



## FACULTAD DE ENFERMERIA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA

Departamento de: **Fisioterapia**

Titulación: **GRADO EN FISIOTERAPIA**

### TRABAJO FIN DE GRADO

#### Título:

Efectividad del tratamiento con realidad virtual frente a la fisioterapia vestibular convencional en adultos con disfunción vestibular. Revisión de la literatura.

*Effectiveness of virtual reality treatment versus conventional vestibular physiotherapy in adults with vestibular disorders. A literature review.*

**Alumno/a:** Belén Ciero Méndez

**Tutor/a:** Rocío Prior

Sevilla, 8 de Junio de 2020

## **RESUMEN**

**Objetivo:** Realizar una revisión de la bibliografía para comparar la efectividad del tratamiento de realidad virtual frente a la fisioterapia vestibular convencional en pacientes adultos con patologías vestibulares.

**Métodos:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Scopus, CINAHL, Web of Science y PEDro de los últimos 10 años. Se han incluido ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados que comparan ambas intervenciones, con pacientes adultos que sufren trastornos vestibulares.

**Resultados:** Se incluyeron seis ensayos clínicos con una muestra total de 250 participantes. Dos de los seis estudios no encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $P > 0.05$ ). Los cuatros restantes sí encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $P < 0.05$ ), siendo en todos los casos el grupo de realidad virtual el que obtuvo mejores resultados.

**Conclusiones:** Tras la investigación realizada, no hay datos concluyentes que demuestren que la terapia con realidad virtual sea más beneficiosa que la fisioterapia vestibular convencional o viceversa. Sin embargo, sí podemos afirmar que ambas terapias son útiles para el tratamiento de pacientes con trastornos vestibulares, ya sean periféricos, centrales o mixtos.

**Palabras clave:** Physiotherapy, Rehabilitation, Vestibular, Virtual reality.

## **ABSTRACT**

**Purpose:** This review aims to compare the Effectiveness of virtual reality treatment versus conventional vestibular physiotherapy in adults with vestibular disorders.

**Methods:** A bibliographic search was carried out in the PubMed, Scopus, CINAHL, Web of Science and PEDro databases in the last 10 years. Randomized and non-randomized clinical trials comparing both interventions with adult patients suffering from vestibular disorders have been included.

**Results:** we included six clinical trials with a total sample of 250 participants. Two of the six studies found no significant differences between the groups ( $P > 0.05$ ). The remaining four did find significant differences between the groups ( $P < 0.05$ ), being in all cases the virtual reality group which obtained the best results.

**Conclusions:** After the research, there is no conclusive evidence that virtual reality therapy is more beneficial than conventional vestibular physiotherapy or vice versa. However, we can say that both therapies are useful for the treatment of patients with vestibular disorders, whether peripheral, central or mixed.

**Keywords:** Physiotherapy, Rehabilitation, Vestibular, Virtual reality.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	Pág. 1-8
1.1. Marco teórico.....	Pág. 1-7
1.1.1. Epidemiología de los trastornos vestibulares.....	Pág. 1
1.1.2. Anatomía y funcionamiento del sistema vestibular.....	Pág. 1-2
1.1.3. Patología del sistema vestibular.....	Pág. 2-4
1.1.4. La enfermedad de Ménière.....	Pág. 4
1.1.5. Vértigo posicional paroxístico benigno.....	Pág. 4
1.1.6. Fisioterapia vestibular convencional.....	Pág. 5-6
1.1.7. Realidad virtual.....	Pág. 6-7
1.2. Justificación.....	Pág. 8
2. OBJETIVOS.....	Pág. 9
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	Pág. 9-10
3.1. Estrategia de búsqueda.....	Pág. 9
3.2. Criterios de inclusión y exclusión.....	Pág. 9-10
4. RESULTADOS.....	Pág. 11-22
4.1. Descripción de los resultados de la búsqueda.....	Pág. 11
4.2. Descripción de los estudios incluidos en la revisión.....	Pág. 12-16
4.3. Características de los estudios.....	Pág. 16-17
4.4. Evaluación de los resultados.....	Pág. 17-22
5. DISCUSIÓN.....	Pág. 23-29
6. CONCLUSIONES.....	Pág. 30
7. BIBLIOGRAFÍA.....	Pág. 31-33

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1.1 Epidemiología de los trastornos vestibulares**

Los trastornos vestibulares son una afectación cada vez más frecuente en la población adulta (1, 2). La tasa de prevalencia en la población mayor de 65 años oscila entre el 10 y el 30% (1). El pico más alto de personas con afectación vestibular se encuentra entre los 75 y 90 años, habiendo una mayor prevalencia en mujeres. Actualmente, más de 80 millones de personas sufren mareos o vértigo y se prevé que este número vaya en aumento debido al envejecimiento progresivo de la población. Todo esto conduce a unos costes socio-sanitarios altos (2).

Los niños de todas las edades también sufren trastornos vestibulares. En algunas ocasiones, si los niños son muy pequeños, es difícil detectar los síntomas, ya que no son capaces de expresarlos correctamente. No obstante, en los últimos años se han hecho grandes avances en las pruebas de laboratorio, lo que ha permitido un examen completo del sistema vestibular. Por esta razón, hoy día los trastornos vestibulares pueden diagnosticarse con más frecuencia que hace unos años (2).

Los mareos y vértigos son un gran predictor de caídas en las personas mayores de 65 años (3, 4). Las personas que han padecido mareos en el pasado, tienen un mayor riesgo de sufrir caídas que aquellas que no lo han padecido nunca (1). Estas caídas, en muchos casos, suponen una discapacidad física temporal o permanente de estas personas e incluso pueden conducirle a la muerte. La patología vestibular más causante de mareos en la población adulta de edad avanzada es el vértigo posicional paroxístico benigno (VPPB). La prevalencia de VPPB es siete veces más alta en adultos mayores de 65 que en adultos menores de 40 años y esta proporción aumenta conforme aumenta el número de años de la población de la tercera edad (3, 4).

### **1.1.2. Anatomía y funcionamiento del sistema vestibular**

El sistema vestibular lo forman una serie de órganos que se encuentran dentro del oído interno, estos son: utrículo, sáculo y tres canales semicirculares. (4, 5) Los dos primeros, detectan los movimientos lineales de la cabeza y juntos forman el sistema otolítico. Los canales semicirculares (horizontal, anterior y posterior) son los encargados de detectar los movimientos de rotación de la cabeza (4).

Estos receptores laberínticos del sistema vestibular, actúan como sensores muy sensibles de la aceleración de la cabeza y la inclinación. El utrículo y el sáculo son considerados sensores sensibles a todos los movimientos e inclinaciones, pero incapaces de discriminar entre los diferentes tipos de movimiento. Dependiendo del patrón de movimiento preciso, la información adicional de los canales semicirculares permite discriminar entre translaciones, centrifugaciones e inclinaciones (6).

Además de estos órganos, los cuales constituyen el sistema vestibular periférico, este sistema está formado por una red compleja de neuronas centrales. Las conexiones centrales son las principales encargadas de procesar el gran número de estímulos sensoriales (7). Entre estos están: la percepción del propio cuerpo, la percepción de la verticalidad, la orientación, la navegación y la memoria espacial (8).

Se podría decir que el sistema vestibular tiene un papel como sistema motor, además de como sistema sensorial. La respuesta vestibular ordena los reflejos motores posturales y oculares útiles para proporcionar equilibrio estático y dinámico con respecto al centro de gravedad, además de mantener una correcta agudeza visual durante los movimientos de la cabeza (7).

Pese a que el equilibrio dependa en gran medida de procesos llevados a cabo por el sistema nervioso central, el sistema somatosensorial y el sistema visual, es indiscutible la importancia de la participación del sistema vestibular (7).

En los niveles del tronco encefálico y mesencefálico, los órganos vestibulares también influyen en la regulación de la presión arterial postural, la densidad ósea y la composición muscular a través de eferencias vestibulo-simpáticas específicas. Además, se ha demostrado que actúan como un potente sincronizador de los ritmos circadianos (8).

### **1.1.3. Patología del sistema vestibular**

Tanto la función de los canales semicirculares como la función otolítica van disminuyendo con la edad, comenzando este deterioro a la edad de 40 años aproximadamente (5).

Cuando se produce una pérdida vestibular periférica unilateral o bilateral se produce una reducción permanente de la estabilización automática de la mirada durante el movimiento de la cabeza, es decir, se produce una reducción de la agudeza visual dinámica. Otra consecuencia de dicha afectación sería la pérdida permanente de equilibrio automático y por último, la pérdida de la automatización de la orientación espacial, sobre todo en lugares con un gran número de estímulos optocinéticos, como por ejemplo un supermercado. En numerosas ocasiones, los pacientes presentan sensación de fatiga debido al peso de la carga cognitiva necesaria para la visión, el equilibrio y la orientación espacial. La fatiga es un problema muy frecuente en pacientes con trastornos vestibulares (6).

*“El mareo por movimiento ocurre frecuentemente en condiciones en las que experimentamos conflictos entre las señales de entrada sensibles al movimiento y/o cuando la vertical percibida difiere de la vertical esperada” (Kingma H. et al, 2016, p.15).*

Las personas que carecen de función laberíntica no sufren mareos. Para nuestra sorpresa, el mareo puede ser causado por la ilusión visual del movimiento, es decir, por estímulos que no activan el laberinto. Esto puede deberse al sistema vestibular central, el

cual siempre está implicado en la percepción del movimiento propio y la detección de la gravedad, aun si la información la proporciona el sistema visual (6).

Se sabe que el envejecimiento es un factor de riesgo para la disminución de la sensibilidad vestibular (7). Esta pérdida parcial de sensibilidad conduce a una pérdida perceptiva de la audición, la cual es una de las principales causas de la disminución de agudeza visual dinámica, de la reducción del equilibrio y de la alta incidencia de caídas en personas mayores (6).

Kingma H. y van de Berg R. (2016) señalan que las principales funciones del sistema vestibular son:

- **Mantener la agudeza visual durante los movimientos de cabeza:** un deterioro importante en la función vestibular puede llevar a una pérdida permanente de la agudeza visual dinámica, es decir, los síntomas se darían durante los movimientos de cabeza y durante la marcha. Especialmente mientras caminamos, los movimientos verticales de la cabeza requieren movimientos oculares compensatorios. No está clara cuál es la contribución precisa del sistema estatolítico y de los canales semicirculares para la estabilización de la imagen, ya que los movimientos de la cabeza se componen de movimientos traslacionales, rotacionales e inclinaciones. Esto sugiere que una pérdida de agudeza visual dinámica depende de muchos factores (6).
- **Permitir reacciones de equilibrio mediante una correcta percepción del vector de gravedad y reflejos vestibulospinales rápidos:** La función del laberinto para controlar el equilibrio es la velocidad. En consecuencia, una pérdida importante de la función laberíntica puede conducir a un desequilibrio permanente, miedo a caer y aumento del riesgo de caídas. El impacto de una pérdida de función laberíntica puede afectar tanto al sistema estatolítico como a los canales semicirculares, siendo más compleja la pérdida de función del sistema estatolítico. Sin embargo, debemos tener en cuenta que el cerebro necesita ambos para hacer una correcta detección del vector de gravedad (6).
- **Orientación espacial:** se le denomina orientación espacial a la discriminación entre el movimiento del propio cuerpo y el movimiento ambiental, así como la orientación relativa al vector de gravedad. Por ello, la pérdida de la función laberíntica puede provocar cierta inseguridad y miedo a quien lo padece. Esta pérdida puede llevar a una dependencia visual por parte de la persona que lo sufre, padeciendo el llamado “vértigo visual” (6).

Por lo tanto, un impacto que provoque una pérdida de la función vestibular, producirá una pérdida de la estabilización automática de la imagen, del control del equilibrio y de la orientación espacial, que en muchas ocasiones conduce al miedo y a la inseguridad. La mayoría de sujetos que sufren trastornos vestibulares necesitan tener un control permanente de la mirada y la postura, lo que les provoca una sensación de fatiga rápida (6).

En un estudio realizado en la población de Augsburg (Alemania), se determinó que el mareo era un factor crucial para una calidad de vida deficiente y, por ende, reducía la participación en actividades apropiadas para la edad en personas mayores. La mayoría de los pacientes mayores con problemas de mareos a largo plazo también experimentan anomalías en la marcha (9).

Estas anomalías o alteraciones en la marcha pueden desencadenar caídas, ya citadas anteriormente. Estas son una complicación bastante frecuente en personas con alteraciones vestibulares. No sólo provocan deficiencias médicas y sociales, así como lesiones relacionadas con la caída y pérdida de independencia; sino que también induce el temor a caer, lo que puede dar lugar a un deterioro importante de la calidad de vida (10). Se ha demostrado que la velocidad de marcha está relacionada con las caídas y las capacidades funcionales (11).

#### **1.1.4. La enfermedad de Ménière**

Una de las patologías más frecuentes y conocidas del sistema vestibular es la enfermedad de Ménière.

*“La enfermedad de Ménière es un conjunto de trastornos del oído interno definidos por un fenotipo central: vértigos o mareos asociados con síntomas cocleares ipsilaterales, como tinnitus o presión auditiva, además de pérdida auditiva, que inicialmente fluctúa e implica bajas y medias frecuencias”* (Lopez-Escamez JA. Et al, 2018, p.3).

Cuando todos estos síntomas se dan en un solo sujeto sin un origen justificado, se le pasa a denominar enfermedad de Ménière. (13). Sin embargo, la afección es heterogénea clínicamente y presenta grandes diferencias en la respuesta al tratamiento. El daño afecta a la cóclea, a los órganos vestibulares finales (sáculo y utrículo) y finalmente los canales semicirculares (12).

El objetivo del tratamiento de esta enfermedad es reducir la frecuencia y la gravedad de los vértigos, intentando deteriorar lo menos posible la función auditiva, esperando que este resultado favorable conduzca a una mejora auditiva y una disminución del tinnitus. El tratamiento debe ser conservador en primer lugar. Los tratamientos conservadores se utilizan siempre, independientemente de la función auditiva, mientras que los quirúrgicos se utilizan preferentemente en pacientes con pérdida de audición (14).

La rehabilitación vestibular es muy recomendable en los pacientes con la enfermedad de Ménière, pero no es aconsejable realizarla en el periodo agudo de la enfermedad, sino en un periodo intercrítico de la misma. Hay pruebas consistentes que apoyan que la rehabilitación vestibular es un tratamiento seguro y eficaz para estos pacientes (14).

#### **1.1.5 Vértigo posicional paroxístico benigno**

De todas las patologías del sistema vestibular, esta es sin duda la más frecuente en personas mayores de 65 años (4, 5). La tasa de prevalencia se ha estimado en un 30% en personas mayores de 60 años y en un 50% aproximadamente después de los 85 años (15). El VPPB es una patología del sistema vestibular ocasionada por el desplazamiento de los otolitos en el canal posterior de los canales semicirculares, que ocasiona vértigos recurrentes de breve duración, pero intensos. Estos síntomas pueden verse acompañados de cervicalgias moderadas y signos neurovegetativos como náuseas, vómitos, palidez, etc. En esta patología están ausentes los síntomas auditivos, neurológicos o la aparición de una pérdida de conocimiento (16, 17).

### **1.1.6 Fisioterapia vestibular convencional**

Recientemente ha habido un interés creciente en el valor de los ejercicios de rehabilitación vestibular para los pacientes con problemas de equilibrio (18).

La rehabilitación vestibular es un tratamiento que, a través de diferentes ejercicios, estimula el correcto funcionamiento del sistema vestibular reemplazando el movimiento o situación que produce mareos, mejorando la estabilidad postural y reduciendo el riesgo de caída. De forma paralela, también mejoramos la ansiedad y la depresión asociada (19). Todos los ejercicios utilizados en rehabilitación vestibular incluyen movimiento de cabeza y tronco, para de esta forma estimular el sistema vestibular (18). Actualmente, la terapia vestibular combina diferentes ejercicios dependiendo de las necesidades y condiciones del paciente (19).

El uso de la rehabilitación vestibular ha ido creciendo enormemente en las dos últimas décadas. Sus principales objetivos son: mejorar el control postural, la estabilización de la mirada, reducir de los vértigos y mejorar de la calidad de vida de las personas que lo sufren (20).

Se ha demostrado la evidencia de que la fisioterapia vestibular tiene muy buenos resultados en personas que sufren trastornos vestibulares, tanto periféricos como de origen central (21, 22, 23).

La fisioterapia vestibular convencional consiste en un conjunto de ejercicios de equilibrio y la incorporación de movimientos de la cabeza que pueden provocar mareos. Para provocar síntomas, estos ejercicios comprenden una secuencia de movimientos oculares, craneoencefálicos y corporales de dificultad creciente. La prescripción de ejercicio se cambia a medida que el paciente mejora y normalmente se personaliza para hacer frente a déficits específicos (21, 24).

Después de la adaptación al movimiento provocador, la desorientación espacial se convierte en la habitual y comienza a integrarse en el mecanismo de procesamiento normal. El efecto de habituación es más lento para los ancianos que para los jóvenes y el resultado final puede no ser un éxito completo en algunos de estos pacientes (25).

Como especialistas en movimiento, los fisioterapeutas estamos entrenados para observar los déficits de movimiento y proporcionar a nuestros pacientes un programa de ejercicios adecuado para modificar y mejorar esa disfunción. Un programa de ejercicios personalizado es, en la mayoría de los casos, más efectivo que uno generalizado (21).

La mayoría de estudios sobre rehabilitación vestibular hablan de la efectividad de esta en la hipofunción vestibular periférica unilateral. Hay mucha evidencia a cerca de esta disfunción. Se ha demostrado que la fisioterapia vestibular produce muy buenos resultados en estos pacientes, comparando la intervención con placebos o con otra terapia no fisioterapéutica (22).

Hay pruebas sólidas de que la rehabilitación vestibular es un enfoque seguro y eficaz para los trastornos vestibulares periféricos unilaterales. Se reportan mejorías en una serie de resultados, incluyendo reducción de síntomas, mejor marcha y actividades de la vida diaria. También hay pruebas moderadas de que se mantienen las mejoras en los meses siguientes después de la intervención (22, 24).

El objetivo final de la recuperación del paciente con patología vestibular debe ser permitir al paciente volver a todas sus actividades normales de la vida diaria. Por lo tanto, no se considera que el tratamiento esté completo hasta que el paciente haya vuelto al trabajo normal o se haya adaptado satisfactoriamente. Habrá pacientes, la mayoría de ellos personas mayores, que no se recuperen completamente, pero es nuestro deber disminuir los síntomas cuanto esté en nuestras manos (24).

Todos los pacientes que reciben programas personalizados de fisioterapia vestibular también reciben sugerencias para un programa de ejercicio general que se adapte a su edad, salud e intereses. Para la gran mayoría, esto implicaría un programa de caminar gradual. Para muchos, se sugiere un programa más vigoroso que puede incluir correr, caminar en una cinta de correr, hacer ejercicios aeróbicos o andar en bicicleta. Pueden ser apropiadas las actividades que implican movimientos coordinados del ojo, la cabeza y el cuerpo, como el golf, los bolos, el balonmano o los deportes de raqueta. La natación debe ser abordada con cautela debido a la desorientación experimentada por muchos pacientes vestibulares en la relativa ingravidez del medio acuático (24).

### **1.1.7. Realidad Virtual**

La realidad virtual (RV) es una interfaz entre humanos y pantallas, ya sean de ordenador o de cualquier otro medio tecnológico, que incluye simulación e interacción en tiempo real a través de canales sensoriales, como la visión, el oído, el tacto, el olfato y el gusto. El grado de uso de la RV varía enormemente, y estudios recientes han aplicado tecnologías de RV en el campo de ciencias de la salud, incluyendo anatomía, modelado tridimensional de pacientes, cirugía virtual y rehabilitación (19).

Es una herramienta que se ha utilizado para un número considerable de aplicaciones clínicas en los últimos años, principalmente en rehabilitación o simulación

médica. Además, los recientes avances en la tecnología de la RV y la implementación de las gafas HMD de bajo coste que proporcionan una experiencia totalmente inmersiva han provocado un cambio en las perspectivas del uso de esta innovadora terapia (21).

La RV inmersiva nos permite introducir gradualmente entornos visuales semi reales complejos a los pacientes (26). Mediante la aplicación de contenidos lúdicos como juegos para fomentar la motivación del paciente y que se encuentren en un ambiente agradable y que les resulte atractivo, podemos aumentar la adherencia y la eficacia del tratamiento. Actualmente, existen estudios que combinan rehabilitación tradicional con la RV (19).

Existe evidencia científica acerca de que la utilización de RV en el contexto de los trastornos vestibulares podría ser un enfoque muy valioso para la recuperación de estos pacientes. De hecho, se ha documentado una mejoría de los síntomas de patologías vestibulares de los pacientes en algunos estudios recientes. Sin embargo, a pesar de estos resultados prometedores, la investigación sigue siendo necesaria para poder documentar los parámetros exactos de un protocolo óptimo y conocer cuáles son las estrategias más rentables (25, 27).

La primera herramienta utilizada como RV fue una plataforma de fuerza y la consola Nintendo Wii Fit, pero recientemente se han ido desarrollando nuevos métodos, cada vez más sofisticados, hasta llegar al actual equipo de inmersión que utiliza una pequeña pantalla en forma de una especie de gafas 3D llamadas “Head Mounted Display” (HMD). Micarelli et al. (2017) afirmaron que el protocolo de RV realizado en el hogar, mediante el uso de HMD, es una opción válida para mejorar el reflejo ocular vestibular (VOR), el control postural y la calidad de vida de los pacientes con deterioro en la función vestibular. Además, descubrieron que podría ser una herramienta eficaz en pacientes en los que el deterioro cognitivo podría dificultar la rehabilitación (19).

Por otro lado, Park et al. (2019) afirmaron que el dispositivo HMD combinado con rastreadores oculares puede mejorar la atención y la activación de redes cerebrales al mismo tiempo que proporciona rehabilitación vestibular. Estos dispositivos emplean juegos que aumentan la concentración y crean un ambiente agradable que hace que el paciente se sienta cómodo durante el tratamiento (19). Además, la RV estimula las actividades funcionales, promueve la interacción y la integración social cuando se administra de forma colectiva, y como se ha mencionado anteriormente, puede influir positivamente en la adherencia de las personas mayores (28).

Los primeros modelos de dispositivos de RV tenían precios bastante altos y necesitaban de grandes espacios por la maquinaria que utilizaban, pero actualmente los HMD proporciona una herramienta ligera y de bajo coste, que está demostrando ser eficaz y que probablemente, de cara a un futuro, sea de gran ayuda a la rehabilitación a gran escala (19).

Aunque hay que dedicar más investigaciones a responder a la pregunta sobre el coste/eficiencia de la realidad virtual en situaciones clínicas, el caso de la rehabilitación vestibular parece prometedor. De hecho, datos basados en la evidencia sugieren que no se necesitan los dispositivos más caros para obtener una mejora significativa en los pacientes. Se han evidenciado resultados muy positivos con dispositivos asequibles como la Nintendo Wii. La auto utilización de dispositivos de RV por parte de los pacientes podría de hecho reducir los costes de rehabilitación (25).

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Los trastornos vestibulares son una patología bastante frecuente en la población adulta, especialmente en los mayores de 65 años. Aun así, también encontramos casos en niños y jóvenes, aunque con menor frecuencia que en adultos. En los próximos años notaremos un aumento significativo de esta patología, ya que nuestra población cada vez está más envejecida y, por ende, aumentarán las personas con trastornos vestibulares.

En la mayoría de los casos suele ser una patología que impide a las personas que lo sufren, realizar sus actividades de la vida diaria con normalidad, ya que provoca mareos y vértigos, que suelen ser los síntomas más invalidantes para estas personas. Si no se trata, estas personas evolucionarán a la inmovilización, por miedo a caerse o por el malestar que les provoca trasladarse de un sitio a otro de la casa. La inmovilización es un proceso que, en las personas de tercera edad, puede desencadenar otras patologías como son: patologías respiratorias, cardiovasculares, nerviosas o endocrinas, entre otras, y en el peor de los casos, la muerte. Por ello es muy importante conocer bien la variabilidad de tratamientos que podemos emplear desde la fisioterapia y colaborar en la mejora de su sintomatología, para así evitar posibles complicaciones y proporcionarles a nuestros pacientes una mejor calidad de vida.

Con un tratamiento adecuado y eficaz evitaremos el ingreso en hospital de muchos pacientes, y ahorraremos en costes sociosanitarios, de igual forma, podremos contribuir en la disminución del tiempo de ingreso de aquellos pacientes que se encuentren en el hospital. Pero para poder realizar esto, primero debemos conocer qué método o métodos son los más eficientes en esta patología.

Actualmente, existen numerosos estudios a cerca de la fisioterapia en personas con trastornos vestibulares. Hay evidencia sobre los beneficios que la fisioterapia aporta a estos pacientes. Recientemente han aumentado mucho las investigaciones sobre el uso de realidad virtual para el tratamiento del sistema vestibular y se ha demostrado que es una herramienta muy beneficiosa para esta patología, pero no existe ninguna revisión que compare la fisioterapia convencional con la realidad virtual.

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo general de esta revisión es realizar una comparación entre la fisioterapia vestibular convencional y el tratamiento con realidad virtual en pacientes con trastornos vestibulares y, por ende, ver si alguna de estas terapias es más efectiva que la otra y de esta forma, saber cuál es el tratamiento fisioterapéutico más apropiado para aplicar a los pacientes con trastornos vestibulares.

Los objetivos específicos son:

- Describir los estudios existentes en la literatura.
- Analizar las intervenciones realizadas en ambos grupos.
- Comprobar qué tipo de RV es más efectiva en los pacientes con lesión en el sistema vestibular (no inmersiva, inmersiva o semiinmersiva).

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA**

El tipo de diseño de este estudio es una revisión de la bibliografía. Esta se ha realizado utilizando las siguientes bases de datos: PubMed, Cinahl, Scopus, PEDro y Web of Science, acotando la fecha de publicación en los últimos 10 años.

Las palabras clave de la búsqueda han sido: “vestibular”, “virtual reality”, “treatment”, “rehabilitation”, “physiotherapy” y “physical therapy”. Todos estos términos fueron combinados con los descriptores booleanos AND y OR, con la siguiente estrategia de búsqueda: *vestibular AND "virtual reality" AND (treatment OR rehabilitation OR physiotherapy OR "physical therapy")*.

### **3.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

Criterios de inclusión:

- Tipos de estudios: ECAS (ensayos controlados aleatorizados) y ECNA (ensayos clínicos no aleatorizados).
- Participantes en el estudio:
  - Mayores de 18 años.
  - Presencia de trastornos vestibulares.

- Tratamiento de fisioterapia.
- Comparación entre fisioterapia vestibular convencional y realidad virtual.

Criterios de exclusión:

- Tipos de estudio: ENC (ensayos no controlados), revisiones u otros estudios no experimentales.
- Estudios no realizados en humanos.
- Participantes del estudio:
  - Menores de 18 años.
  - Presencia de enfermedades asociadas como Parkinson, Alzheimer o demencia.
- Tratamiento no fisioterapéutico asociado al tratamiento fisioterapéutico.
- Comparación entre dos terapias diferentes de realidad virtual.
- Comparación entre dos tipos de fisioterapia convencional.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA

Tras aplicar las estrategias de búsqueda descritas en las bases de datos mencionadas, se obtuvieron un total de 336 artículos, que tras la eliminación de duplicados se redujeron a 168. Estos fueron analizados por título y resumen para hacer un segundo descarte, tras el cual nos quedamos con 14 artículos. Estos 14 fueron analizados a texto completo y solo 6 de ellos fueron incluidos en la revisión, ya que los 8 restantes no cumplían los criterios de inclusión/exclusión.

El procedimiento de selección de los estudios puede observarse en el flujograma de la metodología (Fig. I).

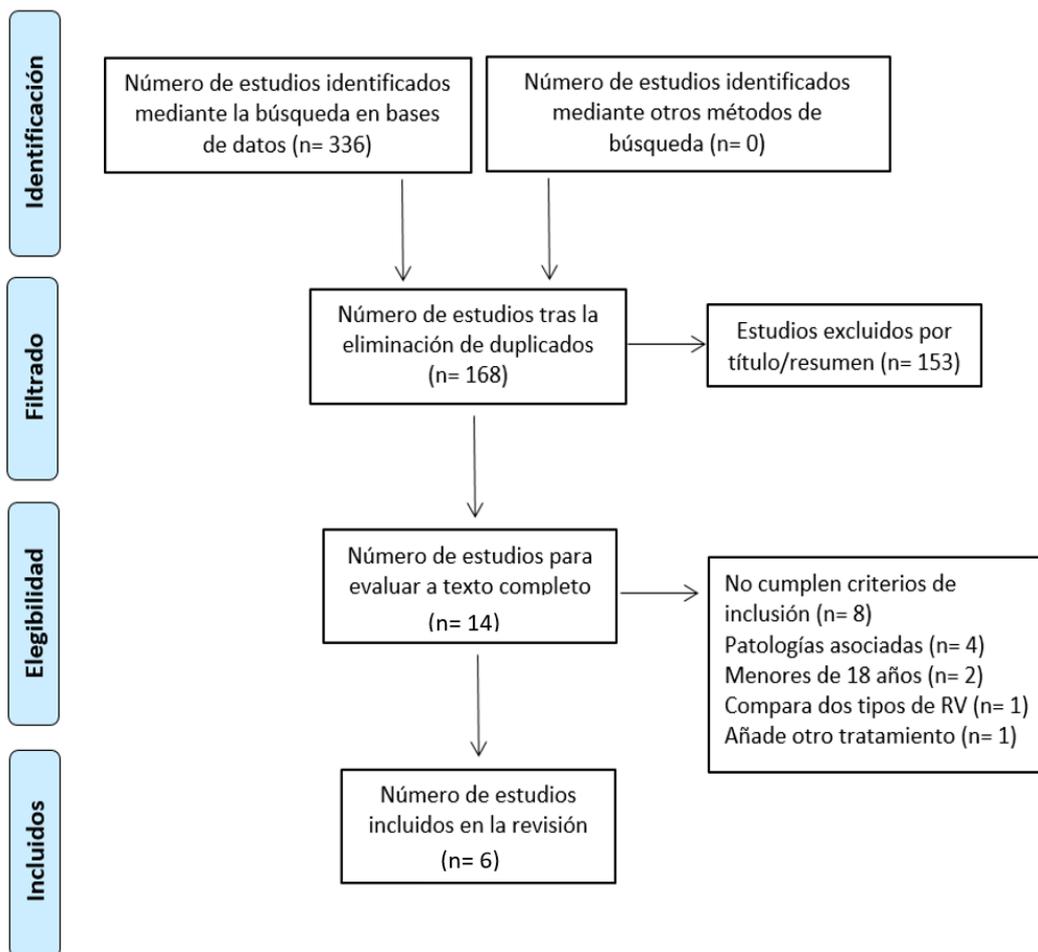


Fig. 1 Diagrama de flujo del proceso de selección.

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN

Comenzaremos haciendo una breve descripción de cada estudio para conocer las características particulares de cada uno. En la tabla resumen (Tabla 1) se pueden ver los principales datos los estudios.

El primer estudio (29) incluido en esta revisión es un ensayo clínico no aleatorizado con una muestra de 38 sujetos, entre los cuales había hombres y mujeres. El grupo experimental lo formaban un total de 20 sujetos con una edad media de  $53 \pm 2$  años y el grupo control contaba con 18 sujetos con una edad media de  $61 \pm 3$  años. Todos los participantes en el estudio presentaban trastornos vestibulares periféricos, centrales o mixtos. Cada grupo realizó un total 6 sesiones, una sesión por semana durante 6 semanas.

El grupo experimental tenía una sesión a la semana en la clínica, donde disponían de una cinta de marcha sobre la que caminaban sujetos a un arnés. Tenían en frente tres pantallas que rodeaban al sujeto en un ambiente visual inmersivo de campo completo. Dichas pantallas simulaban los pasillos de un supermercado y los sujetos disponían de un carro de la compra sujeto el suelo que agarraban mientras caminaban en la cinta. Los sujetos tenían que caminar por la cinta con el carro de la compra como si fueran andando por las calles del supermercado. La velocidad de marcha fue auto-seleccionada por cada sujeto de acuerdo a su nivel de comodidad.

Las sesiones de tratamiento duraron 1h e incluyeron seis ensayos de entrenamiento de habituación; cada ensayo tuvo una duración de 4 minutos. Se realizaron dos mediciones, una se hizo una semana después de haber finalizado el tratamiento y la otra a los seis meses.

Durante el período de seis semanas, los participantes fueron expuestos a pasillos visualmente más complejos dependiendo de la tolerancia del sujeto. Los sujetos recibieron ejercicios caseros para seguir trabajando el equilibrio y se les pidió llevar un diario de los mismos.

En el grupo control, dieciocho sujetos tuvieron seis sesiones de tratamiento durante seis semanas. A este grupo también se le proporcionó una batería de ejercicios caseros y se les pidió la realización de un diario de los mismos. Los ejercicios en la clínica y en el hogar consistían principalmente en estabilización de la mirada, coordinación del movimiento de los ojos y la cabeza, tareas de integración sensorial de equilibrio estático y actividades dinámicas de marcha. La intervención fue realizada por dos fisioterapeutas especializados en rehabilitación vestibular.

Los sujetos fueron examinados por un fisioterapeuta cegado a los grupos tratamientos una semana antes, una semana después y seis meses después de la intervención usando medidas de autoinforme y de desempeño del equilibrio funcional.

El segundo estudio (30) incluido en la revisión es un ensayo clínico aleatorizado con una muestra de 71 sujetos entre los cuales había hombres y mujeres. El grupo

experimental lo formaban un total de 35 sujetos con una edad media de  $57.83 \pm 13.6$  y el grupo control contaba con 36 sujetos con una edad media de  $50.47 \pm 15.53$ . Todos los participantes del estudio presentaban pérdida vestibular periférica unilateral.

Ambos grupos realizaron 6 semanas de tratamiento vestibular. Las intervenciones consistieron en ejercicios de estabilización de la mirada, ejercicios de equilibrio y un programa de caminatas. Los ejercicios de estabilización de la mirada y el programa de caminar fueron similares para ambos grupos, el factor diferencial entre los grupos fueron los ejercicios de equilibrio.

Los programas de ejercicios de equilibrio tuvieron una duración de 15 min al día durante 5 días a la semana y fueron progresivos, aumentando en dificultad. Estos ejercicios se realizaban en el hogar, los pacientes iban una vez por semana a la clínica donde eran supervisados y guiados por un fisioterapeuta, que les proporcionaba una nueva batería de ejercicios para la siguiente semana, estos folletos semanales de ejercicios incluían un diario de ejercicios que los sujetos debían ir rellenando. Se estableció un mínimo de 4 sesiones en la clínica para aquellos participantes que vivieran lejos del lugar de tratamiento.

El grupo control realizó un entrenamiento de equilibrio basado en una progresión de ejercicios vestibulares convencionales. Todos los sujetos de este grupo fueron provistos de una esterilla para realizar su programa de ejercicios caseros. A los participantes del grupo experimental se les facilitó una Wii Fit Plus para la realización de los ejercicios en casa y una tabla balancín que transformaba el Wii Board en una superficie inestable.

Se realizaron mediciones del equilibrio estático, la agudeza visual, la velocidad y la calidad de la marcha a las 8 semanas desde que empezó el tratamiento y otra a los 6 meses. También se pasaron cuestionarios para valorar la satisfacción de los participantes con el programa de ejercicios. Por último, se midió la adherencia de los participantes con el programa.

El tercer estudio (31) es un ensayo clínico aleatorizado con una muestra de 70 sujetos entre los cuales había hombres y mujeres. El grupo experimental lo formaban un total de 36 sujetos con una edad media de  $69 \pm 12.6$ , el grupo control contaba con 34 sujetos con una edad media de  $66.5 \pm 11.9$ . Todos los sujetos del estudio presentaban la enfermedad de Ménière.

Ambos grupos realizaron el mismo tipo de ejercicios, similares a los juegos diseñados sobre la base de los ejercicios de rehabilitación vestibular modificados de Cawthorne-Cooksey: ejercicios de cabeza, ejercicios oculares, ejercicios de extensión y ejercicios de coordinación.

El grupo experimental realizó el tratamiento de RV con una pantalla grande que cubría todo el campo visual del sujeto, además de unas gafas 3D para proporcionarles una

sensación de profundidad. La pantalla mostraba un escenario de baloncesto virtual donde hacían una simulación de diferentes ejercicios con la pelota de baloncesto.

Los pacientes del grupo experimental se sometieron a seis sesiones de entrenamiento durante 4 semanas. Los pacientes del grupo control fueron instruidos para realizar ejercicios de rehabilitación vestibular de Cawthorne-Cooksey en casa durante 4 semanas. Cada sesión de tratamiento duró aproximadamente 30 min.

Las variables medidas fueron cinco índices de equilibrio vertical: la extensión de trayectoria máxima en las direcciones mediolateral (maxML) y anteroposterior (maxAP), extensión de trayectoria media en las direcciones mediolateral (meanML) y anteroposterior (meanAP) y un statokinesigram; el statokinesigram es el área de la trayectoria del centro de gravedad del sujeto durante el ensayo. Por otro lado, también se midieron las puntuaciones para cada tarea de entrenamiento: cabeza, ojos, extensión, coordinación y puntuación total.

El cuarto estudio (32) incluido en la bibliografía es un ensayo clínico aleatorizado, con una muestra de 24 sujetos, no especifica el sexo, pero todos eran militares que había sufrido un traumatismo cráneo-encefálico que les había provocado una disfunción vestibular. Se dividieron equitativamente en dos grupos, formado cada uno de ellos por 12 sujetos. La edad media del grupo experimental fue de  $27.5 \pm 4.9$  años, la del grupo control fue de  $31.9 \pm 5.6$  años.

Los sujetos participaron en un programa de terapia de seis semanas y 12 sesiones (2 por semana) dirigidas por un fisioterapeuta cualificado. Las sesiones duraron entre 20 y 30 minutos.

El grupo experimental realizó 12 sesiones de terapia con RV y el grupo control realizó 6 sesiones de RV y 6 sesiones de terapia vestibular tradicional.

El entorno de RV asistido por ordenador consistía en una plataforma de movimiento en la que la persona estaba rodeada por una pantalla de 1'80 m de altura en forma de semicírculo, que sumerge al sujeto dentro del ambiente virtual proyectado. El escenario virtual proyectada en la pantalla puede ser programada para moverse en sincronización con la cinta para caminar y la plataforma de movimiento, para la realización de tareas dinámicas, o puede ser retenida para tareas estáticas.

Durante las sesiones de RV, los sujetos veían diferentes escenarios virtuales en los que tenían que mantener el equilibrio mientras estaban de pie en la plataforma o mientras caminaban en la cinta.

Las variables medidas en este estudio fueron la velocidad de la marcha (seleccionada por el sujeto) y puntuaciones alcanzadas en un juego de un barco (que extrapolan como capacidad de transferencia de peso del sujeto). Se realizaron mediciones

durante las primeras 6 sesiones de cada grupo y al final de la semana 2, 4 y 6 de tratamiento.

Las tareas físicas que tenían que realizar consistían en mantener el equilibrio mientras la plataforma giraba, se inclinaba o se movía lateralmente. Había diferentes tipos de juegos, en uno de ellos los sujetos realizaban movimientos sobre la plataforma e iban subiendo y bajando colinas virtuales mientras aplastaban objetos en movimiento, en otro caminaban sobre un terreno irregular mientras sostenían y disparaban un arma simulada, o realizaban transferencias de peso para conducir un barco a través de una carrera de obstáculos. A medida que mejoraba el rendimiento de los sujetos, aumentaba la dificultad de las tareas.

El quinto estudio va ligado con el sexto (33, 34), ya que ambos son el mismo estudio y poseen la misma muestra, pero el primero realiza una valoración a corto plazo, una semana después del tratamiento y el segundo, un seguimiento 12 meses después, por lo tanto, las características del estudio son las mismas.

Es un ensayo clínico aleatorizado, con una muestra de 47 sujetos, hombres y mujeres. El grupo experimental lo formaban un total de 23 sujetos con una edad media de  $49.72 \pm 10.34$  y el grupo control estaba formado por 24 sujetos con una edad media de  $50.48 \pm 9.12$ . Todos los sujetos tenían hipofunción periférica unilateral.

Ambos grupos realizaron rehabilitación vestibular mediante ejercicios, y el grupo experimental, además, realizó ejercicios caseros con unas gafas 3D de RV.

A ambos grupos se les midió el impulso de la cabeza en video y el equilibrio estático. También se les pasaron dos cuestionarios, uno para evaluar las limitaciones funcionales, emocionales y físicas, y otro para valorar el nivel de confianza percibido por el paciente en el equilibrio durante 16 actividades diarias, además de una escala para valorar el nivel de ansiedad y un test que examinó la capacidad del paciente para realizar diversas actividades de marcha en una escala de ocho elementos.

Al grupo de HMD también se le evaluó mediante el Simulador de Enfermedad (SSQ), que se utilizó para registrar la gravedad de 16 síntomas diferentes en tres subescalas: náuseas, estrés oculomotor y desorientación.

El programa de ejercicios caseros incluyó una combinación de ejercicios de adaptación, sustitución, habituación y ejercicios de equilibrio. Los sujetos pertenecientes a ambos grupos fueron a la clínica dos veces por semana durante 4 semanas por un tiempo de 30-45 minutos y monitorizados para la adherencia. Entre las sesiones supervisadas, los pacientes hicieron un programa de ejercicios caseros dos veces al día por un total de 30-40 min/día.

Cada paciente del grupo experimental o grupo de RV fue instruido para realizar el protocolo del juego ininterrumpidamente durante 20min/día, mientras estaba sentado en una silla o sofá. El juego consistió en una carrera de coches en la que el coche era conducido desde la cabina inclinando la cabeza hacia izquierda o derecha para evitar

desviarse de la carretera. Para asegurarse de un correcto ajuste del dispositivo, el cumplimiento y el correcto desempeño de los sujetos, estos fueron evaluados cada semana por los fisioterapeutas en la clínica.

### **4.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS**

Los 6 artículos elegidos para la revisión bibliográfica están escritos en inglés y están comprendidos entre los años 2014 y 2019 (29, 30, 31, 32, 33, 34).

Todos los artículos tienen un grupo experimental y un grupo control, en el que comparan la fisioterapia vestibular convencional con el tratamiento de realidad virtual. Sus características están descritas en la Tabla I.

Hay dos estudios que poseen la misma muestra, puesto que ambos son el mismo estudio, pero uno de ellos estudia los efectos de la intervención a corto plazo y el otro, a largo plazo (33, 34).

La muestra total analizada fue de 250 sujetos (87 hombres, 139 mujeres y 24 no especificados) con una edad media de 51'7 años. Todos ellos poseen trastornos vestibulares, ya sean centrales, periféricos o mixtos.

En relación con la intervención del grupo experimental, centrada en el uso de la realidad virtual, se observa que el número de sesiones fue heterogéneo, desde un mínimo de seis sesiones a un máximo de 12, sin incluir la batería de ejercicios diarios que se les proporcionó a los sujetos en la mayoría de estudios. Las sesiones tuvieron una duración de 20 a 60 minutos. Entre los estudios elegidos para la revisión hay tres tipos de RV: inmersiva, no inmersiva y semiinmersiva. Esta heterogeneidad en los tratamientos nos servirá para saber qué tipo de RV es el más efectivo en estos pacientes.

Dentro del grupo control podemos diferenciar varios tipos de entrenamientos. La mayoría consistían principalmente en ejercicios de estabilización de la mirada, coordinación, tareas de equilibrio estático y marcha. Uno de los estudios llevó a cabo ejercicios modificados de Cawthorne–Cooksey, que consisten básicamente en realizar ejercicios con la cabeza, con los ojos, el cuerpo, ejercicios de equilibrio y ejercicios de coordinación. Son sencillos y se pueden realizar fácilmente en casa.

En algunos estudios, el grupo control no hizo un tratamiento de fisioterapia vestibular puro, sino que combinaron sesiones de RV con sesiones de ejercicios (32, 33, 34).

Para la evaluación y medición de las distintas variables de estudio se han hecho uso de diversas escalas y mediciones clínicas. Para las medidas de autoinforme se han utilizado escalas como “The Activities-specific Balance Confidence scale (ABC)” que se

utiliza para valorar el nivel de confianza que presenta el paciente en cuanto a su equilibrio a la hora de hacer actividades cotidianas (29, 30).

Para evaluar el nivel de discapacidad resultante del mareo se utilizó “The Dizziness Handicap Inventory (DHI)” (29, 33, 34).

Se han utilizado cuestionarios como “Situational Characteristics Questionnaire (SCQ)” que califica situaciones que provocaron ansiedad o malestar para el sujeto en situaciones de la vida real (1). Otro cuestionario utilizado ha sido el “Vestibular Rehabilitation Benefits Questionnaire”, que mide la diferencia entre el estado actual de los síntomas y la calidad de vida del individuo en comparación con un estado normal para el mismo (30, 33, 34).

Otro estudio ha utilizado la “Hospital Anxiety and Depression Scale” para medir el nivel de ansiedad o depresión de los sujetos (30).

En cuanto a las mediciones clínicas se han realizado: el test Timed Up and Go (TUG), la prueba de Organización Sensorial (SOT), que se utilizó para registrar el balanceo postural en seis condiciones relacionadas con diversas entradas sensoriales importantes para el equilibrio (vestibular, visión y entrada somatosensorial) (28, 29), la escala visual analógica (VAS) para evaluar la gravedad de sus náuseas, dolor de cabeza, mareos y borrosidad visual (29).

El Dynamic Gait Index (DGI) se utilizó para evaluar la probabilidad de caída en adultos mayores (29, 30, 33, 34).

Otro estudio ha utilizado el “Video Head Impulse Test (vHIT)” que nos permite evaluar el reflejo vestibulo ocular (VOR) (33, 34).

#### **4.4. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS**

A continuación, se resumirán los resultados obtenidos en dichos estudios en cuanto a las distintas variables que cada uno de ellos ha tenido en cuenta.

De los seis estudios incluidos en la revisión, dos de ellos no obtuvieron diferencias significativas entre los resultados del grupo control y el grupo experimental. Los cuatros restantes sí obtuvieron diferencias significativas entre grupos, siendo en todos los casos el grupo experimental el que obtuvo los mejores resultados.

El estudio de Khalid A. Alahmari et al. (29) encontró mejoras en ambos grupos en las medidas de autoinforme y desempeño tanto una semana después de la finalización del tratamiento como a los seis meses siguientes al alta. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los grupos ( $P > 0.05$ ).

El SOT fue la prueba con los resultados significativamente más altos en el seguimiento de seis meses en comparación con el pretratamiento. Además, hubo grandes diferencias en los resultados de ambos grupos comparando los resultados de la pre

intervención con el post inmediato y el seguimiento a los seis meses de las escalas ABC y DHI. Ambos grupos mejoraron significativamente.

En cambio, hubo una prueba de desempeño que no obtuvo mejoras significativas entre el pre y el postratamiento, el TUG.

En resumen, toda la muestra mostró mejoras significativas en tres de las cuatro medidas de autoinforme, en cuatro de las cinco medidas de rendimiento, y mantuvo estas mejoras seis meses después de la intervención.

Este estudio sugiere que el uso de RV en la rehabilitación vestibular produce resultados equivalentes a los mostrados por la fisioterapia vestibular convencional clínicamente aceptada.

El estudio de Dara Meldrum et al. (30) obtuvo resultados muy parecidos al anterior. Ambos grupos presentaron mejorías en los parámetros de todas las mediciones de desempeño realizadas, pero no hubo diferencias significativas entre los resultados de ambos grupos ( $P > 0.05$ ).

En cuanto a la adherencia tampoco hubo diferencias significativas, ambos grupos rozaban el 80% de adherencia al tratamiento. Sin embargo, el grupo experimental mostró significativamente más disfrute con el componente de equilibrio del programa de entrenamiento y significativamente menos cansancio después de las sesiones. También mostró menos dificultad con los ejercicios de equilibrio.

El estudio de Su-Yi Hsu et al. (31) observó una mejora significativa en todas las puntuaciones de las tareas de entrenamiento desde la primera sesión a la última en el grupo experimental. Además, hubo diferencias significativas entre ambos grupos ( $P < 0.05$ ).

El grupo experimental tuvo una adherencia al tratamiento del 100%. En el grupo control, todos los pacientes realizaron ejercicio vestibular en el hogar al menos cuatro veces en 4 semanas.

El grupo experimental mostró una mejora significativamente mayor en los índices de statokinesigram ( $P = 0.002$ ), maxML ( $P = 0.009$ ), y maxAP ( $P = 0.036$ ) que en el grupo control. Además, los pacientes en los estadios I y II de la enfermedad de Ménière mostraron una mejoría significativamente mayor en los índices de oscilación del centro de gravedad que los pacientes en estadios finales de la enfermedad.

También se observó una mejora significativa en las puntuaciones de los ejercicios de extensión y coordinación en el grupo experimental con respecto a las puntuaciones del grupo control. El grupo control no mostró ninguna mejora significativa en casi ningún parámetro tras el tratamiento.

En el estudio Pinata H. Sessoms et al. (32) el grupo que tuvo 12 sesiones de RV progresó más rápido y tuvo mejores puntuaciones que el que tuvo 6 sesiones de RV y otras 6 de fisioterapia convencional. Aunque no fue significativamente diferente en la primera visita, el grupo de las 12 sesiones de RV obtuvo puntuaciones significativamente mejores que el otro grupo en la segunda semana, y permaneció más alto durante el resto de las semanas de tratamiento ( $P < 0.05$ ).

Medidas como la velocidad de la marcha y el rendimiento de la dirección del barco mejoraron después de 6 semanas de tratamiento y estos valores son extrapolables a mejoras en el equilibrio y la marcha. Los sujetos que tuvieron 12 sesiones con RV obtuvieron mejores resultados en la velocidad de marcha y desafíos que involucran la transferencia de peso sobre la plataforma de movimiento y la cinta. Aun así, las diferencias no fueron muy grandes entre ambos grupos, ambos mejoraron.

En el estudio de Alessandro Micarelli, Andrea Viziano et al. (33) Se evaluaron los resultados una semana después de haber finalizado el tratamiento. Hubo diferencias significativas entre grupos, obteniendo el grupo que recibió RV mejores resultados tanto en las medidas de autoinforme como en las de desempeño, aunque ambos grupos mejoraron ( $P < 0.05$ ).

El primer hallazgo interesante fue la mejora significativa del VOR (reflejo vestíbulo-ocular) del lado lesional encontrada en el grupo experimental en comparación con el grupo que solo realizó rehabilitación vestibular, aunque esta mejora se observó en ambos grupos.

Estos resultados sugieren que el uso de ejercicios con las gafas de RV facilitó significativamente la recuperación de la estabilidad de la mirada a través de movimientos de cabeza destinados a provocar VOR durante las sesiones con vHIT ( $P = 0.0031$ ).

En segundo lugar, se encontraron cambios significativos post-tratamiento en las puntuaciones del DHI ( $P = 0,002$ ) y en la ABC ( $P = 0,0036$ ) en el grupo experimental en comparación con el grupo control.

En el grupo experimental, el análisis de las puntuaciones de SSQ solo se le pasó al grupo experimental, esto se hizo diariamente después de la sesión de 20 min de RV en el hogar. Los sujetos informaron de una reducción significativa de los síntomas relacionados con náuseas, estrés oculomotor y desorientación al comparar la primera semana con la segunda ( $P < 0.05$ ), la primera con la tercera ( $P < 0.05$ ), y la primera frente a la cuarta ( $P < 0.001$ ).

En el último estudio, que se trata de una reevaluación tras doce meses después del tratamiento del estudio anterior (Andrea Viziano, Alessandro Micarelli et al., 2019) no se encontraron diferencias significativas dentro de los sujetos en los valores medidos una semana y 12 meses después del tratamiento en ninguno de los grupos.

Los valores de VOR mantuvieron una mejora significativa respecto a los valores del pretratamiento, especialmente en el grupo experimental. Aunque estos valores fueron algo menores en ambos grupos que los obtenidos una semana después del tratamiento.

Además, el grupo experimental obtuvo mayores valores de aumento del VOR que los sujetos del grupo control en la prueba de seguimiento de 12 meses.

El resto de medidas se mantuvieron prácticamente iguales 12 meses después que en la evaluación una semana después del tratamiento. Por lo que se podría afirmar que los beneficios obtenidos tras el tratamiento de rehabilitación vestibular más el tratamiento con gafas de RV no son momentáneos, sino que se mantienen en el tiempo y, por ende, mejoran la calidad de vida de los pacientes.

Tras analizar los resultados de los seis estudios incluidos en la revisión podemos concluir diciendo que la utilización de RV para los trastornos del sistema vestibular parece ser una herramienta eficaz.

En los estudios incluidos en la revisión se han utilizado tres tipos de realidad virtual: inmersiva (con gafas 3D) (31, 33, 34) semiinmersiva (con una pantalla grande que abarca todo el campo visual del sujeto) (29, 32) y no inmersiva (con consola Wii) (30).

En todos ellos se han obtenido mejoras en el grupo que había realizado rehabilitación vestibular con RV, por lo que podemos decir que no hay diferencias entre los beneficios aportados por un tipo de RV u otro. Todos han resultado ser efectivos.

Autor/año/país	Diseño metodológico	Características de los sujetos (edad/número)	Población estudio	Método, frecuencia y tiempo total de intervención	Lugar de la intervención	Variables medidas	Resultados
Khalid A. Alahmari et al. (2014) EEUU.	ECNA	Edad grupo experimental: $53 \pm 2$ , (N=20); edad grupo control: $61 \pm 3$ , (N=18).	Adultos con trastornos vestibulares periféricos, centrales o mixtos.	Grupo experimental: tienda de comida virtual en un ambiente de inmersión y ejercicios en casa, 1 sesión/semana, 6 sesiones en total. Grupo control: ejercicios en la clínica y en casa, 1 sesión/semana 6 sesiones en total. El tratamiento duró 6 semanas en total.	Clínica de fisioterapia, el Centro de RV de la Universidad de Pittsburgh y casa.	La confianza de los sujetos a la hora de hacer actividades cotidianas (ABC), el nivel de discapacidad y ansiedad en situaciones cotidianas (DHI y SCQ). El riesgo de caída (DGI, FGA y TUG), la velocidad de la marcha, el equilibrio del paciente (SOT).	Ambos grupos mejoraron después del tratamiento pero no hubo diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control.
Dara Meldrum et al. (2015) Irlanda.	ECA	Edad grupo control: $50.47 \pm 15.53$ , (N=36); edad grupo experimental: $57.83 \pm 13.6$ , (N=35).	Adultos con pérdida vestibular periférica unilateral.	Grupo experimental: ejercicios de equilibrio con Wii Fit Plus. Grupo control: ejercicios de equilibrio convencionales. Ambos programas de equilibrio duraron 15min/d durante 5 días/semana. El tratamiento duró 6 semanas en total.	Clínica de fisioterapia y casa.	Estado actual de los síntomas (VRBQ), ansiedad o depresión de los sujetos (HADS), nivel de satisfacción y adherencia al tratamiento. Parámetros de la marcha (DGI), el equilibrio del paciente (SOT) y la agudeza visual dinámica.	Ambos grupos mejoraron después del tratamiento pero no hubo diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control.
Su-Yi Hsu et al. (2016) China.	ECA	Edad grupo control: $66.5 \pm 11.9$ (N=34); Edad grupo experimental: $69 \pm 12.6$ (N=36).	Adultos con la enfermedad de Ménière.	Grupo experimental: simulación de una pista de baloncesto en una pantalla grande con gafas 3D para hacerla inmersiva. Grupo control: ejercicios de Cawthorne–Cooksey. 6 sesiones de tratamiento de 30min durante 4 semanas.	Clínica de fisioterapia (grupo experimental) y casa (grupo control).	Cinco índices de equilibrio vertical: maxML, maxAP, meanML, meanAP y statokinesigram. Las puntuaciones para cada tarea de entrenamiento.	Hubo diferencias significativas entre el pre y el post tratamiento del grupo de RV, hubo también diferencias significativas entre los resultados de ambos grupos. El grupo control no obtuvo a penas diferencias entre el pre y el post.

Pinata H. Sessoms et al. (2015) California.	ECA	Edad grupo experimental: 27.5 ± 4.9, (N=12); edad grupo control: 31.9 ± 5.6, (N=12).	Adultos con lesión cerebral traumática y disfunción vestibular.	Grupo experimental: 12 sesiones de rehabilitación con el método CAREN. Grupo control: 6 sesiones de ejercicios convencionales/6 sesiones de RV con el método CAREN. 2 sesiones/semana durante 6 semanas.	Centro Naval de Investigación en Salud.	Velocidad de la marcha y puntuaciones alcanzadas en un juego de un barco.	Hubo diferencias significativas entre los resultados de ambos grupos, el grupo que recibió 12 sesiones de RV obtuvo mejores resultados. Aun así, ambos grupos mejoraron.
Alessandro Micarelli et al. (2017) Italia.	ECA	Edad grupo control: 50.48 ± 9.12 (N=24); edad grupo experimental: 49.72 ± 10.34 (N=23).	Adultos con hipofunción periférica unilateral.	Grupo experimental: ejercicios convencionales durante 2 sesiones/semana de 30-40 min en la clínica + ejercicios caseros diarios 30-40min + 20min/día de HMD en casa. Grupo control: ejercicios convencionales durante 2 sesiones/semana de 30-40 min en la clínica + ejercicios caseros diarios 30-40min. 4 semanas de tratamiento.	Clínica de fisioterapia y casa.	La confianza de los sujetos a la hora de hacer actividades cotidianas (ABC), el nivel de discapacidad y ansiedad en situaciones cotidianas (DHI y escala Zung). El reflejo vestibulo ocular (vHIT), posturografía estática y riesgo de caída (DGI).	Hubo diferencias significativas entre grupos, obteniendo el grupo que recibió RV mejores resultados tanto en las medidas de autoinforme como en las de desempeño. Ambos grupos mejoraron.
Andrea Viziano et al. (2019) Italia.	ECA	Edad grupo control: 50.48 ± 9.12 (N=24); edad grupo experimental: 49.72 ± 10.34 (N=23).	Adultos con hipofunción periférica unilateral.	Grupo experimental: ejercicios convencionales durante 2 sesiones/semana de 30-40 min en la clínica + ejercicios caseros diarios 30-40min + 20min/día de HMD en casa. Grupo control: ejercicios convencionales durante 2 sesiones/semana de 30-40 min en la clínica + ejercicios caseros diarios 30-40min. 4 semanas de tratamiento.	Clínica de fisioterapia y casa.	La confianza de los sujetos a la hora de hacer actividades cotidianas (ABC), el nivel de discapacidad y ansiedad en situaciones cotidianas (DHI y escala Zung). El reflejo vestibulo ocular (vHIT), posturografía estática y riesgo de caída (DGI).	Ambos grupos mantuvieron prácticamente los mismos valores que obtuvieron una semana después del tratamiento. Hubo mejoras significativas entre grupos, obteniendo el grupo que recibió RV mejores resultados tanto en las medidas de autoinforme como en las de desempeño 12 meses después.

**Tabla I. Características de los estudios.**

## 5. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión bibliográfica fue hacer una comparativa del tratamiento de fisioterapia vestibular convencional, con el tratamiento con realidad virtual con el fin de ver qué tipo de tratamiento es el más efectivo para pacientes con trastornos vestibulares.

Hay una gran escasez de estudios que comparen ambas intervenciones por separado. Tras realizar la selección de los estudios para la revisión, de los seis ensayos elegidos, cinco de ellos (29, 30, 32, 33, 34) realizaron intervenciones mezclando RV con ejercicios convencionales, por ello, no podemos saber si los resultados favorables de dichos estudios son debidos sólo a la intervención de la terapia con RV.

Un dato importante a tener en cuenta en los estudios es la calidad de la intervención. En cada estudio se ha llevado a cabo una intervención distinta, y no en todos ha habido un reparto equitativo del tiempo o del seguimiento.

En el primer estudio (29) el grupo experimental tuvo seis sesiones de RV frente a una pantalla grande y caminando sobre una cinta. Por otro lado, el grupo control tuvo otras seis sesiones de ejercicios de rehabilitación vestibular convencional. Ambos guiados y supervisados por fisioterapeutas. Además, los participantes de ambos grupos fueron provistos de una serie de ejercicios caseros para trabajar el equilibrio que debían realizar a diario. En este caso el reparto de sesiones y la supervisión de las mismas ha sido equitativa, pero los ejercicios caseros pueden influir en los resultados del estudio, ya que han interferido en la intervención del grupo experimental, que no ha realizado una terapia de RV pura. Aun así, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos en este estudio y ambos mejoraron.

En el segundo estudio (30) ambos grupos realizaron la misma terapia, exceptuando un tipo de ejercicios, los de equilibrio. Para estos ejercicios, ambos grupos fueron instruidos y recibieron un folleto con los ejercicios para hacerlos en casa. El grupo control los realizó de forma convencional y el grupo experimental los realizó con una tabla de Wii Fit Plus que le proporcionaron en la clínica. El problema de realizar los ejercicios en el hogar es la ausencia de supervisión de los mismos, no podemos asegurarnos de que los pacientes hayan realizado correctamente los ejercicios, ni si quiera podemos cerciorarnos de que los hayan realizado de forma continuada. En este estudio tampoco hubo diferencias significativas entre los grupos, ambos grupos mejoraron tras el tratamiento, pero no se puede demostrar que parte de esas mejoras sean fruto del componente de equilibrio de los grupos, ya que no pudieron medirse por separado. Se consideró poco ético omitir los ejercicios de estabilización de la mirada debido a su base empírica.

En el tercer estudio (31) ocurre algo parecido al anterior con la intervención. Ambos grupos realizaron la misma serie de ejercicios vestibulares, el grupo experimental los realizó en la clínica con una pantalla grande y gafas 3D, supervisados por un

fisioterapeuta y el grupo control realizó los ejercicios en casa. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los grupos, obteniendo mejores resultados el grupo experimental, pero debemos tener en cuenta que los grupos no han llevado a cabo el tratamiento bajo las mismas condiciones. El grupo control no tuvo una supervisión por parte de un profesional, por lo tanto, no se puede dar por hecho que los sujetos realizaran correctamente los ejercicios. Posiblemente no lo hicieron y eso ha influido en los resultados.

En el cuarto estudio (32) ambos grupos recibieron tratamiento con RV, pero uno de ellos recibió 12 sesiones de RV exclusivamente, y el otro solo 6, completando el tratamiento con otras 6 sesiones de ejercicios vestibulares convencionales. En este caso, todas las sesiones fueron supervisadas por fisioterapeutas cualificados. Los resultados mostraron mejoras significativas en el grupo que realizó las 12 sesiones de RV en comparación con el grupo que solo realizó 6 sesiones de RV. Esto puede explicarse porque los pacientes del grupo que tuvo 12 sesiones de RV pudieron practicar más caminando en la cinta y en la tarea de dirección del barco, que fueron las variables medidas durante el tratamiento y después del mismo. Otra razón puede ser que la terapia con RV haya sido más efectiva que la rehabilitación convencional, permitiendo mayores mejoras en el equilibrio.

En este estudio, los ejercicios convencionales que llevaron a cabo los sujetos del grupo control no fueron especificados, por lo que desconocemos qué tipo de intervención realizaron durante las sesiones de fisioterapia vestibular tradicional.

En el quinto y sexto estudio (33, 34), dado que es el mismo pero medido en diferentes tiempos, se realizó la misma intervención. Ambos grupos realizaron dos sesiones semanales de rehabilitación vestibular en la clínica, complementada con ejercicios caseros diarios dos veces al día. El grupo experimental, además de lo anterior, tuvo una sesión diaria de RV en casa con unas gafas 3D de RV que les proporcionaron para el estudio. Estas sesiones fueron de 20 min diarios. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas entre grupos, obteniendo el grupo que recibió RV mejores resultados tanto en las medidas de autoinforme como en las de desempeño, tanto una semana después del tratamiento, como en la evaluación realizada a los 12 meses en el último estudio. Esto sugiere que la implementación de las gafas de RV en la rehabilitación vestibular maximiza los resultados en los pacientes con trastornos vestibulares.

Es cierto que debemos tener en cuenta el tiempo extra de terapia que han recibido los sujetos del grupo experimental, 20 min más al día, aunque esto se hizo por cuestiones éticas, para de esta forma administrar el protocolo de rehabilitación vestibular a todos los pacientes.

Otro punto a considerar es la no supervisión de la terapia realizada en el hogar, que de nuevo puede dar lugar a confusión en los resultados, aunque en este caso los pacientes eran controlados dos veces por semana en la clínica. Además, los sujetos del

grupo experimental llevaban semanalmente a la clínica las gafas de RV para que los fisioterapeutas la reevaluaran y se la adaptaran correctamente, por lo que podríamos decir que han tenido un mayor seguimiento que en otros estudios.

Finalmente, al tener un abordaje tan heterogéneo en cuanto a las intervenciones de los estudios, no es posible demostrar qué tratamiento es el más útil y cuál es el que menos beneficios consigue. Lo que sí podemos afirmar es que la rehabilitación vestibular con RV es beneficiosa para la recuperación de los pacientes con trastornos vestibulares, tanto la inmersiva como la no inmersiva.

Las muestras de los estudios son en general pequeñas y en algunos casos, heterogéneas. El primer estudio incluido en la revisión (29) posee una muestra de 38 pacientes. El grupo experimental tiene una edad media ocho años menor que la del grupo control. Esta diferencia de edad puede haber influido en los resultados.

El segundo estudio (30) posee una muestra de 71 sujetos, bastante igualada con la muestra del tercer estudio (31) que cuenta con 70 sujetos. Ambas mayores, superando casi en el doble a la del primer estudio. Cuanto mayor sea la muestra, más extrapolables serán los resultados y mayor fiabilidad tendrán los mismos. Ambos estudios poseen un rango de edad amplio, pero esta característica se cumple en ambos grupos, por lo tanto, no afecta a los resultados.

Una característica que sí puede afectar a los resultados y debemos tomar en consideración sobre la muestra del tercer estudio, es la edad elevada de los sujetos. La mayoría de ellos tenía más de 60 años y un gran porcentaje de los mismos presentaban enfermedades comórbidas, normales de la edad. Estas enfermedades comórbidas pueden provocar mareos adicionales, desequilibrio o debilidad de las extremidades que no tienen por qué disminuir tras el tratamiento de rehabilitación vestibular y que pueden interferir en el progreso logrado mediante ejercicios de rehabilitación.

El cuarto estudio (32) es el que posee una muestra más pequeña, con tan solo 24 sujetos, aunque es una muestra homogénea y la que tiene el rango de edad más joven, ya que todos los participantes eran militares jóvenes que habían sufrido un traumatismo craneal.

El quinto y sexto estudio incluidos en la revisión (33, 34) poseen una muestra de 47 sujetos. Es una muestra de tamaño medio y bastante homogénea, lo que es un punto a favor para este estudio.

En general, las muestras de los estudios son heterogéneas entre sí, ya que la edad de los sujetos es muy diferente en comparación de unas muestras con otras. Las patologías de los pacientes de las muestras también son diferentes, habiendo sujetos con trastornos vestibulares periféricos, centrales y mixtos.

Por otro lado, si hablamos del número y la duración de las sesiones de cada estudio, todos los estudios han llevado a cabo un tratamiento con una duración de entre 4

y 6 semanas, lo cual es un punto a favor, porque los tiempos de tratamiento son comparables.

En cuanto al número de sesiones hay más heterogeneidad, ya que, al introducir las sesiones diarias en el hogar, aumenta el número de horas de tratamiento, y por tanto, los estudios que no realizan sesiones en el hogar, tienen un número de horas mucho más reducido que los que sí las realizan.

Por ejemplo, en el primer estudio (29), ambos grupos tuvieron 6 sesiones en la clínica, complementadas con ejercicios caseros diarios. Las sesiones en la clínica tenían una duración de 60 min. En cambio, en el tercer estudio (31), los sujetos de ambos grupos tuvieron exclusivamente 6 sesiones en la clínica con una duración de 30 min. Además, el primer estudio llevó a cabo un tratamiento de 6 semanas y el tercero de 4 semanas. Por tanto, el número de horas de tratamiento, tanto semanales como totales, es muy dispar.

Al haber pocos estudios y ser heterogéneos, no podemos decir que los resultados obtenidos sean concluyentes. Por tanto, no podemos afirmar que la terapia con RV sea más o menos efectiva para los pacientes con trastornos vestibulares, que la terapia con ejercicios de rehabilitación convencionales.

Por otro lado, en cuanto a las mediciones realizadas, hay que destacar que no en todos los estudios se han reevaluado las variables a largo plazo, por lo que no podemos concluir que los efectos de dichas intervenciones sean persistentes en el tiempo. En el estudio de Pinata H. Sessoms et al. (32), las variables fueron medidas durante las primeras 6 visitas, y posteriormente al finalizar las semanas 2, 4 y 6 del tratamiento. En el estudio de Su-Yi Hsu et al (31) solo se realizaron mediciones al final del tratamiento. Por tanto, de estos estudios desconocemos la perdurabilidad de los beneficios obtenidos.

Los tres estudios restantes sí llevaron a cabo una reevaluación a largo plazo y todos ellos mostraron la eficacia del tratamiento mantenida a largo plazo (29, 30, 34). Hablamos de tres estudios ya que los dos últimos son el mismo, y es el último el que realiza la reevaluación a largo plazo del anterior (34).

Otro aspecto a tener en cuenta son las escalas utilizadas para la medición de las distintas variables de cada estudio. Tanto los dos primeros estudios incluidos en la revisión como los dos últimos (29, 30, 33, 34), han utilizado diferentes escalas y cuestionarios validados para medir sus variables, esto les ha aportado riqueza y fiabilidad a los resultados de dichos estudios. Sin embargo, los dos estudios restantes (31, 32) no han utilizado ninguna escala para la medición de sus variables, por lo que, por el contrario, les resta calidad a dichos estudios y, por ende, les resta fiabilidad a los resultados.

Tanto las escalas como los cuestionarios están descritos anteriormente en el apartado de resultados.

Solo dos de los estudios incluidos en la revisión (30, 31) hablan de la adherencia al tratamiento. En el primero de ellos no hubo diferencias entre los grupos respecto a la

adherencia, ambos se acercaron al 80% de adherencia. En este caso, además, no hubo diferencias significativas entre los grupos, aunque el grupo que realizó los ejercicios de equilibrio con la plataforma Wii Fit Plus informó de un mayor disfrute y menor dificultad a la hora de realizar los ejercicios.

En el segundo estudio que menciona la adherencia (31), el 100% de los pacientes del grupo experimental llevó a cabo todas las sesiones de tratamiento, seis en total. Sin embargo, el grupo control no tuvo un 100% de adherencia, aunque esta no fue mala. Todos los sujetos del grupo control realizaron al menos cuatro sesiones en el hogar. Este dato puede hacernos pensar en que los ejercicios de rehabilitación vestibular son movimientos básicos repetitivos y aburridos que pueden afectar negativamente a la motivación de los pacientes para adherirse al plan. Además, cuando los pacientes se auto administraban estos ejercicios en casa, la rehabilitación mediante el uso del protocolo convencional pudo verse limitada debido a la no adaptación o no individualización de los ejercicios.

En el resto de estudios no hablan de la adherencia al tratamiento, no sabemos si todos los participantes de los estudios llevaron a cabo todas las sesiones. En los estudios en los que todas las sesiones eran supervisadas, si no mencionan nada, podemos suponer que la adherencia ha sido del 100%, pero en los estudios que tienen sesiones no supervisadas, no podemos saberlo.

Este pequeño desajuste en la adherencia de ambos grupos puede interferir también en los resultados, ya que no todos los sujetos realizaron el mismo número de sesiones totales.

Hoy día, el método de RV más actual son las gafas 3D, dispositivos montados en la cabeza capaces de proyectar un mundo virtual inmersivo ante tus ojos. Este método en particular tiene la ventaja de la proximidad al ojo, además de ofrecer imágenes de alta resolución y ser capaz de seguir los movimientos de la cabeza del usuario, lo que los hace sentir parte del entorno virtual (33).

Aunque la utilización de métodos de RV suponga un coste adicional, este coste es pequeño si lo utilizamos para un gran número de pacientes. Además, los precios de las gafas 3D montadas en la cabeza y de la plataforma Wii Fit no son muy elevados.

En uno de los estudios se utilizó la plataforma Wii Fit Plus (30), la cual es una herramienta viable y útil para el entrenamiento del equilibrio en pacientes con patología vestibular. Pero a la hora de realizar un estudio, especialmente si la muestra es grande, el coste necesario para proporcionarle a cada sujeto una plataforma Wii con el fin de que todos puedan llevar a cabo el tratamiento al mismo tiempo y por tanto sea más eficiente, es elevado. En cambio, aquellos estudios que han utilizado una pantalla grande (29, 31, 32), con la maquinaria necesaria dentro de una sala, aunque el coste de ese tipo de herramientas sea mucho más elevado que el de una plataforma Wii, solo han tenido que comprar una unidad de cada cosa. Eso sí, el tiempo diario empleado en el estudio es

mayor, ya que tienen que citar a cada sujeto de la muestra a una hora distinta para que puedan realizar individualmente las sesiones de tratamiento. Por tanto, este método es más económico, pero menos eficiente que el anterior.

Por último, los estudios que han utilizado las gafas 3D montadas en la cabeza (HMD) (33, 34), tienen básicamente las mismas características en cuanto a costes que el estudio que utilizó la Wii Fit Plus. En este caso también necesitarían adquirir tantas gafas como sujetos se sometían a este tratamiento. Pero hay algo que hace al tratamiento con dispositivos de HMD más eficiente y más adaptativo que al tratamiento con Wii Fit Plus, y es la comodidad de tener un aparato pequeño y poco pesado, que además de poder transportarlo fácilmente a cualquier sitio, te permite utilizarlo estando sentado. Esta ventaja es muy importante para los pacientes con trastornos vestibulares, ya que estos se caracterizan por la presencia de vértigos o mareos recurrentes.

Si realizamos un estudio en el que los pacientes tengan que realizar sesiones en el hogar, con una plataforma Wii y sin supervisión, nos arriesgamos a que sufran una caída, y con más inri, si dichos pacientes son mayores de 65 años, que en la mayoría de los casos, lo son.

Por lo tanto, aunque en la presente revisión no se haya demostrado que un tipo de RV sea más o menos beneficiosa que otra para estos pacientes, debemos tener en cuenta estos detalles que pueden influir negativamente, además de en la adherencia al tratamiento, por miedo o inseguridad, en la integridad física de los pacientes.

A pesar de las diferencias en cuanto a protocolo utilizado y evaluación de los resultados, todos los estudios han demostrado que la RV es un método eficaz para el tratamiento de las lesiones del sistema vestibular, pero no podemos afirmar que sea más eficaz que la fisioterapia convencional, ya que, por las limitaciones y el riesgo de sesgo de los estudios, los resultados no son del todo fiables.

Actualmente no se ha realizado ninguna revisión sobre este tema con la que podamos comparar resultados, ya que hace falta seguir investigando y elaborar ensayos clínicos de mayor calidad metodológica que comparen la fisioterapia vestibular convencional con la RV.

Las limitaciones de la presente revisión incluyen el bajo número de ensayos clínicos incluidos en la misma. Al haber podido incluir sólo seis estudios, de los cuales, dos de ellos son el mismo medido en tiempos distintos, la información es escasa y por ende, poco sólida. Además, la calidad metodológica de algunos de ellos es baja, esto influye en los resultados, haciéndolos poco fiables.

Para aumentar la fiabilidad de los datos, los estudios futuros deberían analizar muestras mayores, llevar a cabo intervenciones por separado de rehabilitación convencional y realidad virtual, para así disminuir el riesgo de sesgo; utilizar escalas validadas para la medición de las variables y realizar una reevaluación a corto, medio y

largo plazo, para así poder demostrar que los beneficios obtenidos tras el tratamiento perduran en el tiempo. Además, deberían procurar un reparto equitativo de las sesiones de tratamiento de ambos grupos y en igualdad de condiciones en cuanto al seguimiento.

Teniendo ensayos clínicos de mayor calidad, se podrán hacer revisiones futuras que muestren resultados de mayor fiabilidad.

La investigación en el campo de realidad virtual debe ser una prioridad para la fisioterapia, ya no solo en el ámbito vestibular, sino en muchas otras alteraciones, neurológicas y musculoesqueléticas. La RV está abriéndose camino cada vez más en las clínicas y centros de fisioterapia. Es una herramienta novedosa y que puede ser muy útil para muchos pacientes. Por ello, es nuestro deber conocerla y seguir investigando para poder proporcionarle a nuestros pacientes un tratamiento lo más eficaz posible, con el que disfruten y con el que se sientan cómodos.

## **6. CONCLUSIONES**

Tras la investigación realizada, no hay datos concluyentes que demuestren que la terapia con realidad virtual sea más beneficiosa que la fisioterapia vestibular convencional o viceversa. Sin embargo, sí podemos afirmar que ambas terapias son útiles para el tratamiento de pacientes con trastornos vestibulares, ya sean periféricos, centrales o mixtos.

La heterogeneidad de la metodología de los estudios limita la fiabilidad de los resultados, puesto que algunas cuestiones de las intervenciones no han sido claramente definidas y otras se han llevado a cabo en desigualdad de condiciones entre los grupos.

Por último, según los resultados obtenidos en cada uno de los estudios revisados, no podemos afirmar que ningún método de realidad virtual sea mejor que otro, ya que todos han dado buenos resultados en los pacientes.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Menant JC, Migliaccio AA, Sturnieks DL, Hicks C, Lo J, Ratanapongleka M, et al. Reducing the burden of dizziness in middle-aged and older people: A multifactorial, tailored, single-blind randomized controlled trial. *PLoS Med.* 2018;15(7):1–21.
2. Hülse R, Biesdorf A, Hörmann K, Stuck B, Erhart M, Hülse M, et al. Peripheral Vestibular Disorders: An Epidemiologic Survey in 70 Million Individuals. *Otol Neurotol.* 2019;40(1):88–95.
3. Balatsouras DG, Koukoutsis G, Fassolis A, Moukos A, Apris A. Clinical Interventions in Aging Dovepress Benign paroxysmal positional vertigo in the elderly: current insights. *Clin Interv Aging.* 2018; 13:2251–66.
4. Ji L, Zhai S. Aging and the peripheral vestibular system. *J Otol.* 2018; 13(4):138–40.
5. Agrawal Y, Zuniga MG, Davalos-Bichara M, Schubert MC, Walston JD, Hughes J, et al. Decline in semicircular canal and otolith function with age. *Otol Neurotol.* 2012;33(5):832–9.
6. Kingma H, van de Berg R. Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system. 1st ed. Vol. 137, *Handbook of Clinical Neurology.* Elsevier B.V.; 2016. 1-16.
7. Zalewski CK, Ph D. Aging of the Human Vestibular System. 2015;36(3):175–96.
8. Besnard S, Tighilet B, Chabbert C, Hitier M, Toulouse J, Le Gall A, et al. The balance of sleep: Role of the vestibular sensory system. *Sleep Med Rev.* 2018; 42:220–8.
9. Jahn K. The aging vestibular system: Dizziness and imbalance in the elderly. *Adv Otorhinolaryngol.* 2019; 82:143–9.
10. Schlick C, Schniepp R, Loidl V, Wuehr M, Hesselbarth K, Jahn K. Falls and fear of falling in vertigo and balance disorders: A controlled cross-sectional study. *J Vestib Res Equilib Orientat.* 2016;25(5–6):241–51.
11. S. Studenski, S. Perera, K. Patel, C. Rosano, K. Faulkner, M. Inzitari, J. Brach, J. Chandler, P. Cawthon, E. B. Connor, M. Nevitt, M. Visser, S. Kritchevsky, S. Badinelli, T. Harris, A. B. Newman, J. Cauley, L. Ferrucci, and J. Guralnik, “Gait speed and survival in older adults,” *JAMA*, vol. 305, pp. 50–8, 2011.
12. Lopez-Escamez JA, Batuecas-Caletrio A, Bisdorff A. Towards personalized medicine in Ménière’s disease. *F1000Research.* 2018;7(0):1–9.
13. Espinosa-Sanchez JM, Lopez-Escamez JA. Ménière’s disease. 1st ed. Vol. 137, *Handbook of Clinical Neurology.* Elsevier B.V.; 2016. 257-277 p.

14. Nevoux J, Barbara M, Dornhoffer J, Gibson W, Kitahara T, Darrouzet V. International consensus (ICON) on treatment of Ménière's disease. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2018;135(1): S29–32.
15. Balatsouras DG, Koukoutsis G, Fassolis A, Moukos A, Apris A. Clinical Interventions in Aging Dovepress Benign paroxysmal positional vertigo in the elderly: current insights. *Clin Interv Aging.* 2018; 13:2251–66.
16. Liu Y, Wang W, Zhang AB, Bai X, Zhang S. Epley and Semont maneuvers for posterior canal benign paroxysmal positional vertigo: a network meta-analysis. *Laryngoscope* 2016; 126:951–5.
17. Bouccara D, Rubin F, Bonfils P, Lisan Q. Management of vertigo and dizziness. *Rev Med Interne.* 2018;39(11):869–74.
18. Van Esch BF, Van Der Scheer-Horst ES, Van Der Zaag-Loonen HJ, Bruintjes TD, Van Benthem PPG. The Effect of Vestibular Rehabilitation in Patients with Ménière's Disease: A Systematic Review. *Otolaryngol - Head Neck Surg (United States).* 2017;156(3):426–34.
19. Song JJ. Virtual reality for vestibular rehabilitation. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2019;12(4):329–30.
20. Park JH, Jeon HJ, Lim EC, Koo JW, Lee HJ, Kim HJ, et al. Feasibility of eye tracking assisted vestibular rehabilitation strategy using immersive virtual reality. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2019;12(4):376–84.
21. Whitney SL, Alghwiri AA, Alghadir A. An overview of vestibular rehabilitation. 1st ed. Vol. 137, *Handbook of Clinical Neurology.* Elsevier B.V.; 2016. 187-205 p.
22. Hillier S, McDonnell M. Is vestibular rehabilitation effective in improving dizziness and function after unilateral peripheral vestibular hypofunction? An abridged version of a Cochrane Review. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2016;52(4):541–56.
23. Dunlap PM, Holmberg JM, Whitney SL. Vestibular rehabilitation: Advances in peripheral and central vestibular disorders. *Curr Opin Neurol.* 2019; 32(1):137–44.
24. Han BI, Song HS, Kim JS. Vestibular rehabilitation therapy: Review of indications, mechanisms, and key exercises. *J Clin Neurol.* 2011;7(4):184–96.
25. Bergeron M, Lortie CL, Guitton MJ. Use of Virtual Reality Tools for Vestibular Disorders Rehabilitation: A Comprehensive Analysis. *Adv Med.* 2015; 2015:1–9.
26. Lubetzky A V, Kelly J, Wang Z, Gospodarek M, Fu G, Sutera J, et al. Disability and Rehabilitation : Assistive Technology Contextual sensory integration training via head mounted display for individuals with vestibular disorders : a feasibility study. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2020;0(0):1–11.

27. Osoba MY, Rao AK, Agrawal SK, Lalwani AK. Balance and gait in the elderly: A contemporary review. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2019;4(1):143–53.
28. De Amorim JSC, Leite RC, Brizola R, Yonamine CY. Virtual reality therapy for rehabilitation of balance in the elderly: a systematic review and META-analysis. *Adv Rheumatol (London, England)*. 2018;58(1):18.
29. Alahmari KA, Sparto PJ, Marchetti GF, Redfern MS, Furman JM, Whitney SL. Comparison of virtual reality based therapy with customized vestibular physical therapy for the treatment of vestibular disorders. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2014;22(2):389–99.
30. Meldrum D, Herdman S, Vance R, Murray D, Malone K, Duffy D, et al. Effectiveness of Conventional Versus Virtual Reality-Based Balance Exercises in Vestibular Rehabilitation for Unilateral Peripheral Vestibular Loss: Results of a Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;96(7):1319–1328.e1.
31. Hsu SY, Fang TY, Yeh SC, Su MC, Wang PC, Wang VY. Three-dimensional, virtual reality vestibular rehabilitation for chronic imbalance problem caused by Ménière’s disease: a pilot study. *Disabil Rehabil*. 2017;39(16):1601–6.
32. Sessoms PH, Gottshall KR, Collins J-D, Markham AE, Service KA, Reini SA. Improvements in Gait Speed and Weight Shift of Persons With Traumatic Brain Injury and Vestibular Dysfunction Using a Virtual Reality Computer-Assisted Rehabilitation Environment. *Mil Med*. 2015;180(3S):143–9.
33. Micarelli A, Viziano A, Augimeri I, Micarelli D, Alessandrini M. Three-dimensional head-mounted gaming task procedure maximizes effects of vestibular rehabilitation in unilateral vestibular hypofunction: A randomized controlled pilot trial. *Int J Rehabil Res*. 2017;40(4):325–32.
34. Viziano A, Micarelli A, Augimeri I, Micarelli D, Alessandrini M. Long-term effects of vestibular rehabilitation and head-mounted gaming task procedure in unilateral vestibular hypofunction: a 12-month follow-up of a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2019;33(1):24–33.