



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias de la Salud

Trabajo Fin de Grado

**USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y
VIDEOJUEGOS EN
REHABILITACIÓN. REVISIÓN
SISTEMÁTICA.**

Alumno: Toharias-Cazorla, Rosa María

Tutor: Prof. D. Talavera-Martínez, Antonia
Dpto: Ciencias de la Salud

Junio, 2016

ÍNDICE

1. Título.....	3
2. Resumen.....	3
3. Introducción.....	5
4. Material y métodos.....	6
4.1 Estrategia de búsqueda.....	6
4.2 Criterios de inclusión.....	6
4.3 Criterios de exclusión.....	7
4.4 Evaluación de la calidad metodológica.....	7
5. Resultados.....	8
5.1 Equilibrio.....	8
5.2 Función Pulmonar.....	10
5.3 Función del Miembro Superior.....	10
6. Discusión.....	11
7. Conclusión.....	13
8. Anexos.....	13
9. Bibliografía.....	20

1. TÍTULO

“Uso de nuevas tecnologías y videojuegos en la rehabilitación. Revisión sistemática.”

“Use of new technologies and video games in rehabilitation. Systematic review.”

2. RESUMEN

Introducción: El uso de realidad virtual y videojuegos en el entorno de la fisioterapia y rehabilitación es cada vez más frecuente a medida que avanzan las nuevas tecnologías. Teniendo en cuenta las numerosas ventajas que ofrece como el bajo coste, aumento de motivación y fácil adaptación a todo tipo de pacientes, se propone como objetivo de esta revisión estudiar si realmente su uso es eficaz a la hora de aplicar un tratamiento.

Métodos: Tras una búsqueda en 3 bases de datos distintas (PubMed, PEDro y Scopus) con las palabras clave “video games”, “physical therapy”, “physiotherapy” y “rehabilitation”, son seleccionados 7 ensayos clínicos aleatorizados para su estudio. Todos ellos cumplen los criterios de inclusión y exclusión. Para evaluar la calidad metodológica se usan las escalas de PEDro y Jadad.

Resultados: Los 7 artículos se dividieron en 3 grupos según sus variables de estudio, centrándose la mayoría en el equilibrio, excepto dos que estudiaron la capacidad pulmonar y la función del miembro superior. En la mayoría de los estudios se obtiene como resultado un buen pronóstico con este tipo de tratamiento.

Conclusión: El uso de videojuegos en la rehabilitación puede ser un buen método especialmente con trastornos del equilibrio, ya que es donde más evidencia se ha encontrado. Sería bueno en un futuro seguir estudiando este tema mejorando las limitaciones encontradas para conseguir mayor evidencia.

Palabras clave: “video games”, “physical therapy”, “physiotherapy” y “rehabilitation”.

ABSTRACT

Background: The use of virtual reality and video games in the field of physiotherapy and rehabilitation is increasing with the advance of new technologies. Given the many advantages such as low cost, increased motivation and easy adaptation to all types of patients, it is proposed as an objective of this review to consider if the use of virtual reality is really effective in the treatment.

Methods: After searching in 3 different databases (PubMed, PEDro and Scopus) with the keywords “video games”, “physical therapy”, “physiotherapy” and “rehabilitation”, 7 randomized clinical trial are selected. All of them satisfy the inclusion and exclusion criteria. To assess the methodological quality, PEDro and Jadad scales are used.

Results: 7 articles were divided into 3 groups according to their study variables, focusing most of them on balance, except two which studied lung capacity and upper limb function. Good results were found in most of the articles.

Conclusion: The use of video games in rehabilitation could be a good method, especially with balance disorders, because it is where more evidence was found. It would be recommendable in the future to continue studying this issue to improve the constraints who were found and get more evidence.

Keywords: “video games”, “physical therapy”, “physiotherapy” and “rehabilitation”.

3. INTRODUCCIÓN

La realidad virtual se define como “el uso de simulaciones interactivas creadas con el hardware y software de un ordenador para dar oportunidad a los usuarios de participar en entornos que aparecen de forma similar a los objetos y eventos de la realidad”.¹

La rehabilitación mediante realidad virtual puede ser de dos tipos: cognitiva o musculoesquelética. Ésta no es una terapia muy frecuente todavía debido a su reciente aparición, pero que está creciendo en los últimos años a pasos agigantados en el terreno de la fisioterapia.² Esto es así gracias a que cada vez la tecnología se vuelve más accesible y asequible.³ En esta revisión nos centraremos en el estudio de la rehabilitación virtual musculoesquelética, ya que es mucho más usual encontrar tratamientos virtuales dedicados a la recuperación motora.⁴

Estos avances tecnológicos permiten a médicos e investigadores recurrir a los sistemas de juego comerciales de bajo coste como alternativa de entrega a realidad virtual. Muchos de estos juegos no tienen como fin la recuperación terapéutica, sin embargo pueden usarse perfectamente para ello según su diseño. Otros, por el contrario, están siendo adaptados específicamente para la rehabilitación.⁵

A parte de ser un medio de bajo coste^{2,4,5}, está demostrado que la rehabilitación mediante realidad virtual aumenta la motivación de los pacientes a la hora de realizar el tratamiento.^{2,6} Además este método no sólo está dedicado a pacientes que necesiten recuperarse de alguna patología, sino que puede ser utilizado simplemente para mejorar la vida útil de la población⁴ tanto en personas mayores como en jóvenes⁷ teniendo la gran ventaja de poder usar el mismo software con distintos pacientes.²

Concretamente, en este trabajo aparecen 3 tipos distintos de sistemas virtuales utilizados en la rehabilitación: Wii Fit, Xbox Kinect y el sistema eBaViR, de los cuales hablaremos a continuación.

Shigeru Miyamoto desarrolló la consola Wii (de Nintendo) en 2006, siendo en 2007 cuando se estrena el videojuego Wii Fit que aparece en este trabajo junto a su complemento: la Wii Balance Board.⁸ La Wii Balance Board es una tabla capaz de calcular la presión que se hace en ella gracias

a 4 sensores que presenta en su interior. Así, esta plataforma tipo step detecta el movimiento de las personas al colocarse sobre ella y refleja los movimientos en la pantalla.⁹

En segundo lugar, los desarrolladores de Microsoft lanzaron el estreno de la Xbox en 2002.¹⁰ Kinect tardó un poco más en salir al mercado, siendo 8 años más tarde, en 2010, cuando se dio a conocer como complemento de la Xbox. Kinect, desarrollado por Alex Kipman, permite la interacción de las personas con la Xbox sin tener contacto físico con ella, mediante un sistema que reconoce movimientos, imágenes y sonidos.¹¹

El sistema eBaViR (easy Balance Virtual Rehabilitation) por el contrario, es un sistema diseñado específicamente para la rehabilitación. Fue desarrollado por el Instituto Labhuman (Valencia) basándose en la Wii Balance Board, pero adaptando sus características para pacientes con daño cerebral adquirido: menos complejidad y cantidad de estímulos.¹²

Por último, aunque los resultados son generalmente positivos existe todavía poca evidencia sobre este tema.¹³ El objetivo de esta revisión es, por tanto, analizar y estudiar la efectividad de la realidad virtual con el uso de videojuegos en la rehabilitación.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Estrategia de búsqueda:

La búsqueda se ha realizado en las bases de datos PubMed, PEDro y Scopus. Para ello se han usado los términos MESH “video games”, “physical therapy”, “physiotherapy” y “rehabilitation” combinando el primero de ellos con los otros tres mediante AND. Podemos ver los resultados de la búsqueda con más detalle en el **Anexo 1**.

4.2 Criterios de inclusión:

- Los artículos deben de ser ensayos clínicos aleatorizados.
- Publicaciones desde el 2010 hasta el presente.
- Textos descargables gratuitos.
- Idiomas en inglés o español.
- Sujetos humanos, sin importar sexo o edad.

4.3 Criterios de exclusión:

- Tratamientos de rehabilitación que no incluyan video juegos.
- Puntuación en la escala PEDro menor a 5 y en la escala Jadad menor a 2.
- Todo tipo de estudios que no sean los citados anteriormente.
- Artículos anteriores a 2010.

4.4 Evaluación de la calidad metodológica:

La escala PEDro se creó con el fin de ayudar a los usuarios de esta base de datos a reconocer de forma rápida aquellos ensayos con más validez interna y una información estadística apta para la realización de decisiones clínicas, de forma que cada uno de ellos recibe una puntuación de 0 a 10.¹⁴ Según Maher et al.¹⁵ aquellos artículos que tengan una puntuación en la escala PEDro de 5 o más, son considerados con un alto grado de fiabilidad.

La puntuación de cada ensayo clínico con la escala PEDro se encuentra en el **Anexo 2**, siendo la puntuación más alta un 8 y la más baja un 5.

Por otro lado, la escala Jadad se desarrolló para evaluar la calidad de ensayos clínicos aleatorizados sobre el dolor, pero se ha utilizado posteriormente en otras áreas, presentando una puntuación de 0 a 5 (de más débil a más fuerte). Esta escala ha demostrado tener una fiabilidad excelente.¹⁶

La puntuación de la escala Jadad puede verse con detalle en el **Anexo 3**, con un máximo de 3 puntos, y un mínimo de 2.

5. RESULTADOS

Tras la búsqueda se han elegido 7 estudios para realizar la revisión. Según las variables de estudio, podemos dividirlos en:

5.1 Equilibrio:

Cinco de los siete ensayos clínicos se centran en esta variable para su estudio.

Sims J, et al.¹⁷ en 2013 publica un ensayo clínico aleatorizado en el que se comparan los efectos de la fisioterapia convencional frente a la rehabilitación con Wii para el equilibrio estático y dinámico en pacientes con historial de lesión en miembros inferiores. En este estudio, realizado en varios estados norteamericanos (San Diego, Virginia y Kalamazoo), se escogieron 28 pacientes de entre 18 y 25 años y se dividieron al azar en 3 grupos: uno de Wii, otro de fisioterapia tradicional y otro control. Todos ellos debían estar exentos de participar en actividades deportivas. El tratamiento se dio en 12 sesiones de 15 minutos durante 4 semanas. El grupo control fue instruido para continuar normalmente con las actividades de la vida diaria, sin participar en ningún programa que entrenara el equilibrio. El grupo tradicional realizó ejercicios con uno/dos apoyos y distintas superficies. Por último, el grupo de Wii realizó ejercicios de yoga, aeróbic y fuerza con Wii Balance Board. Las escalas de valoración con las que se midió la evolución de los pacientes fueron “Time to Boundary Test”, “Star Excursion Balance Test” y “Lower Extremity Functional Scale”. Las dos primeras se realizaron al comienzo, mitad y final del tratamiento, mientras que la última se pasó sólo al inicio y al final de éste. Al analizar los resultados se demostró una menor limitación en el sistema sensorial y motor tanto en el grupo de Wii como en el tradicional, aunque a la hora de medir el equilibrio estático (especialmente con los ojos abiertos) el grupo de Wii resalta ante el tradicional.

El ensayo de Rendon AA, et al.¹⁸ en 2012 pretende estudiar el efecto de un juego de realidad virtual para el equilibrio en ancianos. Fue realizado en Air Force Village West, en Rieverside (California). Para ello 40 participantes son seleccionados y divididos aleatoriamente en 2 grupos: uno experimental y otro control. El grupo control continuó con sus actividades cotidianas y el grupo experimental participó en 3 juegos distintos de Wii. Este tratamiento se realizó durante 6 semanas; 18 sesiones repartidas a 3 veces por semana de 35-45 minutos. Las escalas utilizadas para la medición del estado del paciente fueron 3: “8-foot Up and Go”, “Activities-Specific Balance Confidence Scale” y “Geriatric Depression Scale”, realizadas cada una de ellas al inicio y al final del tratamiento. En la reevaluación al final se pudo apreciar un aumento de la confianza a la hora de realizar actividades y movimientos funcionales del grupo de Wii respecto al grupo control, en el que no se apreciaron cambios a la hora de puntuar con las escalas utilizadas.

El siguiente artículo, que tiene como objeto de estudio el equilibrio también en ancianos, es el que realizaron Szturm T, et al.¹⁹ en 2011. Para ello 30 sujetos atendidos en el Riverview Health Center Day Hospital (Winnipeg, Canadá) se repartieron al azar en un grupo control y otro experimental. Esta vez el grupo control sí que recibe tratamiento, siendo fisioterapia convencional para trabajar el equilibrio además de ejercicios de fortalecimiento y un tiempo no

especificado de marcha libre. Por otro lado la rehabilitación del grupo experimental consiste en la reeducación del equilibrio mediante 3 tipos de videojuegos distintos. La duración del tratamiento es de 8 semanas en las que se reciben 16 sesiones de 45 minutos. Fueron 4 las escalas que se utilizaron en este caso para la evaluación de los pacientes tanto al principio como al final del tratamiento: “Berg Balance Scale”, “Timed Up and Go Test”, “Activities-Specific Balance Confidence Scale” y “Clinical Test of Sensory Interaction and Balance”. Al acabar el tratamiento se encontraron resultados positivos en ambos grupos, sin embargo en el grupo experimental la puntuación fue ligeramente mejor comparada con el grupo control.

Morone G, et al.²⁰ en 2014 pretende crear un ensayo clínico en el que se estudie la recuperación del equilibrio en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular. Este estudio se realizó en la unidad de rehabilitación de la Fundación Santa Lucía en Italia (Roma). 50 pacientes son seleccionados y divididos en un grupo control cuyo objetivo es la fisioterapia convencional para trabajar el equilibrio (transferencias, tabla de Freeman, propiocepción...) y un grupo experimental que además de hacer el tratamiento convencional, trabaja con la Wii 3 juegos distintos (equilibrio, coordinación y resistencia). Se establece un protocolo de 12 sesiones de 20 minutos 3 veces a la semana para cada tipo de tratamiento. Para la medición se usan las escalas: “Berg Balance Scale”, “10 m Walk Test”, “Functional Ambulatory Category” e “Índice de Barthel”. En este caso además de realizarlas al inicio y al final del tratamiento, se pasan también tras un mes de seguimiento. Como resultado se puede apreciar que desde un inicio homogéneo entre ambos grupos, al final hay una mejoría en los dos, pero más significativa en el grupo experimental. Esta diferencia se mantiene también durante el periodo de seguimiento.

El último ensayo que tiene como variable de estudio el equilibrio es el de Gil-Gómez JA, et al.²¹ en 2011. Aquí se usa el eBaViR (easy Balance Virtual Rehabilitation), un sistema de rehabilitación virtual para el equilibrio que proporciona motivación frente a ejercicios diseñados específicamente para sujetos con daño cerebral adquirido. El estudio se realiza en los servicios de neurorrehabilitación de los hospitales NISA Valencia al Mar y Sevilla Aljarafe, donde participan 20 pacientes que se reparten aleatoriamente en un grupo control cuyo tratamiento consiste en fisioterapia tradicional y en un grupo experimental en el que se utiliza el sistema eBaViR. Se dan 20 sesiones con un mínimo de 3 sesiones a la semana y un máximo de 5. El equilibrio estático fue medido con las escalas “Berg Balance Scale”, “Brunel Balance Assessment” y “Anterior Reach Test”. Por otro lado, las escalas que se utilizaron para medir el equilibrio dinámico fueron “Timed Stair Test”, “Stepping Test”, “1 minute Walking Test”, “10 meter Walking Test”, “Time Up and Go Test” y “30 second Sit to Stand Test”. Todas ellas fueron

realizadas tanto al inicio como al final del tratamiento. Al final se observa que los pacientes que usaban el sistema eBaViR tenían una mejora significativa del equilibrio estático comparado con los pacientes del tratamiento tradicional. Respecto al equilibrio dinámico se notó mejoría en ambos, sin mucha diferencia entre ambos grupos.

5.2 Función pulmonar:

Joo S, et al.²² en 2015 utilizan para su ensayo la función pulmonar como variable de estudio en pacientes que han sufrido un ictus. Para ello participan 38 pacientes de la unidad de rehabilitación del hospital de Gyeonggi Province (Korea del Sur), que son divididos aleatoriamente en dos grupos: experimental y control. Ambos realizan un tratamiento de fisioterapia convencional, cuya base es la movilización articular, contracción excéntrica, ejercicios de fortalecimiento y marcha durante 30 minutos, 5 días a la semana. A parte, el grupo experimental hizo la rehabilitación mediante videojuegos 3 días a la semana durante 25 minutos. La duración total del tratamiento fue de 5 semanas. En este estudio no se han utilizado escalas, únicamente se ha medido el FVC (Forced Vital Capacity), FEV₁ (Forced Expiratory Volume in 1 second) y FEV₁/FVC tanto al inicio como al final del tratamiento mediante un espirómetro. Como resultado se pudo ver un incremento significativo tanto del FVC como del FEV₁ en el grupo experimental respecto al control. Sin embargo, el cociente FEV₁/FVC se ve incrementado en ambos por igual, sin haber diferencias significativas. Se puede ver, por tanto, que el tratamiento experimental mejora la función pulmonar así como aumentar el volumen y la musculatura respiratoria.

5.3 Función del miembro superior:

Sin H, et al.²³ en 2013 realizaron un estudio cuyo objetivo era evaluar el estado funcional del miembro superior en pacientes hemipléjicos que habían sufrido un ictus. Participaron 40 pacientes de la unidad de rehabilitación de un hospital de la República de Korea, que fueron divididos al azar en un grupo control y otro experimental. Ambos incluyeron 30 minutos de fisioterapia convencional con movimientos activos y pasivos, estiramientos y ejercicios de fortalecimiento, pero sólo el experimental incluyó la rehabilitación usando Xbox Kinect, también durante 30 minutos. Este tratamiento se repitió 3 veces por semana durante 6 semanas y fue evaluado en la primera y última semana mediante la medición con goniómetro del rango articular activo y las escalas Fulg-Meyer Assessment y Box and Block Test. Al final del tratamiento se observaron mejorías en toda la funcionalidad del miembro superior en ambos grupos, aunque

tras un tiempo de seguimiento, la mejoría del grupo experimental se hizo más notoria que la del grupo control.

Se puede ver un resumen de los resultados en el **Anexo 4**.

6. DISCUSIÓN

El principal objetivo de esta revisión sistemática ha sido demostrar la efectividad del uso de videojuegos en el tratamiento de fisioterapia para la rehabilitación del paciente. Para ello se ha procedido a buscar solamente ensayos clínicos aleatorizados en varias bases de datos (PubMed, PEDro y Scopus) que tuvieran como objeto de estudio esta característica.

Tras una criba exhaustiva mediante los criterios de inclusión y exclusión se quedan finalmente 7 ensayos para su estudio y evaluación.

Como se ha podido ver en el apartado de RESULTADOS, la mayoría de ellos se centran en la evaluación del equilibrio, tanto estático como dinámico, a excepción de dos, que tratan sobre la funcionalidad del miembro superior y de la función pulmonar. Además, se puede observar que la mayoría de ellos presentan un final positivo, teniendo sólo algunos unos resultados no tan claros, pero nunca negativos para su aplicación en el tratamiento.

En el ensayo de Szturm J, et al.¹⁹ se obtuvieron mejoras significativas en ambos grupos, sin embargo, como los grupos al inicio del tratamiento no eran homogéneos, esto podría causar un error a la hora de interpretar los resultados. Por eso se realizó un segundo análisis en el que se calcularon las diferencias de grupo y se vio que el grupo experimental tuvo más mejorías frente al grupo control. Únicamente en el “Timed Up and Go Test” (para equilibrio dinámico) no se mostraron incrementos en la puntuación en ninguno de los dos grupos.

Por otro lado, en el estudio de Gil-Gómez JA, et al.²¹ se mostraron claras mejoras en el equilibrio estático del grupo experimental frente al control. Sin embargo, al igual que en el ensayo de Szturm J, et al.¹⁹ a la hora de evaluar el dinámico no se notaron diferencias significativas. Esto fue así porque el sistema eBaViR entrena de forma más específica el equilibrio estático, por lo que para conseguir una mejoría mayor en el dinámico habría que complementar este tratamiento con ejercicios propios de equilibrio dinámico, ya sea de forma tradicional o virtual.

También en el ensayo de Sin H, et al.²³ para funcionalidad del miembro superior se llegó a la conclusión de que los resultados positivos que se obtuvieron pudieron ser debidos en gran parte a que el tratamiento virtual fue complementado con fisioterapia convencional, cabiendo en duda la efectividad de este tratamiento de forma aislada.

En cambio, en el estudio de Rendon AA, et al.¹⁸ a pesar de verse resultados positivos con un incremento notable de la confianza a la hora de realizar actividades y movimientos funcionales en el grupo experimental, ningún participante pudo completar una sesión entera sin recibir algún tipo de ayuda (recordemos que se trataba de ancianos). Esto podría suponer un inconveniente para la utilización de este sistema sin supervisión.

Algo parecido pasó en el ensayo de Morone G, et al.²⁰ ya que a la hora de realizar el seguimiento se produjo una pérdida importante de sujetos (17 en total) que supuso una limitación a la hora de realizar la última evaluación. Sin embargo, ya antes de que se produjeran dichas pérdidas, al final del tratamiento, se apreciaron mejoras significativas en el grupo experimental frente al control que se siguieron manteniendo después y permiten afirmar que la terapia virtual es un buen método para la rehabilitación en pacientes con accidente cerebrovascular.

Con respecto al estudio de Sims J, et al.¹⁷ nos muestra un claro resultado positivo tras la rehabilitación con la Wii Balance Board ya que, aunque se obtienen mejoras tanto en el grupo control como en el experimental, la mejoría de este último es mejor sobre todo en el equilibrio estático y a la hora de reducir las limitaciones en el sistema sensorial y motor.

Otro ensayo que nos permite hacer la afirmación de que sus resultados son positivos es el de Joo S, et al.²². En éste la variable de estudio recordemos que era la función pulmonar y aunque al final del estudio no se ven diferencias significativas en el cociente FEV_1/FVC , sí que presenta un incremento del volumen respiratorio y la musculatura relacionada con la respiración más notoria en el grupo experimental que en el grupo control. Por tanto la rehabilitación pulmonar mediante este videojuego con feedback resulta beneficiosa.

7. CONCLUSIÓN

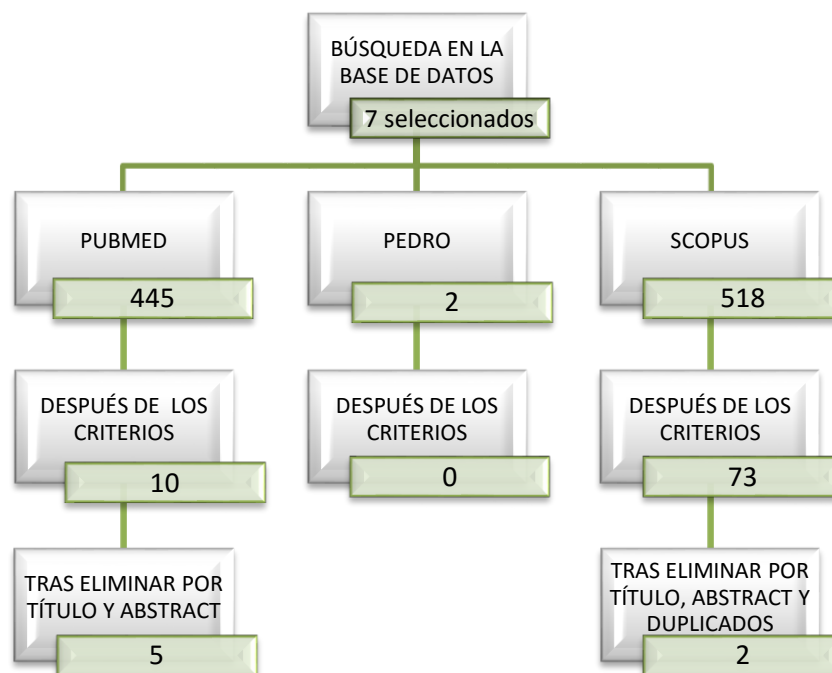
Después del estudio de estos ensayos clínicos se ha podido comprobar que el uso de videojuegos en la rehabilitación es un buen componente del tratamiento en la rehabilitación sobre todo en pacientes con algún trastorno del equilibrio, ya que es donde más evidencia se ha encontrado.

A pesar de que todos los estudios han resultado tener buena calidad metodológica con las escalas PEDro y JADAD, cabe destacar varias limitaciones que se han observado en casi todos: el pequeño tamaño muestral, el corto período de seguimiento y la heterogeneidad en el uso de escalas, que hace que a la hora de realizar la medición en los pacientes, sea más complicada su comparación. Eso hace que resulte necesario realizar en un futuro más estudios teniéndolas en cuenta y consiguiendo así más fiabilidad a la hora de expresar los resultados.

Además sería conveniente incluir en esos futuros estudios otros tipos de patologías que permitan estudiar más factores a parte del equilibrio, como puede ser la coordinación, desarrollo psicomotriz o propiocepción, entre otros. Un punto interesante sería indagar más en el tema de rehabilitación mediante realidad virtual para pacientes con patologías de origen cognitivo o daño cerebral. Por ejemplo: pacientes con esclerosis múltiple, traumatismo craneoencefálico, Párkinson, etc.

8. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de Flujo.



Anexo 2. Escala PEDro.

ESCALA PEDRO	Gil Gómez JA, et al. ²¹ 2011	Szturm T, et al. ¹⁹ 2011	Rendon AA, et al. ¹⁸ 2012	Morone G, et al. ²⁰ 2014	Sims J, et al. ¹⁷ 2013	Joo S, et al. ²² 2015	Sin H, et al. ²³ 2013
Asignación Aleatoria	1	1	1	1	1	1	1
Asignación Oculta	1	1	0	1	1	1	1
Grupos Homogéneos	1	0	1	1	0	1	1
Enmascaramiento de pacientes	0	0	0	0	0	0	0
Enmascaramiento de terapeutas	0	0	0	0	0	0	0
Enmascaramiento de evaluadores	1	1	1	1	1	0	1
Pérdidas menores al 15%	0	1	0	1	1	1	1
Intención de tratar	1	1	1	1	1	1	1
Comparación entre grupos	1	1	1	1	1	1	1
Estimación puntual y medidas de variabilidad	1	1	0	1	1	1	1
PUNTUACIÓN	7/10	7/10	5/10	8/10	7/10	7/10	8/10

Anexo 3. Escala Jadad.

ESCALA JADAD	Gil Gómez JA, et al. ²¹ 2011	Szturm T, et al. ¹⁹ 2011	Rendon AA, et al. ¹⁸ 2012	Morone G, et al. ²⁰ 2014	Sims J, et al. ¹⁷ 2013	Joo S, et al. ²² 2015	Sin H, et al. ²³ 2013
¿El estudio es aleatorizado?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se describe el método utilizado para la aleatorización y es adecuado?	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
¿El estudio se describe como doble ciego?	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
¿Se describe el método de enmascaramiento (o cegamiento) y este método es adecuado?	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
¿Hay una descripción de las pérdidas de seguimiento y abandono?	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Puntuación	3/5	3/5	2/5	3/5	3/5	2/5	3/5

Anexo 4. Tablas de resultados.

ESTUDIO	PARTICIPANTES	DISEÑO	VARIABLES DE ESTUDIO	EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDIDA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Sims J, et al.¹⁷ 2013	N=32 (pacientes con lesión de miembro inferior) →Grupo control (9) →Grupo Wii Fit (9) →Grupo tradicional (10) Edad media= 21.6 Abandonan el estudio 4 participantes	Ensayo clínico aleatorio Ciego simple	Equilibrio estático y dinámico	→Time to Boundary: Semana 0, 2 y 4 →Star Excursion Balance Test: Semana 0, 2 y 4 →Self-Reported Function: Semana 0 y 4	→Time to Boundary →Star Excursion Balance Test →Self-Reported Function: Lower Extremity Functional Scale (LEFS)	Grupo control: actividades normales de la vida diaria Grupo Wii Fit: ejercicios de fuerza, yoga y aeróbic con Wii Balance Board Grupo tradicional: ejercicios con uno y dos apoyos, cambiando la superficie progresivamente de menos a más inestable 12 sesiones durante 4 semanas (3 a la semana) de 15 minutos	Tanto el grupo tradicional como el de Wii presentan menos limitación en el sistema sensorial y motor, teniendo el grupo de Wii mejor equilibrio estático, en especial con los ojos abiertos

Rendon AA, et al. ¹⁸ 2012	N= 40 →Grupo control (20, de los que abandonan 2) →Grupo Wii Fit (20, de los que abandonan 4) Edad media= 83	Ensayo clínico aleatorio Ciego simple	Equilibrio dinámico	Semana 0 y 6	→8-foot Up and Go Test →Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC) →Geriatric Depression Scale (GDS)	Grupo Control: no alterar las actividades de la vida diaria Grupo Wii Fit: tres ejercicios diferentes de equilibrio (extensiones de una pierna, giros y estocadas) 18 sesiones en 6 semanas (3 veces por semana) de 35-45 minutos	Incremento notable de la confianza con la actividad y movimiento funcional en el grupo de Wii respecto al control, que no muestra cambios apreciables
Sin H, et al. ²³ 2013	N=40 (pacientes con ictus hemipléjico) →Grupo Xbox Kinect (20, de los que abandonan 2) →Grupo control (20, de los que abandonan 3) Edad media= 73	Ensayo clínico aleatorio Ciego simple	Función del miembro superior	Semana 0 y 6	→ROM activo →Fulg-Meyer Assessment (FMA) para función motora →Box and Block Test (BBT) para destreza manual	Grupo control: tratamiento convencional con terapia activa/pasiva, estiramientos y fortalecimiento del brazo (30 minutos) Grupo Xbox Kinect: paquete de deportes y paquete de aventuras (15 min cada uno) + tratamiento convencional 18 sesiones en 6 semanas (3 por semana)	Se puede ver mejoría en ambos grupos, siendo un poco más significativa en el grupo Xbox Kinect tras el seguimiento

Morone G, et al.²⁰ 2014	N=50 →Grupo Wii (25, de los que se pierden 6 en el seguimiento posterior al estudio) →Grupo control (25, de los que se pierden 3 durante el estudio y 11 durante el seguimiento) Edad media= 60	Ensayo clínico aleatorio Ciego simple	Equilibrio en pacientes con ACV subagudo	Semana 0, 4 y después de un mes de seguimiento	→Berg Balance Scale (BBS) →10 MWT (10-metres walk test) →Functional Ambulatory Category (FAC) →Índice de Bathel	Grupo control: fisioterapia convencional centrada en el equilibrio. (20 minutos) Grupo Wii: fisioterapia convencional + tres videojuegos para entrenar equilibrio, resistencia y coordinación. (20 minutos) 12 sesiones en 4 semanas (3 veces por semana)	Mejoría superior en el tratamiento de Wii respecto a la fisioterapia convencional. Esto se mantiene (o incluso mejora) durante el seguimiento
Szturm T, et al.¹⁹ 2011	N= 30 → Grupo control (15, del que abandonó 1) →Grupo experimental (15, del que abandonan 2)	Ensayo clínico aleatorio Ciego simple	Trastornos del equilibrio	Antes y después del ejercicio	→Berg Balance Scale (BBS) →Timed Up & Go Test (TUG) →Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC) →Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (CTSIB)	Grupo control: fisioterapia convencional (ejercicios de equilibrio, marcha y fuerza) Grupo experimental: programa dinámico de ejercicio con 3 videojuegos distintos (control motor, velocidad y sensibilidad) 16 sesiones en 8 semanas (2 veces por semana) de 45 minutos	A pesar de los resultados positivos en los dos grupos, en el grupo experimental la puntuación es más alta

Joo S, et al.²²	N= 38 →Grupo control (19) →Grupo experimental (19) Edad media= 55	Ensayo clínico aleatorio	Función pulmonar en pacientes con ACV	Semana 0 y 5	Espirómetro (FVC, FEV ₁ y FEV ₁ /FVC)	Grupo control: fisioterapia convencional (movilidad, fortalecimiento y marcha). 5 días/semana en 5 semanas (30 minutos). Grupo experimental: fisioterapia convencional + videojuego con feedback 3 días/semana en 5 semanas (25 minutos)	Mejora la función pulmonar tras un ACV además de incrementar el volumen respiratorio y la musculatura relacionada con la respiración
Gil-Gómez JA, et al.²¹	N= 20 →Grupo control (10, de los que abandonan 2) →Grupo experimental (10, de los que abandona 1) Edad media= 47	Ensayo clínico aleatorio	Recuperación del equilibrio en pacientes con daño cerebral adquirido	Antes y después del tratamiento	Equilibrio estático: →Berg Balance Scale →Brunel Balance Assessment →Anterior Reach Test Equilibrio dinámico: →Timed Stair Test →Stepping Test →1-minute Walking Test →10-meter Walking Test →Time Up & Go Test →30 second Sit to Stand Test	Grupo control: rehabilitación convencional centrada en el entrenamiento del equilibrio Grupo experimental: terapia eBaViR 20 sesiones de 1 hora repartidas entre 3 y 5 veces por semana	En el equilibrio dinámico se vieron mejoras igualadas en ambos grupos, mientras que en el equilibrio estático hubo una mejora más alta en el grupo experimental

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Selzer M, Cohen L, Gage F, Clarke S, Duncan P. Textbook of Neural Repair and Rehabilitation. Cambridge: University Press: 2006:182-97.
2. Burdea GC. Virtual rehabilitation—Benefits and challenges. Methods of Information in Medicine. 2003;42(5):519-23.
3. Burridge JH, Hughes AM. Potential for new technologies in clinical practice. Current Opinion in Neurology. 2010 Dec;23(6):671-7.
4. Lange BS, Requejo P, Flynn SM, Rizzo AA, Valero-Cuevas FJ, Baker L, et al. The potential of virtual reality and gaming to assist successful aging with disability. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America. 2010 May;21(2):339-56.
5. Lange B, Koenig S, Chang CY, McConnell E, Suma E, Bolas M, et al. Designing informed game-based rehabilitation tasks leveraging advances in virtual reality. Disability and Rehabilitation. 2012;34(22):1863-70.
6. Widman LM, McDonald CM, Abresch RT. Effectiveness of an upper extremity exercise device integrated with computer gaming for aerobic training in adolescents with spinal cord dysfunction. The Journal of Spinal Cord Medicine. 2006;29(4):363-70.
7. Broeren J, Claesson L, Goude D, Rydmark M, Sunnerhagen KS. Virtual rehabilitation in an activity centre for community-dwelling persons with stroke. The possibilities of 3-dimensional computer games. Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland). 2008;26(3):289-96.
8. Wii. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Wii#Videojuegos>. Acceso el 5 de mayo de 2016.
9. Wii Balance Board. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Wii_Balance_Board. Acceso el 5 de mayo de 2016.
10. Xbox. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Xbox#Desarrollo>. Acceso el 5 de mayo de 2016.
11. Kinect. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Kinect>. Acceso el 5 de mayo de 2016.
12. Wii Balance Board: su papel en la rehabilitación del equilibrio. Hospitales Nisa, Servicio de NeuroRehabilitación. Disponible en: <http://www.neurorhb.com/blog-dano-cerebral/wii-balance-board-su-papel-en-la-rehabilitacion-del-equilibrio/>. Acceso el 6 de mayo de 2016.

13. Crosbie JH, Lennon S, Basford JR, McDonough SM. Virtual reality in stroke rehabilitation: still more virtual than real. *Disability and Rehabilitation*. 2007 Jul 30;29(14):1139-46.
14. Estadísticas de PEDro. PEDro, Physiotherapy Evidence Database. Disponible en: <http://www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-statistics/>. Acceso el 7 de mayo de 2016.
15. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*. 2003 Aug;83(8):713-21.
16. Cascaes F, Valdivia BA, da Rosa R, Barbosa PJ, da Silva R. Evaluation lists and scales for the quality of scientific studies. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. 2014 Jan;24(3):295-312.
17. Sims J, Cosby N, Saliba EN, Hertel J, Saliba SA. Exergaming and Static Postural Control in Individuals With a History of Lower Limb Injury. *Journal of Athletic Training*. 2013;48(3):314-325.
18. Rendon AA, Lohman EB, Thorpe D, Johnson EG, Medina E, Bradley B. The effect of virtual reality gaming on dynamic balance in older adults. *Age and Ageing*. 2012;41:549-552.
19. Szturm T, Betker AL, Moussavi Z, Desai A, Goodman V. Effects of an Interactive Computer Game Exercise Regimen on Balance Impairment in Frail Community-Dwelling Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*. 2011;91:1449-1462.
20. Morone G, Tramontano M, Iosa M, Shofany J, Iemma A, Musicco M, et al. The Efficacy of Balance Training with Video Game-Based Therapy in Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *BioMed Research International*. 2014;2014:580861.
21. Gil-Gómez JA, Lloréns R, Alcañiz M, Colomer C. Effectiveness of a Wii Balance Board-Based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2011;8:30.
22. Joo S, Shin D, Song C. The Effects of Game-Based Breathing Exercise on Pulmonary Function in Stroke Patients: A Preliminary Study. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 2015 Jun 22;21:1806-11.
23. Sin H, Lee G. Additional Virtual Reality Training Using Xbox Kinect in Stroke Survivors with Hemiplegia. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2013 Oct;92(10):871-80.