

Efectividad de la realidad virtual como herramienta de neuro rehabilitación en pacientes con Alzheimer: una revisión sistemática

Effectiveness of virtual reality as a neurorehabilitation tool in patients with Alzheimer's: a systematic review

Vicente Alexander Martínez-Maldonado¹ 

¹ Universidad Internacional de Valencia. Campus Virtual, Valencia, España.

Correspondencia: vamm1193@gmail.com

Recepción: 15 de mayo de 2022 - **Aceptación:** 27 de junio de 2022 –
Publicación: 29 de junio de 2022.

RESUMEN

En la actualidad, la realidad virtual (RV) se encuentra en proceso de convertirse en una herramienta importante en el tratamiento clínico. Lo anterior se debe a que la RV dentro de sus primeros resultados de aplicabilidad en pacientes con la enfermedad de Alzheimer (EA) o deterioro cognitivo leve (DCL), presenta avances prometedores y espacio al desarrollo futuro; sin embargo, aún no es del todo clara su eficiencia en cuanto al tratamiento en dichos pacientes. **Objetivo:** Revisar los sistemas de RV utilizados como tratamiento en pacientes de ambos sexos mayores a 40 años con la EA en etapa temprana o DCL, analizando su efectividad desde la evidencia científica actual. **Métodos:** Se realizaron búsquedas en las bases de datos de PubMed de MEDLINE, Web of Science y Medigraphic, con fecha límite al 06 de enero de 2022 y con fecha inicial ilimitada. El mecanismo de selección de artículos se realizó a través de los patrones mediante las directrices PRISMA. **Resultados:** 25 estudios fueron elegibles para su inclusión. Ninguno advirtió inconvenientes importantes con la tolerabilidad de la RV en los participantes con EA y DCL en las labores de tratamiento. Todos los artículos presentan avances importantes dentro de las aplicaciones de tratamiento mediante RV para este tipo de pacientes pese a no presentar una cura definitiva para la EA.

Palabras claves: realidad virtual, neurorehabilitación, enfermedad de Alzheimer, deterioro cognitivo leve.

ABSTRACT

Today, virtual reality (VR) is in the process of becoming an important tool in clinical treatment. VR, within its first applicability results in patients with Alzheimer's disease (AD) or mild cognitive impairment (MCI), presents promising advances and room for future development; however, its efficiency in terms of treatment in these patients is still not entirely clear. **Objective:** To
<https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.6818206>

review the VR systems used as treatment in patients of both sexes older than 40 years with early-stage AD or MCI, analyzing their effectiveness based on current scientific evidence. **Methods:** Searches in the PubMed databases of MEDLINE, Web of Science and Medigraphic, with a deadline of January 06, 2022 and an unlimited start date. The article selection mechanism was carried out through the patterns using the PRISMA guidelines. **Results:** 25 studies were eligible for inclusion. None noted any major drawbacks with the tolerability of VR in participants with AD and MCI in treatment efforts. All articles present important advances in VR treatment applications for this type of patient, despite not presenting a definitive cure for AD.

Keywords: virtual reality, neurorehabilitation, Alzheimer's disease, mild cognitive impairment.

INTRODUCCIÓN

En la presente revisión sistemática se investiga el uso de la RV en estudios que la aplican como técnica enfocada a la neurorehabilitación en pacientes con EA o DCL. La búsqueda de nuevos procedimientos para neurorehabilitación y nuevos mecanismos para el tratamiento se justifica debido a que estas afecciones mentales ocasionan inconvenientes tanto para pacientes como para allegados, demostrándose, a través de diversos estudios, que la EA se encuentra entre las crisis sociales, sanitarias y económicas más significativas del siglo XXI; al mismo tiempo, se presenta una elevada carga poblacional con EA y DCL, con la evidente falta de tratamientos definitivamente efectivos. Además, se sabe que intervenciones terapéuticas en etapas tempranas de la EA pueden ser efectivas para optimizar la función cognitiva, tratar la depresión, mejorar el estado de ánimo del cuidador y retrasar la institucionalización (Prince et al., 2011).

Definición de la patología

Enfermedad de Alzheimer

La enfermedad de Alzheimer (en adelante EA) es un trastorno cerebral que destruye lentamente la memoria y las habilidades de pensamiento y, eventualmente, la capacidad de realizar las tareas más simples. En la mayoría de las personas con la enfermedad, aquellas con síntomas de aparición tardía aparecen por primera vez aproximadamente a los 60 años de edad. La enfermedad de Alzheimer es la causa más común de demencia entre los adultos mayores. Esta patología tiene lugar, inicialmente, en partes del cerebro involucradas en la memoria, incluida la corteza entorrinal y el hipocampo. Posteriormente afecta áreas de la corteza cerebral, como las responsables del lenguaje, el razonamiento y el comportamiento social. Eventualmente, muchas otras áreas del cerebro se dañan (“2017 Alzheimer’s Disease Facts and Figures,” 2017).

Deterioro cognitivo leve

El deterioro cognitivo leve (en adelante DCL) es un síndrome que se manifiesta como un deterioro cognitivo

superior al que se esperaría según la edad y el nivel educativo del paciente; sin embargo, no perjudica en un nivel notorio al individuo como para afectar sus actividades cotidianas. La prevalencia del DCL en estudios epidemiológicos fluctúa entre el 3% y el 19% en adultos mayores de 65 años. Cierta grupo de individuos con presencia de DCL permanecen estables con el síndrome sin mostrar deterioro o incluso recuperan sus facultades cognitivas con el pasar del tiempo; por otra parte, se sabe que más de la mitad de los pacientes avanzan en la enfermedad hasta evolucionar a algún tipo de demencia dentro de un promedio de 5 años. Con este antecedente, el DCL se supone como un estado de riesgo para la presencia de demencia a futuro, siendo su diagnóstico el primer paso para la prevención a través del control de factores de riesgo como la hipertensión sistólica. El subtipo amnésico de DCL posee un alto riesgo de progresión a la EA, pudiendo constituir una etapa prodrómica de este trastorno (Gauthier et al., 2006).

Epidemiología

EA: epidemiología

La variante genética común más fuerte para la EA típica de inicio tardío (después de los 65 años de edad) es la apolipoproteína E (APOE), un polimorfismo de tres alelos ($\epsilon 2$, $\epsilon 3$ y $\epsilon 4$) donde $\epsilon 3$ se considera un alelo neutral, $\epsilon 4$ el de alto riesgo y $\epsilon 2$ un alelo protector. El alelo $\epsilon 4$ influye en la edad de inicio de manera dependiente de la dosis. Sin embargo, más de la mitad de los pacientes con enfermedad de inicio tardío no tienen el alelo $\epsilon 4$ de alto riesgo. El riesgo atribuible a la población relacionado con APOE- $\epsilon 4$ se ha estimado en un 20% (Blanco-Silvente et al., 2018).

Por otra parte, se estima que más de 47 millones de personas en el mundo se ven afectadas por la demencia, representando del 60 al 80% de los casos. El envejecimiento es el factor de riesgo más fuerte para la EA, con la incidencia de todas las demencias duplicándose cada 6,3 años de 3,9 por 1000 para las edades de 60 a 90 años a 104,8 por 1.000 por encima de los 90 años. La prevalencia se estima en 10% para individuos mayores de 65 años y 40% para mayores de 80 años. Los costos personales y financieros exigen diagnósticos preclínicos y tratamientos efectivos para detener la progresión de la enfermedad antes del inicio de los síntomas (DeTure y Dickson, 2019).

DCL: epidemiología

Estudios a nivel mundial han utilizado los criterios representativos de los fenotipos clínicos de DCL amnésico y no amnésico definidos por Petersen (2004), con el objetivo de estimar la frecuencia de DCL en la población, y sus correspondientes subtipos (DCL amnésico de dominio único o múltiple, DCL no amnésico de dominio único o múltiple).

Uno de los estudios más representativos sobre envejecimiento fue desarrollado por Mayo Clinic, estructurado como un estudio poblacional que incluyó una muestra aleatoria de casi 3.000 individuos, todos pacientes de entre 70 y 89 años de edad, cognitivamente normales o que tenían DCL inicialmente, pero sin presentar demencia <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.6818206>

(Roberts et al., 2008). En dicho estudio, la prevalencia de DCL se notó en aproximadamente el 15 % de la población sin demencia, con una proporción de 2:1 de DCL amnésico a DCL no amnésico, siendo degenerativa la causa putativa más común y predominando en mayor medida en el DCL amnésico que en el DCL no amnésico.

En Petersen et al. (2009) se reúnen algunos estudios importantes que refieren que las tasas de prevalencia de DCL tienden a converger en el rango de 14% a 18% para individuos mayores a los 70 años de edad.

Etiología

EA: etiología

La EA familiar predominantemente hereditaria (FAD) puede ser causada por mutaciones en los genes de la proteína precursora de amiloide, presenilina 1 (PSEN1) o PSEN2. Estas raras formas familiares de EA representan menos del 1% de los casos. FAD puede presentarse tan pronto como a los 20 años, con una edad promedio de inicio de 46,2 años. La EA de inicio temprano se define por quienes son afectados antes de los 65 años; y aunque son un poco más comunes que los casos de FAD, representan menos del 5% de los casos de EA diagnosticados patológicamente. De manera similar, la mayoría de los pacientes con síndrome de Down con una trisomía parcial o total del cromosoma 21, que incluye la región del cromosoma 21, tienen una patología de tipo Alzheimer a los 40 años y muchos desarrollan síntomas clínicos después de los 50; la mayoría tiene demencia a los 65 años. La EA de inicio tardío más común se considera esporádica, aunque se han identificado factores de riesgo genéticos, sobre todo el gen de la apolipoproteína (DeTure y Dickson, 2019).

En tal caso, la etiología de la EA no ha sido completamente establecida. La neuroinflamación se ha convertido en un componente importante de la patología de la EA, y una gran cantidad de datos experimentales y clínicos indican el papel crucial de la activación del sistema inmunitario innato en la promoción de la enfermedad y la progresión de los síntomas. Algunos autores sugieren que los factores infecciosos, como los virus o las bacterias, pueden provocar una desregulación de las citocinas y una lesión cerebral a través de una variedad de mecanismos, que incluyen la alteración de la neurotransmisión, la apoptosis y la activación de la microglía y los astrocitos. A su vez, debido a que el estudio post mortem de cerebros con EA demostró la presencia de reactivos inflamatorios de fase aguda, muchos investigadores sugieren que la EA es una enfermedad infecciosa o que los agentes infecciosos constituyen un factor de riesgo para la EA. Vale la pena mencionar que el concepto de la naturaleza infecciosa de la EA sigue siendo controvertido porque, hasta el momento, ningún patógeno específico se ha relacionado de manera concluyente con la causa de la EA en humanos (Sochocka et al., 2017).

DCL: etiología

Según exponen Knopman y Petersen (2014), los causales de la EA y su inminente presencia en el paciente son la etiología más común para el DCL; sin embargo, otras enfermedades también pueden ser las causantes. En este sentido, las estimaciones varían en cuanto a los niveles de contribución de la enfermedad cerebrovascular al DCL, aunque se mantiene la alta probabilidad de que esta contribución sea clínicamente importante. Otras enfermedades que presentan evidencia de causar en su primera etapa DCL son la enfermedad de cuerpos de Lewy, depresión, enfermedades neurodegenerativas y cerebrovasculares e incluso efectos adversos de fármacos.

Factores de riesgo

EA: factores de riesgo

Un gran número de factores se han asociado con un mayor riesgo de EA, pero entre ellos, la enfermedad cerebrovascular y sus antecedentes son los más consistentemente informados. Se ha encontrado que los antecedentes de diabetes, hipertensión, tabaquismo, obesidad y dislipidemia aumentan el riesgo. Curiosamente, la enfermedad cerebrovascular, incluidos los infartos corticales grandes, los infartos únicos estratégicamente ubicados, los infartos pequeños múltiples, la hemorragia cerebral, los cambios corticales debido a la hipoperfusión, los cambios en la sustancia blanca y las vasculopatías, son antecedentes de la demencia en general (Silva et al., 2019).

DCL: factores de riesgo

Los factores de riesgo asociados al DCL, además de los relacionados directamente con la EA, son principalmente la hipertensión, diabetes mellitus e hiperlipidemia. Además, la insuficiencia renal crónica es un factor de riesgo somático recientemente descubierto (Etgen et al., 2011).

Diagnóstico

EA: diagnóstico

El diagnóstico patológico de la EA reconoce que cualquier cantidad de cambio neuropatológico de Alzheimer es anormal. El conjunto de criterios más actual para la evaluación neuropatológica de la enfermedad de Alzheimer, se basa en la medida semicuantitativa de la fase amiloide Thal A β , el estadio Braak NFT y la puntuación de placa neurítica CERAD, y es aplicable a pacientes con o sin demencia. Esto contrasta con el conjunto original de criterios producido en 1985 por el Instituto Nacional sobre el Envejecimiento, que se centró en la densidad de la placa amiloide relacionada con la edad (con tinciones de plata o microscopía fluorescente con tioflavina S) sin tener en cuenta el tipo de placa. Estos fueron posteriormente revisados en 1991 por el Consorcio para Establecer un Registro de la Enfermedad de Alzheimer (CERAD), que se centró en las placas neuríticas en las cortezas frontal, temporal y parietal e incluyó la presencia clínica de demencia para determinar <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.6818206>

si la EA era definitiva, probable o posible causa de los síntomas observados. Los criterios actuales utilizan un sistema de puntuación ABC que requiere la presencia de placas de amiloide y ovillos neurofibrilares de tau para describir la cantidad de cambio neuropatológico de la EA que varía de ninguno a bajo, intermedio y alto. La puntuación A se mide por la fase de Thal agrupada, la B por el estadio de Braak y la C por la puntuación CERAD de placa neurítica (DeTure y Dickson, 2019).

DCL: Diagnóstico

Un historial médico y un examen del estado mental se muestran como las herramientas primarias para el diagnóstico del DCL. El historial médico es el medio principal que define si el paciente tiene deterioro en el funcionamiento diario, mismo que se puede complementar con test que el mismo paciente completa según sus propias experiencias dentro de sus últimas semanas, respondiendo al nivel de dificultad que presenta al realizar tareas directamente relacionadas con sus habilidades cognitivas. Por su parte, el examen del estado mental establece si existe evidencia objetiva de deterioro cognitivo. Aquí es común utilizar instrumentos de evaluación, como: "Evaluación Cognitiva de Montreal" o "Prueba Corta del Estado Mental". Posteriormente, es importante contar con el juicio clínico suficiente para integrar la información proporcionada por las dos herramientas. Finalmente, es preciso realizar un examen neurológico general, siendo importante en el proceso de diagnóstico principalmente para comprender la etiología del trastorno cognitivo (Knopman y Petersen, 2014).

Pronóstico

EA: pronóstico

Algunos estudios se han centrado en determinar el pronóstico de la EA una vez que esta es detectada en los pacientes. Por ejemplo, el estudio de Cortes et al. (2008) realizó el seguimiento y evaluación (cada 6 meses y durante 2 años) de 686 pacientes con EA. El estudio fue realizado con el objetivo de describir la evolución a largo plazo de la EA en una cohorte prospectiva de pacientes en tratamiento con un seguimiento estrecho. Finalmente se llegó a la conclusión de que la evolución de la EA se mostraba variable, con altas incidencias de muerte o institucionalización y con un 11,84% de los pacientes que mostraban un deterioro cognitivo rápido, mientras que una cuarta parte de la cohorte parecía estar en una condición relativamente estable y dos tercios tuvieron una evolución moderada pero significativa de la enfermedad.

DCL: pronóstico

Según mencionan Knopman y Petersen (2014), el diagnóstico de DCL conlleva a importantes implicaciones pronósticas, representando un riesgo acentuadamente mayor de empeoramiento en años venideros. En este sentido, Roberts et al. (2014) presenta un estudio en donde la tasa de progresión a la demencia entre las personas con DCL fue del 7,1 % por año, en contraste con la tasa de progresión entre las personas cognitivamente normales del 0,2 % por año en el condado de Olmsted, Minnesota.

En entornos clínicos típicos, en los que es posible que se diagnostique DCL más tardíamente, la tasa de progresión a demencia puede ser incluso mayor. Estas tasas expresan promedios de todas las personas mayores de 70 años, incluso mostrando mayor riesgo de demencia incidente en personas con DCL de edad avanzada; por lo tanto, una persona de 90 años con DCL tiene un mayor riesgo de progresión a demencia que una persona de 70 años, que por lo demás tiene una discapacidad similar. A razón de la variabilidad inherente en el diagnóstico clínico de DCL, algunas personas diagnosticadas pueden recuperarse y presentarse cognitivamente normales con el pasar del tiempo. Sin embargo, incluso cuando se diagnostica DCL y luego se rescinde debido a una mejoría en la cognición, las personas que una vez fueron diagnosticadas tienen un mayor riesgo de deterioro futuro en comparación con las personas que nunca se consideró que tuvieran DCL (Knopman y Petersen, 2014; Roberts et al., 2014).

Signos y síntomas

EA: síntomas

Los científicos continúan desentrañando los complejos cambios cerebrales involucrados en el inicio y la progresión de la EA. Parece probable que el daño al cerebro comience una década o más antes de que aparezcan la memoria y otros problemas cognitivos. Durante esta etapa preclínica de la EA, las personas parecen estar libres de síntomas, pero se están produciendo cambios tóxicos en el cerebro. El daño que ocurre en el cerebro de una persona con la EA comienza a manifestarse en signos y síntomas clínicos muy tempranos. Para la mayoría de las personas con EA, aquellas que tienen la variedad de inicio tardío, los síntomas aparecen por primera vez a mediados de los 60 años. Los signos de la EA de inicio temprano comienzan entre los 30 y los 60 años de una persona (Li et al., 2014).

Los primeros síntomas de la EA varían de persona a persona. Los problemas de memoria suelen ser uno de los primeros signos de deterioro cognitivo relacionado con la EA. La disminución de los aspectos de la cognición que no son de memoria, como encontrar palabras, problemas de visión/espaciales y problemas de razonamiento o juicio, también pueden indicar las etapas muy tempranas de la EA. Y a algunas personas se les puede diagnosticar un DCL. A medida que avanza la enfermedad, las personas experimentan una mayor pérdida de memoria y otras dificultades cognitivas (Joe y Ringman, 2019).

La EA progresa en varias etapas: preclínica, leve (a veces llamada etapa temprana), moderada y grave (a veces llamada etapa tardía).

Signos de la EA leve:

En la enfermedad de Alzheimer leve, una persona puede parecer saludable, pero tiene cada vez más problemas para entender el mundo que la rodea. La comprensión de que algo anda mal a menudo llega gradualmente a la persona y su familia (Li et al., 2014). Los problemas pueden incluir:

- Pérdida de memoria.
- Mal juicio que conduce a malas decisiones.
- Pérdida de espontaneidad y sentido de iniciativa.
- Tomar más tiempo para completar las tareas diarias normales.
- Repetir preguntas.
- Problemas para manejar el dinero y pagar las cuentas.
- Vagando y perdiéndose.
- Perder cosas o extraviarlas en lugares extraños.
- Cambios de humor y personalidad.
- Aumento de la ansiedad y/o agresión. (Joe y Ringman, 2019)

Signos de la EA moderada:

En esta etapa se hace necesaria una supervisión y cuidados más intensivos, lo que puede resultar difícil para muchos cónyuges y familias (Li et al., 2014). Los síntomas pueden incluir:

- Mayor pérdida de memoria y confusión.
- Incapacidad para aprender cosas nuevas.
- Dificultad con el lenguaje y problemas para leer, escribir y trabajar con números.
- Dificultad para organizar pensamientos y pensar lógicamente.
- Lapso de atención acertado.
- Problemas para hacer frente a situaciones nuevas.
- Dificultad para realizar tareas de varios pasos, como vestirse.
- Problemas para reconocer a familiares y amigos.
- Alucinaciones, delirios y paranoia.
- Comportamiento impulsivo como desvestirse en momentos o lugares inapropiados o usar lenguaje vulgar.
- Arrebatos de ira inapropiados.
- Inquietud, agitación, ansiedad, llanto, deambulación, especialmente al final de la tarde o al anochecer.
- Declaraciones o movimientos repetitivos, espasmos musculares ocasionales (Joe y Ringman, 2019).

Signos de la EA grave:

Las personas con EA severo no pueden comunicarse y dependen completamente de otros para su cuidado. Cerca del final, la persona puede estar en la cama la mayor parte o todo el tiempo mientras el cuerpo se apaga (Li et al., 2014). Sus síntomas a menudo incluyen:

- Incapacidad para comunicarse.
- Pérdida de peso.
- Convulsiones.
- Infecciones de la piel.
- Dificultad para tragar.
- Quejidos, gemidos o gruñidos.
- Aumento del sueño.
- Pérdida del control de los intestinos y la vejiga.

Una causa común de muerte para las personas con la EA es la neumonía por aspiración. Este tipo de neumonía se desarrolla cuando una persona no puede tragar

correctamente y lleva alimentos o líquidos a los pulmones en lugar de aire (Joe y Ringman, 2019).

DCL: signos y síntomas

Según se señala en Gauthier et al. (2006), los principales síntomas que muestran la probabilidad de la existencia de DCL en un paciente son:

- Queja de memoria, preferiblemente corroborada por un informante.
- Deterioro de la memoria en relación con la edad y personas sanas emparejadas con la educación.
- Función cognitiva general típica.
- Actividades de la vida diaria prácticamente intactas.
- Sin demencia clínica.

Aunque los síntomas y las pruebas cognitivas se presentan como las características principales del DCL hasta ahora, cada vez hay más conciencia de un componente conductual que incluye: ansiedad, depresión, irritabilidad y apatía. La presencia de signos conductuales y psicológicos, incluida la depresión, predice una alta probabilidad de progresión a la demencia (Copeland et al., 2003).

Tratamiento

Conservador

EA: tratamiento:

El medicamento *memantina* se prescribe para tratar la EA de moderada a grave. El efecto principal de este medicamento es disminuir los síntomas, lo que podría permitir que algunas personas mantengan ciertas funciones diarias un poco mejor de lo que lo harían sin el medicamento. Por ejemplo, la memantina puede ayudar a una persona en las últimas etapas de la enfermedad a mantener su capacidad para usar el baño de forma independiente durante varios meses más, un beneficio tanto para la persona con Alzheimer como para los cuidadores (Vaz y Silvestre, 2020). La FDA también aprobó el donepezil, el parche de rivastigmina y un medicamento combinado de memantina y donepezil para el tratamiento de la EA de moderada a grave.

Por lo general, los médicos comienzan a administrar a los pacientes dosis bajas del fármaco y aumentan gradualmente la dosis en función de qué tan bien tolere el fármaco el paciente. Existe alguna evidencia de que ciertas personas pueden beneficiarse de dosis más altas de medicamentos para la EA. Sin embargo, cuanto mayor sea la dosis, más probable es que se produzcan efectos secundarios. Los pacientes deben ser monitoreados cuando se inicia un medicamento. Todos estos medicamentos tienen posibles efectos secundarios, como náuseas, vómitos, diarrea, reacciones alérgicas y pérdida del apetito. Informe cualquier síntoma inusual al médico que lo recetó de inmediato. Es importante seguir las instrucciones del médico al tomar cualquier medicamento, incluidas las vitaminas y los suplementos a base de hierbas. Además, informe al médico antes de agregar o cambiar cualquier medicamento (Vaz y Silvestre, 2020).

A su vez, el tratamiento de los síntomas conductuales puede hacer que las personas con EA se sientan más cómodas y facilita el trabajo de los cuidadores. Los medicamentos para tratar estos problemas de comportamiento deben usarse solo después de haber probado otras estrategias que no usan medicamentos (Yiannopoulou y Papageorgiou, 2013).

DCL: tratamiento

El tratamiento de los pacientes con DCL debe incluir un fuerte estímulo para permanecer física, social y mentalmente activos. El tratamiento farmacológico del DCL que se supone que se debe a la EA es bastante limitado, y el tratamiento del DCL debido a otras enfermedades neurodegenerativas no está disponible (Knopman y Petersen, 2014).

Diferentes estudios presentan documentación asociada a intervenciones farmacológicas para prevenir o retrasar el deterioro cognitivo, DCL o demencia en adultos con cognición normal o DCL. Al respecto, Fink (2018) concluye que la evidencia no respalda el uso de los tratamientos farmacológicos estudiados para la protección cognitiva en personas con cognición normal o DCL.

Tratamiento con RV

Los informáticos definen a la RV como un conjunto de sofisticadas tecnologías de hardware y software que reemplazan el entorno externo de una persona con un entorno artificial, el mismo que se actualiza constantemente según movimientos del portador. Sin embargo, la psicología y la neurociencia consideran a la RV como la forma actual más avanzada de interacción humano-computadora que permite a las personas actuar, comunicarse y estar presentes en un entorno generado por ordenador (Freeman et al., 2017).

La realidad virtual inmersiva (RVi) actualmente ya ha demostrado ciertas ventajas en el tratamiento de afecciones de salud mental, desde trastornos de ansiedad hasta psicosis (Cogné et al., 2017). De similar forma, se han realizado experimentaciones mediante RV como una herramienta para aumentar la conciencia, la sensibilidad y la empatía para los pacientes con EA por parte del personal sanitario (Campbell et al., 2021). Por su parte, se han reunido datos sobre estudios en donde se aplicó la RV para proporcionar estimulación mental a pacientes con demencia y DCL, conectándolos así con su memoria autobiográfica a través de la reminiscencia y una calidad de vida mejorada. Todos estos estudios han generado resultados prometedores pero aún no dejan clara la posibilidad de que la RV se pueda aplicar de forma concreta como herramienta de neurorehabilitación en este tipo de pacientes (D’Cunha et al., 2019).

En un principio los sistemas RV no contaban con la capacidad suficiente como para generar una interacción natural y espontánea entre hombre y sistema tecnológico. Generalmente estos sistemas se conformaban por una pantalla en la que se visualizaba el desarrollo del entorno virtual y dispositivos de control manual como ratón de computadora o joysticks, resultando con ello una ejecución complicada para el usuario. En la Figura 1 se observa una representación de dicho sistema RV preliminar (Clay et al., 2020).

El salto de 2D a 3D se ha conseguido posteriormente con la inclusión al mercado de pantallas montadas en la cabeza (HMD), estos dispositivos ofrecen un ajuste físicamente adaptable a cada ojo, garantizando la experiencia en tres dimensiones para el usuario. En los primeros sistemas de RV inmersiva no se generaba la actualización correspondiente en tiempo real del entorno simulado frente a los movimientos de la cabeza o acciones como la caminata, generando inconvenientes como el mareo de los participantes; sin embargo, en la actualidad se ha superado esos problemas al conseguirse una correspondencia exacta entre estos elementos. La sensación de naturalidad se ve perfeccionada espacialmente debido a que el entorno adapta sus inclinaciones y orientaciones conforme los movimientos del usuario, además de depender también de movimientos generales como el de las extremidades dentro de un ambiente supervisado, provocando con ello que el uso de controles manuales sea menos habitual. En la Figura 2 se observa una representación del sistema RV inmersivo (Clay et al., 2020).

Los HMD se consideran dispositivos inmersivos debido a que suprimen la recepción virtual del ambiente exterior al mismo tiempo que actualizan el entorno virtual de simulación según los movimientos de la cabeza del portador. Con estas características el sistema consigue integrar la información vestibular, visual y propioceptiva del individuo que lo usa, captando además las señales sensoriales producto de esta interacción hombre-entorno, lo que se traduce finalmente en una representación más precisa de la posición (Clay et al., 2020; McNaughton et al., 2006).

Finalmente, la evolución actual de los sistemas de RV inmersiva hacen referencia los entornos virtuales “Cave Automatic”, mismos que integran varios elementos de las tecnologías anteriores y dispositivos adicionales, siendo de los principales los sistemas avanzados de captura de movimiento, lentes con obturador LDC estereoscópicos, pantallas de video de alta definición, salas especializadas, entre otros. Estos sistemas avanzados permiten a los usuarios interactuar con elementos del mundo real incluidos a modo de proyección en el entorno virtual simulado en el que se encuentran. En la Figura 3 se observa una representación del sistema RV inmersivo mediante entornos CAVE (Clay et al., 2020).

Justificación

Debido a la notable presencia de la EA y el DCL en la población mundial, y el prometedor avance de la RV y sus posibles beneficios como tratamiento de neurorehabilitación, se justifica la necesidad de indagar y examinar los diferentes conocimientos y avances de esta nueva oportunidad terapéutica que se presenta como una potencial herramienta para el tratamiento de la EA, lo cual aún presenta resultados imprevistos. Cabe señalar que solamente se analiza la EA en lugar de los diferentes trastornos neurocognitivos de manera más general, con lo que se persigue una puntualización y delimitación precisa del problema.

Objetivos

Objetivo general

Revisar los sistemas de RV utilizados como tratamiento en pacientes de ambos sexos mayores a 40 años con la EA en etapa temprana o DCL, analizando su efectividad desde la evidencia científica actual.

Objetivos específicos

- Identificar los instrumentos mayormente utilizados para el diagnóstico de EA y DCL, en la bibliografía revisada.
- Determinar el número de participantes incorporados a los grupos de intervención.
- Describir los tratamientos con RV mayormente utilizados entre la población con EA y DCL y la duración de su implementación.
- Describir los tratamientos aplicados con los grupos de control.
- Analizar la efectividad de los tratamientos RV en la neurorehabilitación de adultos mayores con EA y/o DCL.
- Describir la aceptabilidad de los tratamientos con RV entre los adultos mayores con EA y/o DCL, participantes en los estudios experimentales.

METODOLOGÍA

Revisión sistemática de la literatura

Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando las bases de datos Pubmed de MEDLINE, Web of Science y Medigraphic, previa la elaboración de un protocolo según las directrices PRISMA (Page et al., 2021).

Estrategias de búsqueda

Se realizaron búsquedas en las bases de datos desde el inicio hasta el 06 de enero de 2022. La estrategia de búsqueda incluyó las siguientes frases y palabras clave: (“Realidad virtual” OR “VR” OR “3D”) AND (“Alzheimer” OR “EA” OR “Deterioro Cognitivo Leve” OR “DCL”) AND (“Simulación” OR “Tratamiento” OR “Terapia” OR “Neurorehabilitación”). A su vez, y con el fin de asegurar la identificación de un mayor número de artículos sobre el tema de estudio, se aplicó la búsqueda booleana; para lo cual se introdujeron las siguientes combinaciones de palabras: “Virtual Reality AND Alzheimer”, “Virtual Reality AND Mild cognitive impairment”, entre otras variantes.

Criterio de elegibilidad

Se aceptaron artículos en todos los idiomas. No se establecieron restricciones con respecto al tipo de estudio o la fecha de publicación.

Inclusión

- Casos clínicos.
- Alcance correlacional.
- Estudios experimentales o cuasi-experimentales.
- Con muestras poblacionales asignadas a grupo de intervención y grupo de control.
- Estudios con riesgo de sesgo bajo o no claro.

Exclusión

- Revisiones bibliográficas.
- Estudios descriptivos.
- Meta-análisis.
- Exploraciones bibliográficas.
- Estudios cualitativos.
- Estudios con riesgo de sesgo alto.

Proceso de selección

- Paso 1: Los resultados de la búsqueda se cargaron en Rayyan Online Systematic Review Management Software (Ouzzani et al., 2016) para la selección inicial. Se eliminaron los duplicados.
- Paso 2: Selección de títulos y resúmenes examinando los estudios que podían cumplir con los criterios de inclusión. Los artículos de revisión relevantes se conservaron para un cribado manual si potencialmente se referían a estudios que cumplieran con los criterios de elegibilidad.
- Paso 3: Revisión de la elegibilidad de estudios según el texto completo evaluando la elegibilidad de los documentos restantes de forma independiente.
- Paso 4: Selección final durante la extracción de datos analizando detalladamente los artículos para la correspondiente extracción de datos, incluyendo una revisión final de la elegibilidad para su inserción.

Extracción de datos

Se desarrolló un formulario de extracción de datos para los estudios incluidos en Windows Office Excel 2010, basado en el Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas respaldado por Higgins y Green (2011), y en el cual se incluyó:

- Datos sobre la publicación: Autores, título del artículo / revista, año de publicación.

- Método: diseño del estudio, contexto, diagnóstico y gravedad de la demencia, comorbilidades.
- Descripción de la evaluación / intervención y control de RV: número de participantes en el grupo de evaluación / intervención y control / comparación de RV. Para los estudios de tratamiento: incluyendo cuántos fueron asignados al azar y cuántos analizados (con los motivos del abandono), duración del ensayo (incluida la duración de la intervención y el momento del seguimiento).
- Medidas de resultado, tipo de análisis.
- Resultados.
- Para estudios de tratamiento: línea de base y seguimiento (s), entre grupos (RV versus condición de control) efectos: p-valores y tamaños del efecto (95% CI, Cohen's d).
- Resumen de la conclusión del estudio.

RESULTADOS

Siguiendo las pautas PRISMA, en la Fig. 1 se contempla el número de artículos encontrados a través de la base de datos y finalmente seleccionados, en donde se evidencia que Pubmed arrojó 41 artículos, Web of Science aportó 18 y Medigraphic 17.

No se registraron artículos adicionales identificados en otras fuentes. Sin embargo, una revisión pormenorizada de cada artículo permitió determinar que muchos eran duplicados, por lo que algunos se eliminaron. A partir de esta primera selección quedaron 59 artículos. A su vez, de los artículos seleccionados se procedió a excluir aquellos que consistieron en revisiones sistemáticas, meta-análisis, exploraciones bibliográficas o estudios cualitativos, lo que implicó se excluyesen 34 artículos. Por tanto, los artículos considerados para el presente análisis alcanzaron un número de 25.

Extracción de datos y resultados por estudio

Posterior a la selección de los estudios que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión planteados, en la Tabla 1 se describe el planteamiento general que los autores proponen para su experimentación, así como el diagnóstico y las comorbilidades, la tecnología de RV aplicada al grupo de intervención (GI), el tratamiento implementado con los grupos de control (GC), los resultados cuantitativos y la aceptabilidad del programa entre los pacientes.

Figura 1.
Diagrama PRISMA.

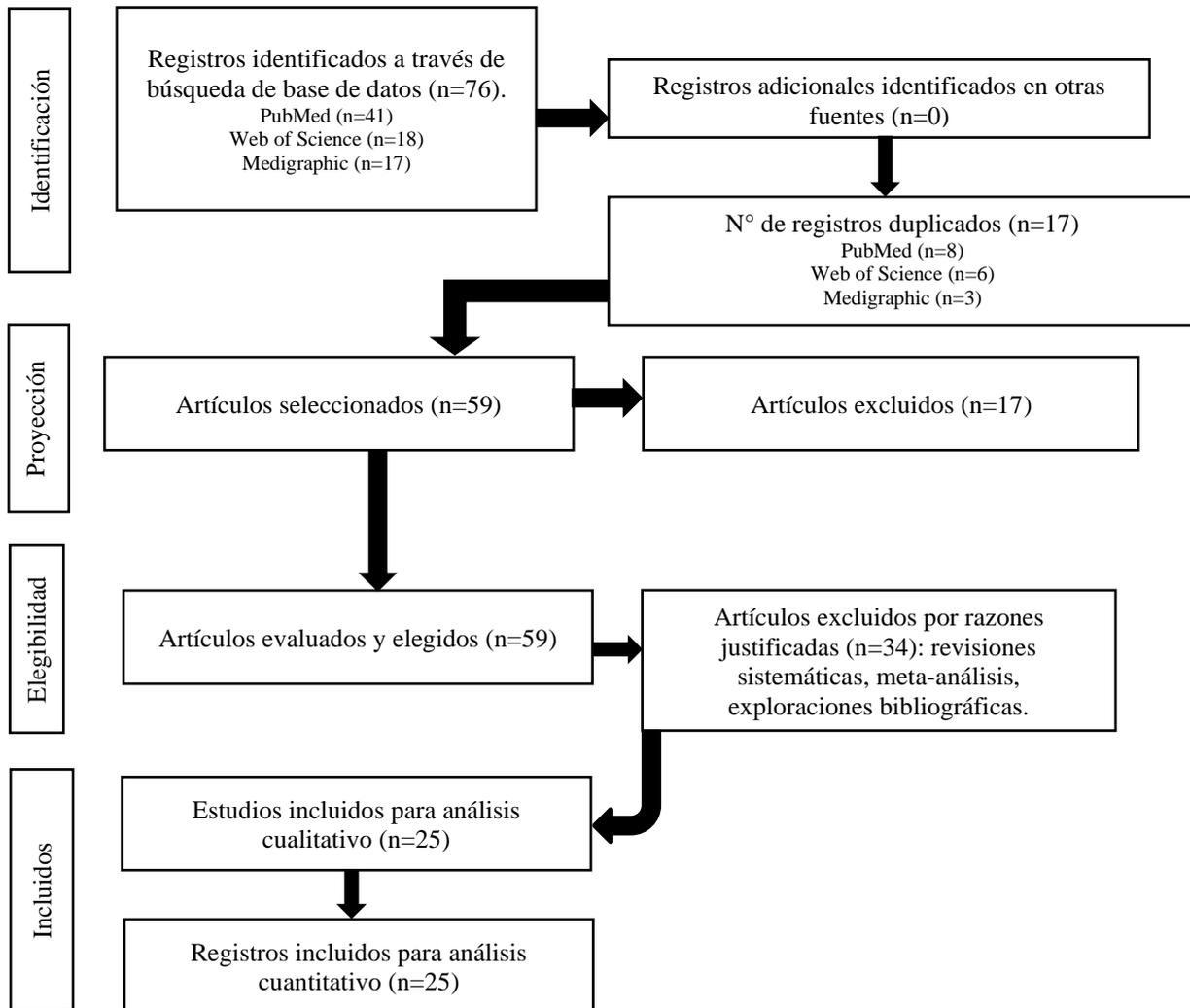


Tabla 1.

Planteamiento y objetivos de los estudios

Estudio	Objetivo	Pacientes y escenarios	Diagnóstico y comorbilidades	Tecnología de RV aplicada GI	Tratamiento GC	Resultados	Aceptabilidad
Optale et al. (2010)	Intervención de entrenamiento de RV para disminuir DCL y mejorar memoria.	GI: 18 GC: 18 Lugar: casa de reposo "Anni Sereni" en Scorzè (Venecia, Italia)	DCL Comorbilidad: déficits de memoria. Instrumento: Verbal Story Recall (VSR)	Programa de estimulación auditiva y experiencias RV basado en búsqueda de caminos Duración: 3 sesiones semanales x 6 meses.	Entrenamiento presencial con musicoterapia.	El GI mostró mejoras significativas en las pruebas de memoria, especialmente en el recuerdo a largo plazo con un tamaño del efecto de 0,7 y en varios otros aspectos de la cognición. En cambio, el GC mostró un declive progresivo.	No reporta
Mirelman et al. (2013)	Efectos del entrenamiento en cinta rodante aumentado con RV sobre riesgo de caídas.	GI: 150 GC: 150 Lugar: N/E	Diagnóstico: DCL 0,5 Instrumento: CDR.	Captura de movimiento (Kinect) y simulación, que permite ver pies mientras se camina Duración: N/E	Entrenamiento en caminadora sin simulación RV.	No reporta	Se propone cuestionario para evaluar satisfacción de los participantes.
Wu y Chang (2016)	Analizar impacto de los juegos educativos RV en rehabilitación.	GI: 30 GC: 30 Lugar: N/E	Diagnóstico de presencia de EA, durante el lapso de 6 meses a 6 años. Instrumento: Neuropsychiatric Inventory (Npl).	Terapia RV con juegos de rompecabezas Duración: N/E	Medicación convencional.	Resultados de la prueba T de Student mostraron que puntuaciones del NPI del grupo experimental fueron sustancialmente diferentes ($p=0.05$) antes y después de la intervención de trabajo en grupo.	No reporta
Serino et al. (2017)	Evaluar entrenamiento basado en RV centrado en "sincronización del marco mental".	GI: 10 GC: 10 Lugar: centro de asistencia social, Milán, Italia.	EA. Puntuación inferior a 85,5 (es decir, el límite clínico para demencia probable). Instrumento: Escala de demencia general de Milán (Brazzelli et al., 1994).	RV para entrenar capacidad de sincronización entre representaciones aloécnicas dependientes del punto de vista y aloécnicas independientes del punto de vista Duración: N/E	Actividades tradicionales de rehabilitación cognitiva (programas de estimulación cognitiva, como juegos de cartas, nombrar cosas, fluidez y escuchar música).	GI presenta mejoras significativas en la memoria espacial a largo plazo ($p=0.05$)	No reporta

Continúa

Estudio	Objetivo	Pacientes y escenarios	Diagnóstico y comorbilidades	Tecnología de RV aplicada GI	Tratamiento GC	Resultados	Aceptabilidad
Hwang y Lee (2017)	Efectos de programa de RV sobre función cognitiva y equilibrio.	GI: 12 GC: 12 Lugar: Centro de bienestar en Gurye.	DCL Instrumentos: N/E	Programa RV para confirmar autoimagen y resolución de los problemas Duración: N/E	Terapia ocupacional tradicional.	Función cognitiva del GI mostró aumento estadísticamente significativo en: prueba de amplitud visual (VST), prueba de color de palabras (WCT) y límite de estabilidad (LOS).	No reporta
Doniger et al. (2018)	Examinar entrenamiento cognitivo de RV para mejorar la cognición y el flujo sanguíneo cerebral (CBF).	GI: 35 GC(1): 35 GC(2): 35 GC(3): 35 GC(4): 20 Lugar: Center of Advanced Technologies in Rehabilitation at Sheba Medical Center, Israel.	Antecedentes de parientes con EA. Comorbilidad: N/E.	Simulación de actividades complejas de la vida diaria. Duración: 45 min x 24 sesiones x 12 semanas.	No reporta	GI muestra mayor mejora en memoria y flujo sanguíneo cerebral (p = 0.05)	No se presentaron complicaciones.
Hwang y Park (2018)	Efectos de un programa de RV de doble tarea sobre la función cognitiva y el (EEG).	GI: 20 GC: 20 Lugar: N/E	DCL. Calificación de demencia clínica: 0.5. Instrumentos: N/E	Kinect Sport, que permite practicar tenis de mesa, voleibol de playa, boxeo y bolos. Duración: 30 min x 5 días a la semana x 6 semanas.	Terapia ocupacional convencional.	Para la función cognitiva, la puntuación positiva fue de 3,51±0,61 puntos antes de la intervención, 3,78±0,69 puntos después de la intervención.	No reporta
Mrakic-Sposta et al. (2018)	Impacto de programa RV que combina ejercicio aeróbico y entrenamiento cognitivo.	GI: 5 GC: 5 Lugar: N/E	DCL Instrumento: MMSE	Unity3: emulación de actividades de la vida diaria Duración: 40 min x 3 sesiones x 6 semanas.	No reporta	No diferencias estadísticamente significativas entre puntuaciones obtenidas por GI y GC en ninguna de las escalas aplicadas.	No reporta
Micarelli et al. (2019)	HMD en adultos mayores y pacientes que sufren de UVH.	GI: 12 GC: 12 Lugar: ICBRR, Roma, Italia.	DCL Instrumento: McKhann et al. (2011) y Albert (2011). Comorbilidad: UVH	Track Speed Racing 3D. Duración: 20 min.	Rehabilitación vestibular.	Aumento significativo (p < 0,05) en comparaciones entre grupos en ganancia de VOR.	Náuseas y desorientación se redujeron en GI en comparación con GC.

Continúa

Estudio	Objetivo	Pacientes y escenarios	Diagnóstico y comorbilidades	Tecnología de RV aplicada GI	Tratamiento GC	Resultados	Aceptabilidad
Choi y Lee (2019)	Examinar si VKP mejora equilibrio postural, rendimiento muscular y función cognitiva.	GI: 30 GC: 30 Lugar: centro de asistencia social (Corea).	DCL. Instrumento: Test mediante el GPAC. Comorbilidad: N/E	Programa RV de ejercicios kayak. Duración: 60 min x 2 veces semanales x 6 semanas.	Ejercicios en el hogar propuestos por el fisioterapeuta.	Función cognitiva mejoró significativamente en un 10,04% y un 13,44%, respectivamente.	Altas tasas de participación relacionadas a interés mostrado por participantes durante proceso.
Park et al. (2019)	Efectividad de entrenamiento cognitivo basado en RM.	GI: 10 GC: 11 Lugar: Daegu y Kyungpook en Corea del Sur.	DCL en rango de 0.5 a 1 SD por debajo del de individuos sanos con puntaje z emparejado por edad y educación. Instrumento: Consorcio para establecer un registro para EA.	Sistema de Realidad Mixta para la Salud. Duración: N/E	Entrenamiento cognitivo asistido por computadora convencional (Comcog).	Mejora significativa en las puntuaciones de GI en comparación con GC (t = -2,612, P = 0,017, tamaño del efecto = 1,16/0,44 = 2,63).	Ningún participante informó sufrir dolor de cabeza leve, mareos.
Liao et al. (2019)	Efectos del entrenamiento físico y cognitivo RV sobre función ejecutiva y desempeño de la marcha en tareas duales.	GI: 17 GC: 17 Lugar: Centros de cuidado de Taipei, Taiwán.	DCL Diagnóstico: DC <26. Instrumento: MoCA	Gafas de RV en la cabeza. Duración: N/E	Entrenamiento físico y cognitivo.	GI mostró mejoras en rendimiento cognitivo de la marcha en tareas duales y el DTC de cadencia.	No se informaron eventos adversos durante todo el período de estudio.
Liao et al. (2020)	Efectos de 12 semanas de entrenamiento físico y cognitivo basado en RV sobre función cognitiva, activación cerebral y ADL.	GI: 17 GC: 34 Lugar: Centros de cuidados en Taipei, Taiwán.	DCL. Instrumento: N/E Comorbilidad: N/E	Sistema VIVE desarrollado por la empresa HTC. Duración: 40 min x 12 semanas.	Entrenamiento físico y cognitivo combinado, basado en programas para poblaciones de edad avanzada del Colegio Americano de Medicina.	GI mostró mejoras significativas en la cognición global (P <0,001), memoria verbal (recuerdo diferido, P = 0,002) e IADL (P <0,001).	No reporta
Uğur y Sertel (2020)	Efecto de las aplicaciones de RV sobre el equilibrio y la velocidad de la marcha.	GI: 32 GC: 32 Lugar: N/E	Demencia de Alzheimer leve o moderada por el neurólogo. Instrumento: N/E.	Juegos de Nintendo Wii, que desarrollan equilibrio y ejercicios aeróbicos. Duración: 30 min. X 2 veces semana x 6 semanas	No reporta	La puntuación del equilibrio de Tinetti disminuyó en el grupo de control y aumentó en el grupo de entrenamiento.	No reporta

Continúa

Estudio	Objetivo	Pacientes y escenarios	Diagnóstico y comorbilidades	Tecnología de RV aplicada GI	Tratamiento GC	Resultados	Aceptabilidad
Park et al. (2020a)	Efectos de rehabilitación cognitiva-motora basada en RV sobre motivación y función cognitiva.	GI: 20 GC: 20 Lugar: N/E	DCL Instrumentos: Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA), Trail Making Test A y B (TMT-A/B) y Digit Span Test.	Software que aplica RV para realizar actividades. Duración: 30 min x 5 días semanales x 6 semanas	Rehabilitación cognitiva convencional (rompecabezas, bloques de madera, juegos de cartas, actividad de construcción con palos y actividad de laberinto).	GI mostró mejora significativamente mayor en puntuaciones MoCA (p = 0,045), TMT-A (p = 0,039), TMT-B (p = 0,040) y DST-forward (p = 0,011).	Mayor interés y motivación para la rehabilitación.
Park et al. (2020b)	Examinar aceptabilidad de programa de entrenamiento de RV basado en la cultura.	GI: 10 GC: 11 Lugar: N/E	DCL amnésico Instrumento: criterios de Petersen.	Programa RV basado en cultura tradicional coreana Duración: 30 min x 2 días a la semana x 3 meses.	Actividades normales diarias.	GI no exhibió diferencias significativas en puntuaciones del K-MMSE, funciones de la memoria de trabajo, rendimiento en la prueba de intervalo de dígitos o prueba Stroop, rendimiento y fluidez de palabras.	Únicos eventos adversos fueron mareos (4,2%) y fatiga (8,3%).
Gamito et al. (2020)	Comparar estimulación cognitiva de RV ecológicamente orientada, con estimulación cognitiva estándar.	GI: 21 GC: 22 Lugar: Lisboa, Portugal	EA Instrumentos: No reporta	Systemic Lisbon Battery (SLB), tareas funcionales de RV que incluyen actividades diarias Duración: N/E	Estimulación cognitiva con papel y lápiz.	Los resultados (MoCA) el RB = 1,14 y el OR = 2,71 sugieren para el GI un 14% de mejoras en la cognición global.	No reporta
Thapa et al. (2020)	Asociación entre programa de intervención de RV y funciones cognitivas, cerebrales y físicas.	GI: 34 GC: 34 Lugar: Centros de salud en Busan, Corea del Sur.	DCL. Instrumentos: MMSE; prueba de creación de senderos (TMT) A y B, y prueba de sustitución de dígitos con símbolos (SDST).	Programa RV con 4 tipos de contenido para mejorar atención, memoria y velocidad de procesamiento. Duración: 100 min x 3 veces por semana	Programa educativo sobre cuidados generales de la salud.	Función cognitiva global no cambió significativamente. Se observaron cambios positivos pequeños, pero no significativos, en MMSE y SDST.	No reporta
Kang et al. (2021)	Examinar si entrenamiento cognitivo con RV inmersiva, facilita procesos y funcionamientos visuoespaciales.	GI: 25 GC: 25 Lugar: Clínica de memoria del Centro Médico Gil de la Universidad de Gachon, Corea del Sur.	DCL Instrumento: Criterio de Petersen. Versión coreana del MMSE, CDR, CDR-SOB, escala de deterioro global y escalas IADL. Comorbilidad: N/E	Pantalla Oculus Rift CV1 montada en la cabeza y controladores Oculus Touch. Duración: N/E	Tratamiento habitual: farmacoterapia para prevención de demencia. Colina alfoscerato e inhibidor de la colinesterasa.	GI mostró mejora significativa en puntuación total (F = 14,69, P = 0,001) y la puntuación de los componentes básicos de la tarea de copia (F = 9,27, P = 0,005).	El mareo del simulador informado después de cada sesión fue mínimo.

Continúa

Estudio	Objetivo	Pacientes y escenarios	Diagnóstico y comorbilidades	Tecnología de RV aplicada GI	Tratamiento GC	Resultados	Aceptabilidad
Oliveira et al. (2021)	Explorar efecto de estimulación cognitiva que reproduce IADL en RV.	GI: 9 GC: 9 Lugar: Residencias de ancianos de la Santa Casa da Misericórdia da Amadora (SCMA), Lisboa, Portugal.	Demencia leve a moderada por EA. Instrumento: clasificación CDR (Hughes et al., 1982). Comorbilidad: N/E	Programa de estimulación cognitiva con RV no inmersiva. Duración: 45 min x 2 días semanales x 12 sesiones.	Tratamiento habitual en unidades de atención para adultos mayores.	Diferencias estadísticas significativas entre GI y GC en cognición global (p = 0,056).	Bajos niveles de deserción (1 participante), lo que evidencia la aceptación del GI.
Torpil et al. (2021)	Efectividad de programa de rehabilitación basado en RV sobre funciones cognitivas.	GI: 30 GC: 30 Lugar: Departamento de Terapia Ocupacional, Gulhane, Turquía.	DCL Instrumento: Evaluación Cognitiva de Terapia Ocupacional de Loewenstein-Geriatria.	Programa Microsoft Kinect para PC sin inmersión. Duración: N/E	Rehabilitación cognitiva.	Mejoras significativas en: orientación, percepción visoespacial, organización visomotora, funcionamiento del pensamiento y funciones de atención/concentración en el GI (P < 0,001 para todos).	No reporta
Lee (2021)	Efecto de programa de rehabilitación con Wii, sobre unión cognitiva, depresión y realización independiente de actividades diarias.	GI: 20 GC: 20 Lugar: Clínica de Demencia del Hospital D	DCL, con puntuación de 17 a 22. Instrumentos: MoCA, criterios de Petersen.	Wii Sports Resort de Nintendo. Duración: 15 min x 3 día a la semana x 12 semanas.	Cuidado convencional de ancianos.	Diferencias estadísticamente significativas entre dos grupos (t = 8,143, p < 0,05). Función cognitiva mejoró en el GI.	No reporta
Lee (2016)	Efectividad de programa de ejercicios de RV / Nintendo Wii para mejorar equilibrio, emoción y calidad de vida.	GI: 15 GC: 15 Lugar: Centro de Cuidados para la Demencia del Dankook University Hospital.	DCL Instrumentos: criterios de Petersen; versión coreana de la CDR.	Wii Balance Board Duración: 40 min x 3 veces por semana x 12 semanas.	Programa tradicional de rehabilitación.	Puntuación BBS en el GI mejoró significativamente comenzando con 40,47 puntos antes de la intervención y terminando con 45,83 puntos después de la intervención (p < 0,05). GI mostró una mejora estadísticamente significativa en puntuación de BBS en comparación con GC.	91% respondieron positivamente cuando se les preguntó si usar Wii ayudó a mejorar las actividades cotidianas.
Davis (2021)	Viabilidad de una terapia que incorpora automovilismo, RV y seguimiento ocular.	GI: 38 GC: 50 Lugar: Comunidad de jubilados (EE.UU.)	EA en etapa temprana y DCL debido a EA.	Simulaciones realistas de actividades automovilísticas. Duración: N/E	El mismo que al grupo experimental.	Pruebas de RV y el seguimiento ocular se pueden usar en adultos mayores con y sin EA en una tarea de búsqueda de caminos a gran escala.	Uso de RV relativamente bien tolerado.

Continúa

Estudio	Objetivo	Pacientes y escenarios	Diagnóstico y comorbilidades	Tecnología de RV aplicada GI	Tratamiento GC	Resultados	Aceptabilidad
Varela-Aldás et al. (2021)	Implementar tarea de recuperación espaciada (SR) en el sistema para analizar el rendimiento cognitivo.	GI: 20 GC: 20 Lugar: N/E	DCL Instrumentos: N/E	Programas: Mixamo para las animaciones de avatares y Unity para crear el entorno de RV Duración: N/E	Técnica de recuperación espaciada, con materiales físicos (hojas impresas, lápiz y goma de borrar).	Diferencias significativas entre grupos ($F(1, 38) = 12,95, p = 0,001$) a favor del GI.	-Alta usabilidad del sistema. -Inmersión en el entorno virtual limitada. -Ningún participante reportó incomodidad.

Nota. Elaboración propia

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Características generales

Se identificaron estudios desde el año 2010 hasta el año 2021. En su totalidad son trabajos con enfoque cuantitativo, alcance correlacional, y de tipo experimental o cuasi-experimental. En la mayoría de los estudios la asignación a los grupos de intervención y de control se la hizo aleatoriamente (al azar). Los estudios identificados se desarrollaron en distintos contextos geográficos, como Portugal, Italia, Taiwán, Corea del Sur, Israel, Turquía o EE.UU.; por lo general, en centros de cuidados para adultos mayores, casas de reposo o áreas hospitalarias especializadas en enfermedades mentales. Hay que destacar la inexistencia de investigaciones de alcance correlacional en el ámbito latinoamericano; lo que se constituye en un vacío académico que debe ser reparado. A lo sumo, existen revisiones exploratorias sobre el tema de estudio, pero con la limitante de realizar análisis a números reducidos de artículos (<9).

Diagnóstico

Para el diagnóstico del DCL de las distintas poblaciones estudiadas en la literatura científica, se utilizaron: los criterios de McKhann et al. (2011) y Albert (2011); la versión coreana del MMSE, CDR, CDR-SOB, escala de deterioro global y escalas instrumentales de IADL; Test GPAC; Evaluación Cognitiva de Terapia Ocupacional de Loewenstein-Geriatria; escala MoCA; criterios de Petersen; Verbal Story Recall (VSR). La revisión bibliográfica realizada no estableció que los instrumentos o criterios para el diagnóstico de los pacientes hayan ejercido alguna influencia en los resultados finales.

Por su parte, para el diagnóstico de EA, los estudios refieren los siguientes instrumentos o criterios: Clasificación CDR (Hughes et al., 1982); Escala de demencia general de Milán (Brazzelli et al., 1994); Neuropsychiatric Inventory (NPI); y el Consorcio para establecer un registro para Enfermedad de Alzheimer (CERAD-K; Jak et al, 2009; Lee et al, 2004; Petersen, 2004). Se presentaron comorbilidades, como: UVH (Micarelli, 2019), déficits de memoria (Optale et al. 2010). En líneas generales, puede señalarse que los instrumentos mayormente referidos son: MMSE, CDR y el MoCA.

Número de participantes en el grupo de intervención

El número de participantes que se incorporaron a los grupos de intervención (GI) están en la franja de 5 a 150. El 84% de los estudios emplean una muestra que oscila entre los 5 y los 32 participantes; el 12% entre los 32 y los 38 participantes; mientras que solo 1 estudio trabajó con una muestra realmente representativa de 150 participantes (Mirelman et al., 2013), representando un 4% de los artículos investigados. Esto explica por qué una de las limitaciones mayormente referidas por las investigaciones es el reducido tamaño de la muestra; situación que imposibilita realizar generalizaciones a partir de los resultados obtenidos. Un hallazgo todavía tentativo de la

presente revisión bibliográfica, es que el tamaño de la muestra podría influir en los resultados finales.

Tecnología RV aplicada

Las tecnologías RV aplicadas entre los grupos de intervención son variadas; por tanto, se las sistematiza en cuatro categorías: (i) actividades lúdicas, (ii) estimulación cognitiva, (iii) actividades cotidianas, y (iv) deportes y aventuras. Es importante señalar que las particularidades de las tecnologías no tuvieron impacto alguno en los resultados finales, sino otros aspectos que serán referidos en los acápite correspondientes.

Dentro del primer grupo se identificaron los siguientes programas: un programa de RV de doble tarea, que empleó el programa Kinect Sport, que es un software que permite practicar tenis de mesa, voleibol de playa, boxeo y bolos (Hwang y Park, 2018). El juego Track Speed Racing 3D, que consistió en la simulación de una carrera automovilística (Micarelli et al., 2019). Un programa de intervención de RV que comprendió cuatro tipos de contenido basado en juegos para mejorar la atención, la memoria y la velocidad de procesamiento (Thapa et al., 2020). A su vez, una línea de investigación muy recurrente es la que emplea consolas de videojuegos; es el caso de Uğur y Sertel (2020), quienes aplicaron juegos seleccionados del Nintendo Wii para desarrollar el equilibrio y los ejercicios aeróbicos. Así mismo, Lee (2021) implementó el Wii Sports Resort de Nintendo, que consiste en una variedad de actividades deportivas que incluyen deportes acuáticos y deportes de pelota comunes. Por su parte, Lee (2016) empleó el Wii Balance Board, que contiene un sistema que permite que un avatar aparezca en la pantalla y siga los movimientos de un participante parado en el Balance Board. Finalmente, se identificó una terapia RV con juegos de rompecabezas, la que se usó con el fin de mejorar la memoria, la visión, el cálculo y las habilidades lógicas, y que ejercita la observación, la concentración y las habilidades de reacción (Wu y Chang, 2016).

Dentro de los programas enfocados en la estimulación cognitiva, se identificaron los siguientes: el protocolo basado en RV para entrenar la capacidad de sincronización entre representaciones aloécnicas dependientes del punto de vista y aloécnicas independientes del punto de vista (Serino et al., 2017); el programa de RV para confirmar la autoimagen y la resolución de los problemas presentados a través de la pantalla, potenciando la motivación y participación activa de los usuarios por medio de diversas retroalimentaciones sensoriales (Hwang y Lee, 2017); el sistema de realidad mixta para la salud, basado en la tecnología Chroma-key, que mejora la virtualidad aumentada en un entorno virtual 3D y que permite a cada participante ver directamente una imagen de su propia mano, así como crear la ilusión de estar inmerso en un espacio virtual 3D, con el que su cuerpo real puede interactuar (Park et al., 2019).

También se identificó el uso de gafas de RV en la cabeza con un controlador motor en ambas manos para ejecutar tareas de entrenamiento cognitivo, y cuyas actividades se basaron en el software Job Simulator (Liao et al., 2019); así como un programa RV basado en la cultura tradicional coreana, que utilizó la atención, la

velocidad de procesamiento, la función ejecutiva y las condiciones de la memoria para estimular la función cognitiva (Park et al., 2020b). Por último, dentro de esta categoría, hay que referir un programa computarizado de estimulación cognitiva con RV no inmersiva, cuyas sesiones se estructuraron para apuntar a diferentes dominios cognitivos (Oliveira et al., 2021).

A su vez, son varias las investigaciones que implementaron con sus grupos de intervención programas que simulaban actividades cotidianas: es el caso de Mirelman et al. (2013), quienes emplearon la captura de movimiento basada en cámara (Kinect) y simulación generada por computadora, que permitió a los sujetos ver sus pies mientras caminan. Así mismo, se emplearon tareas de RV adaptativas que simulaban actividades complejas de la vida diaria y desafiaron funciones cognitivas como la atención selectiva, la memoria de trabajo y la planificación (Doniger et al., 2018). También se identificaron entornos virtuales que emularon actividades de la vida diaria, como andar en bicicleta en un parque, cruzar calles evitando automóviles y hacer compras en un supermercado (Mrakic-Sposta et al., 2018); o el Sistema VIVE desarrollado por la empresa HTC, que consistió en que los participantes llevaron gafas de RV en la cabeza y controladores de motor en ambas manos durante el entrenamiento (Liao et al., 2020). Debe referirse al software que aplicó RV para realizar actividades como conducir, bañarse, cocinar y comprar (Park et al., 2020); el Systemic Lisbon Battery (SLB), que consistió en un conjunto multidominio de tareas funcionales de RV que describen actividades de la vida diaria para la estimulación cognitiva (Gamito et al., 2020); la pantalla Oculus Rift CV1 montada en la cabeza, con los controladores Oculus Touch sostenidos en ambas manos de los participantes (Kang et al., 2021); el programa Microsoft Kinect para PC sin inmersión, que consistió en entornos cotidianos interactivos generados por computadora (Torpil et al., 2021); y los entornos de RV proyectados en una pantalla, que simulaban actividades automovilísticas (Davis, 2021). Finalmente, dos programas informáticos fueron implementados: el Mixamo para las animaciones de los avatares y el Unity para crear el entorno de RV y ejecutar las rutinas diseñadas para el sistema (Varela-Aldás et al., 2021).

Por último, se ejecutaron programas RV que simulaban actividades deportivas o de aventuras. Es el caso del programa de estimulación auditiva y experiencias RV basado en la búsqueda de caminos, desarrollado por Optale et al. (2010); o el programa de ejercicios para kayak, en el que participantes sentados en una silla practicaron el ejercicio, mientras observaban un video proyectado en una pantalla (Choi y Lee, 2019).

Duración de los programas

La revisión bibliográfica determinó que el tiempo dedicado a cada sesión va de los 15 minutos (Lee, 2021) a los 100 minutos (Thapa et al., 2020); sin embargo, la mayoría de los experimentos ocuparon de 30 a 40 minutos en cada sesión. A su vez, las actividades, en su mayoría, se llevaron a cabo en un lapso de 2 a 3 semanas, con la excepción de Park et al. (2020) y Hwang y Park (2018), quienes intensificaron las sesiones a 5 días a la semana.

Respecto al número de semanas en que se aplicaron las técnicas de RV, con la excepción del estudio de Optale et al. (2010) –que desarrolló su estudio durante 24 semanas–, la mayoría de los artículos reportaron períodos de 4 o 6 semanas.

Tratamiento aplicado al grupo de control

En el caso de los grupos de control, los tratamientos aplicados a sus integrantes van desde la rehabilitación vestibular, pasando por varios tipos de entrenamiento cognitivo: el combinado, que se basó en programas de ejercicio sugeridos para poblaciones de edad avanzada del Colegio Americano de Medicina; el asistido por computadora convencional (Comcog); el convencional (rompecabezas, bloques de madera, juegos de cartas, actividad de construcción con palos y actividad de laberinto); u otros fundamentados en juegos de cartas, nombrar cosas, escuchar música, musicoterapia, técnicas de recuperación espaciada con materiales físicos (hojas impresas, lápiz y goma de borrar). También se identificaron actividades físicas como: entrenamiento en caminadora o actividades normales diarias. Por último, se aplicó farmacoterapia para prevención de demencia y demás medicación convencional.

Resultados de los estudios

La revisión de los resultados de los diferentes estudios permitió identificar, todavía a niveles parciales, que variables que podrían estar influyendo en los resultados finales y en el hecho de que exista un nivel de significancia entre los grupos de intervención y control, son: el número de la muestra; la asignación de tiempos diferentes para las actividades propuestas a los distintos grupos; y la predominancia de cierto género en la constitución de la muestra.

En líneas generales, la literatura científica de los últimos doce años permite constatar que la función cognitiva de los adultos mayores que padecen DCL o EA, presenta mejoras al momento de aplicarse con ellos tratamientos rehabilitadores que incorporan RV. Ello se evidencia en los estudios de Hwang y Lee (2017), Hwang y Park (2018) y Choi y Lee (2019). En el primer estudio, la función cognitiva del GI mostró un aumento estadísticamente significativo en: prueba de amplitud visual (VST), prueba de color de palabras (WCT) y límite de estabilidad (LOS). En el segundo estudio, la función cognitiva del GI pasó de $3.51 \pm 0,61$ puntos antes de la intervención a $3.78 \pm 0,69$ puntos después de la intervención. En el tercer estudio, la mejoría pasó de un 10,04% a un 13,44%, respectivamente.

En otros trabajos desarrollados en el contexto surcoreano (Liao et al., 2019; Park et al., 2019; Liao et al., 2020; Kang et al., 2021; Lee, 2021), se constataron mejoras significativas en las puntuaciones de los grupos de intervención en comparación con las de los de los grupos de control ($p=0.017$), así como mejoras significativas en la cognición global ($p=0.001$). Por su parte, y posterior a la aplicación del instrumento MoCA, los estudios de Park et al. (2020a) y Gamito et al. (2020) constataron que los grupos de intervención alcanzaron

mejoras significativas en rendimiento cognitivo ($p=0.045$).

Por su parte, tanto Oliveira et al. (2021) como Varela-Aldás et al. (2021) reportaron diferencias estadísticas significativas entre los grupos de intervención y los grupos de control en cognición global, con los siguientes valores de p : 0.056 en el primer estudio 0.001 en el segundo.

Dimensión clave en el rendimiento cognitivo de las personas es la memoria. En torno a este aspecto, la literatura científica muestra mejoras significativas, especialmente en el recuerdo a largo plazo (con un tamaño del efecto de 0.7) (Optale et al., 2010); mientras que, en los grupos de control se evidenció un declive progresivo. A su vez, el estudio de Serino et al. (2017) reportó que el grupo intervenido presentó mejoras significativas en la memoria espacial a largo plazo ($p=0.05$); resultados similares a los obtenidos por Doniger et al. (2018), cuya población intervenida también mostró mejoras significativas en memoria y flujo sanguíneo cerebral ($p=0.05$). El impacto positivo de los tratamientos con RV en la memoria, se ratifica en Liao et al. (2020), al reportar que el grupo experimental obtuvo mejores resultados en memoria verbal (recuerdo diferido, $p=0.002$).

No obstante, es importante señalar que, el 12% de los artículos identificados en la presente revisión bibliográfica no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos intervenidos y los grupos de control, posterior a la implementación de los tratamientos con RV. Así se establece en Mrakic-Sposta et al. (2018), quienes no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las escalas aplicadas. Estos resultados, sin embargo, deben tomarse con cautela, pues la muestra con la que trabajó este equipo de investigación es bastante reducida (sólo 10 participantes, divididos en el grupo de control y grupo de intervención); lo que, a diferencia de los otros estudios, amplificaría el efecto de la ligera heterogeneidad en las puntuaciones entre sujetos.

De igual manera, en Park et al. (2020b), cuya muestra poblacional también fue muy reducida (solo 10 individuos en el GI y 10 en el GC), tampoco se constataron diferencias significativas en puntuaciones del K-MMSE, memoria de trabajo, rendimiento cognitivo y fluidez de palabras. A esto hay que agregarle que, a diferencia de gran parte de los estudios que sí ratificaron un impacto significativo de los tratamientos RV en la neurorehabilitación de los adultos mayores, Park et al. (2020b) no tuvieron la precaución de medir el tiempo dedicado a la actividad física en el grupo de control, lo que podría haber influido potencialmente en los resultados del estudio. Los mismos investigadores apuntan a una tercera razón que habría influido en los resultados finales: la falta de control de la dieta, la actividad física, el sueño y otras actividades cognitivas, tanto del grupo intervenido como del grupo de control.

De igual manera, el estudio de Thapa et al. (2020) observó cambios positivos, pero no significativos, en MMSE y SDST, por lo que resulta necesario revisar las variables que podrían haber influido en tales resultados. Sin embargo, el número de participantes (tanto en el GI como en GC), las particularidades del tratamiento con RV y la duración de su implementación de este estudio no difieren respecto a los otros estudios; únicamente el hecho que la muestra estuvo compuesta predominantemente por

mujeres ($n=52$), en comparación con hombres ($n=16$), marca una diferencia; sin embargo, para extraer conclusiones al respecto debe disponerse de futuros estudios sobre las diferencias de género en el efecto de la intervención de RV.

Por otra parte, la bibliografía analizada arroja resultados importantes en otros aspectos: Wu y Chang (2016) presentan resultados que señalan que las puntuaciones en síntomas neuropsiquiátricos del grupo intervenido fueron sustancialmente diferentes ($p=0.05$) antes y después de la intervención de trabajo en grupo. Micarelli et al. (2019) constataron un aumento significativo ($p=0.05$) en comparaciones entre grupos en la ganancia de reflejo vestibulo-ocular (VOR); mientras que Torpil et al. (2021) obtuvo mejoras significativas en: orientación, percepción visoespacial, organización visomotora, funcionamiento del pensamiento y funciones de atención/concentración ($p=0.001$). Por último, el estudio de Lee (2016) constató que la puntuación BBS en el grupo intervenido mejoró significativamente, comenzando en 40.47 puntos antes de la intervención y terminando con 45.83 puntos después de la intervención ($p=0.05$). El mismo estudio muestra una mejora estadísticamente significativa en puntuación de BBS en comparación con el grupo de control.

Acceptabilidad de los tratamientos con RV

La mayoría de investigaciones (52%) desarrollaron una evaluación sobre la aceptabilidad o satisfacción de los pacientes, respecto al tratamiento RV en el que participaron. Es así que Mirelman (2013) propuso un cuestionario para evaluar satisfacción de los participantes con la capacitación y tratar de obtener información subjetiva sobre la utilidad y la eficacia de dicha intervención para reducir el miedo a las caídas y la frecuencia de las caídas. Por su parte, Varela-Aldás et al. (2021) emplearon la prueba del cuestionario de evaluación de idoneidad (SEQ), diseñado para evaluar aplicaciones de RV en actividades de rehabilitación, la que permitió constatar una alta usabilidad del sistema y que ningún participante reportó incomodidad.

Por su parte, entre los resultados más recurrentes en torno a la aceptabilidad, hay que destacar los siguientes: no presencia de complicaciones (Doniger et al., 2018); reducción de medidas subjetivas de náuseas y desorientación (Micarelli et al., 2019); altas tasas de participación (Choi y Lee, 2019; Park et al., 2020); ausencia de dolores de cabeza y mareos (Park et al., 2019); no existencia de eventos adversos durante el período de estudio (Liao et al., 2019). Así mismo, se identificó una adherencia del $91,55\% \pm 6,41\%$ en el grupo de RV (Park et al., 2020b), o que el interés y la satisfacción alcanzaron puntuaciones de 79.78 y 78.04 en una escala Likert (Kang et al., 2021).

En el caso del estudio de Oliveira et al. (2021), se registraron bajos niveles de deserción (1 participante), lo que evidencia la aceptación por parte del grupo experimental. Así mismo, el estudio de Park et al. (2020b) informó que el 91% de pacientes respondieron positivamente cuando se les preguntó si usar el juego de Wii ayudó a mejorar las actividades cotidianas, y el 55.21% de los pacientes indicó una respuesta muy positiva

a dicha pregunta. Además, el 84.6% de los cuidadores respondieron positivamente cuando se les preguntó si el tratamiento RV era útil para el cuidado del paciente, mientras que el 47,3% de los cuidadores indicaron una respuesta positiva fuerte. Por su parte, Lee (2016) reportó que el 77% de los participantes respondieron positivamente cuando se les preguntó si les gustaría seguir usando el juego de Wii en el futuro; mientras que Davis (2021) reportó que el tratamiento RV fue bien tolerado por la totalidad de los pacientes.

A su vez, son pocos los estudios que registraron eventos adversos, como: mareos (4,2%) y fatiga (8,3%) (Park et al., 2020b), o inmersión limitada en el entorno virtual (Varela-Aldás et al., 2021). Sin embargo, el hecho de que exista un porcentaje representativo de estudios (45%) que no desarrollaron evaluaciones a la aceptabilidad de los pacientes respecto a los tratamientos RV, impide generalizar los resultados positivos anteriores, y más bien invita a ser cautelosos con aquellos. Al mismo tiempo, esta situación abre la posibilidad de una línea de investigación futura, que indague sobre los efectos adversos presentes en los adultos mayores inmersos en tratamientos de RV.

Limitaciones de los estudios

En líneas generales, los estudios comparten ciertas limitaciones:

- Tamaños reducidos de las muestras. Aunque los tamaños de muestra en los estudios que investigan los efectos del entrenamiento cognitivo están aumentando, la mayoría de los ensayos de RV aún se basan en tamaños de muestra pequeños y se realizan durante un período breve, especialmente aquellos que utilizan entornos completamente virtuales. Ante esto, se sugiere que los estudios futuros se planteen como objetivo aumentar los tamaños de muestra y extender la duración del entrenamiento para evaluar mejor el efecto del entrenamiento cognitivo con RV.
- No hay la preocupación de un 48% de los estudios por medir aceptabilidad.
- Cantidad diferente de tiempo dedicado a los respectivos tratamientos en los dos grupos de pacientes (intervención y control), lo que probablemente influye en los resultados finales.
- El tiempo dedicado por los pacientes a la actividad física fuera de los estudios no se midió y podría influir potencialmente en los resultados del estudio.
- No se controlaron posibles factores de confusión como la dieta, la actividad física, el sueño y otras actividades cognitivas; estos factores del estilo de vida, como los perfiles fisiológicos y dietéticos/nutricionales, o la actividad física y el sueño patrones, podrían afectar nuestros resultados.

Limitaciones de la revisión

Las limitaciones detectadas para la presente revisión se enlistan a continuación:

Al tratarse de una temática novedosa, no existen demasiados proyectos a nivel mundial desarrollados en torno a los objetivos planteados en la presente revisión.

No se incluye artículos que dediquen RV para prevenir la EA o el DCL en personas sanas que estén predispuestas a desarrollar estas enfermedades, ya sea por genética o hábitos perjudiciales.

Es posible la concepción de un sesgo involuntario en el presente documento al excluir artículos como revisiones sistemáticas o meta-análisis a partir de los criterios de inclusión y exclusión.

El riesgo de sesgo se ha calificado con un instrumento de evaluación previamente validado por otros autores y no de autoría propia; sin embargo, existen varios instrumentos para realizar la evaluación del riesgo de sesgo que podrían adaptarse mejor a la naturaleza del presente trabajo de revisión.

No se asume directamente que el país de intervención de los tratamientos sea el de los investigadores cuando dichos autores no lo mencionan específicamente en su documento, pudiendo variar este dato en las estadísticas presentadas.

El DCL y la EA no necesariamente son entidades comparables, ya que pese a que el DCL puede desencadenarse en EA como se ha notado en el presente documento, no necesariamente están directamente relacionadas, ya que en este sentido, el diagnóstico es diferente para ambas enfermedades.

Extensiones futuras

Se propone incluir documentación referida a la aplicación de tratamientos con RV dirigidas a la prevención de la EA y el DCL en personas sanas que tengan la predisposición de desarrollar estas afecciones mentales por temas de genética o hábitos perjudiciales.

Se plantea incluir revisiones sistemáticas y meta-análisis para realizar una comparación de resultados en forma cuantitativa, reduciendo aún más el riesgo de sesgo, a la vez de otorgar mayor peso a los resultados generados por otras investigaciones en el presente campo de acción.

Seleccionar mejores herramientas para la clasificación del riesgo de sesgo, y mejorar las puntuaciones finales para evaluar la calidad en este sentido de cada artículo incluido y evaluado.

Plantear proyectos para la recopilación de voluntarios y que cumplan ciertos requisitos que los predispongan a desarrollar la EA o el DCL como por ejemplo: ser adultos mayores, tener predisposición genética para desarrollar algún tipo de demencia, malos hábitos alimenticios, malos hábitos de vida, entre otros, con el objetivo aplicar en ellos las varias pruebas recopiladas en la presente investigación, y evaluar las probabilidades presentes en estos pacientes para desarrollar EA y DCL, y posteriormente intentar evitarlo con tecnologías de RV.

Luego de recopilar la información existente, se propone seleccionar las metodologías que mejores resultados hayan generado (instrumentos de diagnóstico, tecnología de RV aplicada a grupos de intervención, actividades en torno a las cuales se desarrolla el tratamiento con RV, entre otros), para generar estudios experimentales con alcance correlacional en donde intervengan pacientes que puedan ser distribuidos en

grupos de control e intervención, especialmente en zonas de la geografía mundial en donde aún no se cuente con este tipo de investigación práctica.

Se propone replicar algunas de las intervenciones más representativas planteadas por sus respectivos autores y citados en la presente revisión, y validar los resultados obtenidos para cada grupo de la experimentación (GI y GC).

En futuros proyectos de tratamiento se recomienda trabajar sobre pacientes en los cuales se tenga certeza de un solo tipo de enfermedad mental. Además, se recomienda aumentar los grupos intervención y separarlos por género, además de aumentar el número de participantes para asegurar la fidelidad de los resultados.

CONCLUSIONES

Se procedió a la identificación de los instrumentos mayormente utilizados para el diagnóstico de EA y DCL, siendo principalmente tres: MMSE, CDR y MoCA los referidos en la literatura científica. Se concluye que los instrumentos para el diagnóstico de los pacientes no influyen en los resultados finales.

El número de participantes incorporados a los grupos de intervención oscilan en la franja de 5 a 150. El 84% de los estudios emplean una muestra que oscila entre los 5 y los 32 participantes; el 12% entre los 32 y los 38 participantes; mientras que solo 1 estudio trabajó con una muestra realmente representativa de 150 participantes. Hallazgo todavía tentativo, es que el tamaño de la muestra podría influir en los resultados finales.

Los tratamientos con RV mayormente utilizados entre la población con EA y DCL se pueden sistematizar en cuatro categorías: (i) actividades lúdicas, (ii) estimulación cognitiva, (iii) actividades cotidianas, y (iv) deportes y aventuras. A su vez, se concluye que las particularidades de las tecnologías no tuvieron impacto alguno en los resultados finales.

En lo que respecta al tiempo de implementación de los tratamientos, la mayoría de los experimentos reportados ocuparon de 30 a 40 minutos en cada sesión, mientras que las actividades, en su mayoría, se llevaron a cabo en un lapso de 2 a 3 semanas. Respecto al número de semanas en que se aplicaron las técnicas de RV, la mayoría de los artículos reportaron períodos de 4 o 6 semanas.

Por su parte, los tratamientos aplicados con los grupos de control incluyen: rehabilitación vestibular, entrenamiento cognitivo, juegos de cartas, nombrar cosas, escuchar música, musicoterapia, técnicas de recuperación espaciada con materiales físicos, entrenamiento en caminador, actividades cotidianas, farmacoterapia y demás medicación convencional.

Se constató que la función cognitiva de los adultos mayores que padecen DCL o EA, presenta mejoras al momento de aplicarse con ellos tratamientos rehabilitadores que incorporan RV. A su vez, se identificó, todavía a niveles parciales, que variables que podrían estar influyendo en los resultados finales y en el hecho de que exista un nivel de significancia entre los grupos de intervención y control, son: el número de la muestra; la asignación de tiempos diferentes para las actividades propuestas a los distintos grupos; y la predominancia de cierto género en la constitución de la muestra. No obstante,

para inferir conclusiones más contundentes deberá disponerse de futuros estudios sobre las diferencias de género en el efecto de la intervención de RV.

Respecto a la aceptabilidad de los tratamientos con RV entre los adultos mayores con EA y/o DCL, la mayoría de investigaciones (52%) desarrollaron una evaluación sobre la aceptabilidad o satisfacción de los pacientes, respecto al tratamiento RV en el que participaron. Se constató: ausencia de complicaciones, reducción de medidas subjetivas de náuseas y desorientación, altas tasas de participación, ausencia de dolores de cabeza y mareos, no existencia de eventos adversos durante el período de estudio y adherencia en el grupo de RV. A partir estos resultados puede concluirse, que la implementación de tratamiento con RV resulta aceptable para los adultos mayores en quienes se aplican.

BIBLIOGRAFÍA

- Alzheimer's Association (2017) Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's & Dementia*, 13(4), 325–373. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.02.001>
- Blanco-Silvente, L., Capellà, D., Garre-Olmo, J., Vilalta-Franch, J., & Castellà, X. (2018). Predictors of discontinuation, efficacy, and safety of memantine treatment for Alzheimer's disease: meta-analysis and meta-regression of 18 randomized clinical trials involving 5004 patients. *BMC Geriatrics*, 18(1), 168. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0857-5>
- Campbell, D., Lugger, S., Sigler, G. S., & Turkelson, C. (2021). Increasing awareness, sensitivity, and empathy for Alzheimer's dementia patients using simulation. *Nurse Education Today*, 98. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.104764>
- Choi, W., & Lee, S. (2019). The effects of virtual kayak paddling exercise on postural balance, muscle performance, and cognitive function in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Journal of Aging and Physical Activity*, 27(6), 861–870. <https://doi.org/10.1123/japa.2018-0020>
- Clay, F., Howett, D., FitzGerald, J., Fletcher, P., Chan, D., & Price, A. (2020). Use of Immersive Virtual Reality in the Assessment and Treatment of Alzheimer's Disease: A Systematic Review. *Journal of Alzheimer's Disease*, 75(1), 23–43. <https://doi.org/10.3233/jad-191218>
- Cogné, M., Taillade, M., N'Kaoua, B., Tarruella, A., Klinger, E., Larrue, F., Sauzéon, H., Joseph, P. A., & Sorita, E. (2017). The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids: A systematic literature review. In *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* (Vol. 60, Issue 3, pp. 164–176). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.12.004>
- Copeland, M. P., Daly, E., Hines, V., Mastromauro, C., Zaitchik, D., Gunther, J., & Albert, M. (2003). Psychiatric symptomatology and prodromal Alzheimer's disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 17(1), 1–8. <https://doi.org/10.1097/00002093-200301000-00001>
- Cortes, F., Nourhashémi, F., Guérin, O., Cantet, C., Gillette-Guyonnet, S., Andrieu, S., Ousset, P. J., & Vellas, B. (2008). Prognosis of Alzheimer's disease today: A two-year prospective study in 686 patients from the REAL-FR Study. *Alzheimer's and Dementia*, 4(1), 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2007.10.018>

- D’Cunha, N. M., Nguyen, D., Naumovski, N., McKune, A. J., Kellett, J., Georgousopoulou, E. N., Frost, J., & Isbel, S. (2019). A mini-review of virtual reality-based interventions to promote well-being for people living with dementia and mild cognitive impairment. In *Gerontology* (Vol. 65, Issue 4, pp. 430–440). S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/000500040>
- Davis, R. (2021). The Feasibility of Using Virtual Reality and Eye Tracking in Research With Older Adults With and Without Alzheimer’s Disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *13*. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.607219>
- DeTure, M. A., & Dickson, D. W. (2019). The neuropathological diagnosis of Alzheimer’s disease. *Molecular Neurodegeneration*, *14*(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s13024-019-0333-5>
- Doniger, G. M., Beeri, M. S., Bahar-Fuchs, A., Gottlieb, A., Tkachov, A., Kenan, H., Livny, A., Bahat, Y., Sharon, H., Ben-Gal, O., Cohen, M., Zeilig, G., & Plotnik, M. (2018). Virtual reality-based cognitive-motor training for middle-aged adults at high Alzheimer’s disease risk: A randomized controlled trial. *Alzheimer’s & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*, *4*(1), 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.trci.2018.02.005>
- Etgen, T., Sander, D., Bickel, H., & Förstl, H. (2011). Mild Cognitive Impairment and Dementia. *Deutsches Ärzteblatt International*, *108*(44). <https://doi.org/10.3238/arztebl.2011.0743>
- Fink, H. A., Jutkowitz, E., McCarten, J. R., Hemmy, L. S., Butler, M., Davila, H., Ratner, E., Calvert, C., Barclay, T. R., Brasure, M., Nelson, V. A., & Kane, R. L. (2018). Pharmacologic interventions to prevent cognitive decline, mild cognitive impairment, and clinical Alzheimer-type dementia. *Annals of Internal Medicine*, *168*(1), 39–51. <https://doi.org/10.7326/M17-1529>
- Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine*, *47*(14), 2393–2400. <https://doi.org/10.1017/S003329171700040X>
- Gamito, P., Oliveira, J., Alves, C., Santos, N., Coelho, C., & Brito, R. (2020). Virtual Reality-Based Cognitive Stimulation to Improve Cognitive Functioning in Community Elderly: A Controlled Study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *23*(3), 150–156. <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0271>
- Gauthier, S., Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R., Ritchie, K., Broich, K., Belleville, S., Brodaty, H., Bennett, D., Chertkow, H., Cummings, J. rey, de Leon, M., Feldman, H., Ganguli, M., Hampel, H., Scheltens, P., Tierney, M., Whitehouse, P., & Winblad, B. (2006). Mild cognitive impairment. *Lancet*, *367*(9527), 1979. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68881-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68881-8)
- Higgins, J. [Ed], & Green, S. [Ed]. (2011). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0. In *Cochrane* (Issue March, pp. 1–639).
- Hughes, C. P., Berg, L., Danziger, W. L., Coben, L. A., & Martin, R. L. (1982). A new clinical scale for the staging of dementia. *British Journal of Psychiatry*, *140*(6), 566–572. <https://doi.org/10.1192/bjp.140.6.566>
- Hwang, J.-H., & Park, M.-S. (2018). Effect of a Dual-task Virtual Reality Program for Seniors with Mild Cognitive Impairment. *The Korean Journal of Clinical Laboratory Science*, *50*(4), 492–500. <https://doi.org/10.15324/kjcls.2018.50.4.492>
- <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.6818206>
- Hwang, J., & Lee, S. (2017). The effect of virtual reality program on the cognitive function and balance of the people with mild cognitive impairment. *Journal of Physical Therapy Science*, *29*(8), 1283–1286. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1283>
- Joe, E., & Ringman, J. M. (2019). Cognitive symptoms of Alzheimer’s disease: clinical management and prevention. *BMJ*, 16217. <https://doi.org/10.1136/bmj.16217>
- Kang, J. M., Kim, N., Lee, S. Y., Woo, S. K., Park, G., Yeon, B. K., Park, J. W., Youn, J. H., Ryu, S. H., Lee, J. Y., & Cho, S. J. (2021). Effect of cognitive training in fully immersive virtual reality on visuospatial function and frontal-occipital functional connectivity in predementia: Randomized controlled trial. In *Journal of Medical Internet Research* (Vol. 23, Issue 5). JMIR Publications Inc. <https://doi.org/10.2196/24526>
- Knopman, D. S., & Petersen, R. C. (2014). Mild cognitive impairment and mild dementia: A clinical perspective. *Mayo Clinic Proceedings*, *89*(10), 1452–1459. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.06.019>
- Lee, G. H. (2016). Effects of virtual reality exercise program on balance, emotion and quality of life in patients with cognitive decline. *The Journal of Korean Physical Therapy*, *28*(6), 355–363
- Lee, G.-H. (2021). Effect of Virtual Reality-based Training Program on Patients with Mild Cognitive Impairment. *Asia-Pacific Journal of Convergent Research Interchange*, *7*(1), 71–80. <https://doi.org/10.47116/apjcri.2021.01.07>
- Li, X.-L., Hu, N., Tan, M.-S., Yu, J.-T., & Tan, L. (2014). Behavioral and Psychological Symptoms in Alzheimer’s Disease. *BioMed Research International*, *2014*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/927804>
- Liao, Y.-Y., Chen, I.-H., Lin, Y.-J., Chen, Y., & Hsu, W.-C. (2019). Effects of Virtual Reality-Based Physical and Cognitive Training on Executive Function and Dual-Task Gait Performance in Older Adults With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Control Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00162>
- Liao, Y. Y., Tseng, H. Y., Lin, Y. J., Wang, C. J., & Hsu, W. C. (2020). Using virtual reality-based training to improve cognitive function, instrumental activities of daily living and neural efficiency in older adults with mild cognitive impairment. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *56*(1), 47–57. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05899-4>
- McKhann, G. M., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack, C. R., Kawas, C. H., Klunk, W. E., Koroshetz, W. J., Manly, J. J., Mayeux, R., Mohs, R. C., Morris, J. C., Rossor, M. N., Scheltens, P., Carrillo, M. C., Thies, B., Weintraub, S., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer’s disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer’s Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer’s disease. *Alzheimer’s and Dementia*, *7*(3), 263–269. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.005>
- McNaughton, B. L., Battaglia, F. P., Jensen, O., Moser, E. I., & Moser, M. B. (2006). Path integration and the neural basis of the “cognitive map.” *Nature Reviews Neuroscience*, *7*(8), 663–678. <https://doi.org/10.1038/nrn1932>
- Micarelli, A., Viziano, A., Micarelli, B., Augimeri, I., & Alessandrini, M. (2019). Vestibular rehabilitation in older adults with and without mild cognitive impairment: Effects of virtual reality using a head-mounted display. *Archives of Gerontology and*

Geriatrics, 83, 246–256.
https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.05.008

diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, 256(3), 183–194. https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01388.x

- Mirelman, A., Rochester, L., Reelick, M., Nieuwhof, F., Pelosin, E., Abbruzzese, G., Dockx, K., Nieuwboer, A., & Hausdorff, J. M. (2013). V-TIME: a treadmill training program augmented by virtual reality to decrease fall risk in older adults: study design of a randomized controlled trial. *BMC Neurology*, 13(1), 15. https://doi.org/10.1186/1471-2377-13-15
- Mrakic-Spota, S., Di Santo, S. G., Franchini, F., Arlati, S., Zangiacomi, A., Greci, L., Moretti, S., Jesuthasan, N., Marzorati, M., Rizzo, G., Sacco, M., & Vezzoli, A. (2018). Effects of Combined Physical and Cognitive Virtual Reality-Based Training on Cognitive Impairment and Oxidative Stress in MCI Patients: A Pilot Study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10. https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00282
- Oliveira, J., Gamito, P., Souto, T., Conde, R., Ferreira, M., Corotnean, T., Fernandes, A., Silva, H., & Neto, T. (2021). Virtual reality-based cognitive stimulation on people with mild to moderate dementia due to alzheimer's disease: A pilot randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10). https://doi.org/10.3390/ijerph18105290
- Optale, G., Urgesi, C., Busato, V., Marin, S., Piron, L., Priftis, K., Gamberini, L., Capodieci, S., & Bordin, A. (2010). Controlling Memory Impairment in Elderly Adults Using Virtual Reality Memory Training: A Randomized Controlled Pilot Study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(4), 348–357. https://doi.org/10.1177/1545968309353328
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1). https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. https://doi.org/10.1136/bmj.n71
- Park, E., Yun, B.-J., Min, Y.-S., Lee, Y.-S., Moon, S.-J., Huh, J.-W., Cha, H., Chang, Y., & Jung, T.-D. (2019). Effects of a Mixed Reality-based Cognitive Training System Compared to a Conventional Computer-assisted Cognitive Training System on Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 32(3), 172–178. https://doi.org/10.1097/WNN.000000000000197
- Park, J.-H., Liao, Y., Kim, D.-R., Song, S., Lim, J. H., Park, H., Lee, Y., & Park, K. W. (2020). Feasibility and Tolerability of a Culture-Based Virtual Reality (VR) Training Program in Patients with Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 3030. https://doi.org/10.3390/ijerph17093030
- Park, J.-S., Jung, Y.-J., & Lee, G. (2020). Virtual Reality-Based Cognitive-Motor Rehabilitation in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Study on Motivation and Cognitive Function. *Healthcare*, 8(3), 335. https://doi.org/10.3390/healthcare8030335
- Petersen, R. C. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *Journal of Internal Medicine*, 256(3), 183–194. https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2004.01388.x
- Petersen, Ronald C, Roberts, R. O., Knopman, D. S., Boeve, B. F., Geda, Y. E., Ivnik, R. J., Smith, G. E., & Jack Jr, C. R. (2009). Mild cognitive impairment. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 13(11), 1247–1261. https://doi.org/10.1586/14737175.2013.856265
- Prince, M., Bryce, R., & Ferri, C. (2011). World Alzheimer Report 2011: The benefits of early diagnosis and intervention. In *Alzheimer's Disease International*.
- Roberts, R. O., Geda, Y. E., Knopman, D. S., Cha, R. H., Pankratz, V. S., Boeve, B. F., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., Petersen, R. C., & Rocca, W. A. (2008). The Mayo Clinic Study of Aging: Design and sampling, participation, baseline measures and sample characteristics. *Neuroepidemiology*, 30(1), 58–69. https://doi.org/10.1159/000115751
- Roberts, R. O., Knopman, D. S., Mielke, M. M., Cha, R. H., Pankratz, V. S., Christianson, T. J. H., Geda, Y. E., Boeve, B. F., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., Rocca, W. A., & Petersen, R. C. (2014). Higher risk of progression to dementia in mild cognitive impairment cases who revert to normal. *Neurology*, 82(4), 317–325. https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000055
- Serino, S., Pedroli, E., Tuena, C., De Leo, G., Strambadiale, M., Goulene, K., & Riva, G. (2017). A Novel Virtual Reality-Based Training Protocol for the Enhancement of the Mental of the “Mental Frame Syncing” in Individuals with Alzheimer's Disease: A Development-of-Concept Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 240–250. https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00240
- Silva, M. V. F., Loures, C. de M. G., Alves, L. C. V., de Souza, L. C., Borges, K. B. G., & Carvalho, M. das G. (2019). Alzheimer's disease: risk factors and potentially protective measures. *Journal of Biomedical Science*, 26(1), 33. https://doi.org/10.1186/s12929-019-0524-y
- Sochocka, M., Zwolińska, K., & Leszek, J. (2017). The Infectious Etiology of Alzheimer's Disease. *Current Neuropharmacology*, 15(7), 37. https://doi.org/10.2174/1570159X156661703131229
- Thapa, N., Park, H. J., Yang, J.-G., Son, H., Jang, M., Lee, J., Kang, S. W., Park, K. W., & Park, H. (2020). The Effect of a Virtual Reality-Based Intervention Program on Cognition in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Randomized Control Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1283. https://doi.org/10.3390/jcm9051283
- Torpil, B., Şahin, S., Pekçetin, S., & Uyanık, M. (2021). The Effectiveness of a Virtual Reality-Based Intervention on Cognitive Functions in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Single-Blind, Randomized Controlled Trial. *Games for Health Journal*, 10(2), 109–114. https://doi.org/10.1089/g4h.2020.0086
- Uğur, F., & Sertel, M. (2020). The Effect of Virtual Reality Applications on Balance and Gait Speed in Individuals With Alzheimer Dementia. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 36(4), 221–229. https://doi.org/10.1097/TGR.0000000000000285
- Varela-Aldás, J., Buele, J., Ramos Lorente, P., García-Magariño, I., & Palacios-Navarro, G. (2021). A Virtual Reality-Based Cognitive Telerehabilitation System for Use in the COVID-19 Pandemic. *Sustainability*, 13(4), 2183.

- <https://doi.org/10.3390/su13042183>
Vaz, M., & Silvestre, S. (2020). Alzheimer's disease: Recent treatment strategies. *European Journal of Pharmacology*, 887, 173554.
<https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.173554>
Wu, Y., & Chang, W. (2016). Research on the treatment of the elderly with Alzheimer disease in virtual reality puzzle games. *The Frontiers of Society, Science and*

- Technology*, 3(7), 5–8.
<https://doi.org/10.25236/FSST.2021.030702>
Yiannopoulou, K. G., & Papageorgiou, S. G. (2013). Current and future treatments for Alzheimer's disease. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*, 6(1), 19–33.
<https://doi.org/10.1177/1756285612461679>