hobson, A, Bilodeau, M, Sveistrup, H, Finestone, H. Virtual reality exercise improves mobility after stroke an inpatient randomized controlled trial. *Stroke* 2014; 45: 1853-5.
  50. López-Dóriga P, Andrino-Díaz N. Apatía postictus. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2016; 51: 164-9.
  51. Martín-Albo J, Núñez JL, Navarro JG, Grijalvo F. The Rosenberg Self-Esteem Scale: translation and validation in university students. *Span J Psychol* 2007; 10: 458-67.
  52. Mora-Barrera CA. Validación de la versión en español de la evaluación de Quebec de usuarios con tecnología de asistencia (Quest 2.0) [tesis doctoral]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2010. URL: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2507/>. [03.05.2017].
  53. Brooke J. SUS – a quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry* 1996; 189: 4-7.
  54. Morris JD. Observations: SAM, the Self-Assessment Manikin. An efficient cross-cultural measurement of emotional response. *J Advert Res* 1995; 35: 63-8.

### Commercial video games in the rehabilitation of patients with sub-acute stroke: a pilot study

**Introduction.** Stroke generates dependence on the patients due to the various impairments associated. The use of low-cost technologies for neurological rehabilitation may be beneficial for the treatment of these patients.

**Aim.** To determine whether combined treatment using a semi-immersive virtual reality protocol to an interdisciplinary rehabilitation approach, improve balance and postural control, functional independence, quality of life, motivation, self-esteem and adherence to intervention in stroke patients in subacute stage.

**Patients and methods.** A longitudinal prospective study with pre and post-intervention evaluation was carried out. Fourteen were recruited at La Fuenfría Hospital (Spain) and completed the intervention. Experimental intervention was performed during eight weeks in combination with conventional treatment of physiotherapy and occupational therapy. Each session was increased in time and intensity, using commercial video games linked to Xbox 360° videoconsole and Kinect sensor.

**Results.** There were statistical significant improvements in modified Rankin scale ( $p = 0.04$ ), baropodometry (load distribution,  $p = 0.03$ ; support surface,  $p = 0.01$ ), Barthel Index ( $p = 0.01$ ), EQ-5D Questionnaire ( $p = 0.01$ ), motivation ( $p = 0.02$ ), self-esteem ( $p = 0.01$ ) and adherence to the intervention ( $p = 0.02$ ).

**Conclusions.** An interdisciplinary rehabilitation approach supplemented with semi-immersive virtual reality seems to be useful for improving balance and postural control, functional independence in basic activities of daily living, quality of life, as well as motivation and self-esteem, with excellent adherence. This intervention modality could be adopted as a therapeutic tool in neurological rehabilitation of stroke patients in subacute stage.

**Key words.** Balance. Baropodometry. Neurorehabilitation. Postural control. Stroke. Video games. Virtual reality.