

REHABILITACIÓN DE LA ATENCIÓN

Uso de las nuevas tecnologías en la rehabilitación de la heminegligencia: Una revisión sistemática

Trabajo de Fin de Máster

*Máster en Rehabilitación Neuropsicológica y
Estimulación Cognitiva*

9ª Edición (curso 2018-2019)

Autoras: María Paula Rojas Carrillo y Ana Olaso Roig

Director: Dr. Alberto García Molina

Fecha de presentación: mayo, 2019

ÍNDICE

RESUMEN / ABSTRACT / RESUM	2
1. Introducción	4
2. Metodología	6
2.1. Procedimiento	6
2.2. Materiales	7
2.3. Análisis de la información	8
3. Resultados	8
4. Discusión	14
5. Conclusiones	18
6. Referencias bibliográficas	21
ANEXOS	
Anexo I: Metodología PRISMA	24
Anexo II: Escala PEDro	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de los artículos revisados	9
Tabla 2. Efectividad de los estudios revisados	12
Tabla 3. Puntuaciones en la escala PEDro	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento Modelo Prisma	7
Figura 2. Estudios revisados según el tipo	13

Resumen

La heminegligencia es un síndrome en el que el paciente ignora o no presta atención a la región del espacio contralateral a la lesión, por lo que no se trata de un problema sensorial o perceptivo. El presente trabajo tiene como objetivo hacer una revisión sistemática sobre los pacientes con heminegligencia, para determinar si la rehabilitación mediante el uso de sistemas informáticos es efectiva tratando de reducir los síntomas e incrementando la funcionalidad en las AVD.

Se hace uso de la metodología PRISMA y de la escala de calidad PEDro para analizar 10 artículos que abordan la rehabilitación de la heminegligencia por medio de herramientas tecnológicas.

Dentro de nuestros resultados, encontramos que en 9 de los artículos revisados es efectiva la rehabilitación de la heminegligencia mediante sistemas tecnológicos, siendo la más usada la realidad virtual. Esta herramienta es la que muestra mejores resultados en su efectividad para la mejora de las AVD. Esto se debe a que la realidad virtual permite crear un entorno ecológico, dinámico y motivador para el paciente.

A modo de conclusión, podemos afirmar que los estudios revisados evidencian una mejoría del funcionamiento cognitivo en personas con heminegligencia. Aun así, encontramos algunas limitaciones, como el escaso número de artículos, ya que muchos de ellos son de caso único, y la mayoría están centrados en la evaluación.

Palabras claves: Heminegligencia, Rehabilitación, Tecnología, Realidad virtual, Funcionamiento cognitivo.

Abstract

Neglect is a syndrome in which a patient ignores or do not pay attention to a spatial region which is contralateral to the lesion, that is why it isn't a sensorial or perceptive problem. The objective of this study is to make a systematic review about neglect patient, to establish if the digital technologies rehabilitations are effective for reduce the symptoms and increase the daily life activities functionalities.

The PRISMA methodology and the quality scale evaluation PEDro were used in 10 articles that address neglect rehabilitation with technological tools.

In the results we found that in 9 of the reviewed articles, the technological systems are effective rehabilitations programs, been virtual reality the most used tool. This tool shows the best results by improving the daily life activities.

This is because virtual reality allows to create an ecological, dynamic and motivational surrounding for the patient.

In conclusion, we can assure that the revised articles shows cognitive improvement in neglect patients. Never the less, we found limits with the scarce number of articles, in which many of them are single case articles, and many of them are centred in the evaluation.

Keywords: Neglect, Rehabilitation, Technologies, Virtual Reality, Cognitive Functioning.

Resum

L'heminegligència és un síndrome en el que el pacient ignora o no presta atenció a la regió de l'espai contralateral a la lesió, pel que no es tracta d'un problema sensorial o perceptiu. El present treball té com objectiu fer una revisió sistemàtica sobre els pacients amb heminegligència, per determinar si la rehabilitació mitjançant l'ús de sistemes informàtics és efectiva tractant de reduir els símptomes i incrementant la funcionalitat en les AVD.

Es fa ús de la metodologia PRISMA i de l'escala de qualitat PEDro per analitzar 10 articles que aborden la rehabilitació de l'heminegligència mitjançant ferramentes tecnològiques.

Dins dels nostres resultats, trobem que en 9 dels articles revisats és efectiva la rehabilitació de l'heminegligència mitjançant sistemes tecnològics, sent la més utilitzada la realitat virtual. Aquesta ferramenta és la que mostra millors resultats en la seua efectivitat per a la millora de les AVD. Açò es deu a que la realitat virtual permet crear un entorn ecològic, dinàmic i motivador per al pacient.

Com a conclusió, podem afirmar que els estudis revisats evidencien una millora del funcionament cognitiu en persones amb heminegligència. No obstant, trobem alguns limitacions, com l'escàs nombre d'articles, ja que molts d'ells són de cas únic, i la majoria estan centrats en l'avaluació.

Paraules clau: Heminegligència, Rehabilitació, Tecnologia, Realitat virtual, Funcionament cognitiu.

1. Introducción

La heminegligencia es un síndrome en el que el paciente ignora o no presta atención a la región del espacio contralateral a la lesión, por lo que no se trata de un problema sensorial ni perceptivo, sino de un problema atencional. (Ríos-Lago, Periañez, y Rodríguez Sánchez, 2008). Esto significa que hay una falla para informar, responder u orientarse hacia estímulos nuevos o significativos presentados en el lado afectado por la lesión (Yasuda, Muroi, Ohira, y Iwata, 2017). Estas dificultades se pueden reflejar en múltiples subtipos anatómico-clínicos como auditivo, visual, somatosensorial, egocéntrico o representacional (Ricci et al., 2016).

La heminegligencia es un trastorno heterogéneo, ya que puede manifestarse en el espacio personal, afectando actividades tales como vestirse y peinarse; en el espacio peripersonal, afectando actividades como comer y trabajar; y en el espacio extrapersonal, afectando actividades como caminar y conducir (Navarro Llórens, Noé, Ferri y Alcániz, 2013). Por ello, afecta directamente a las AVD (actividades de la vida diaria) de los pacientes, e influye en la motivación y la participación en las intervenciones, ya que esta condición suele cursar con anosognosia (Ríos-Lago et al., 2008).

Además, se ha encontrado que la heminegligencia puede afectar en dos tipos de espacio, el lejano y el cercano. Es importante hacer esta diferenciación, ya que cada tipo tiene vías cerebrales diferentes. Los autores Weiss, Marshall, Zilles y Fink (2003), encontraron que las conexiones dorsales son las que se relacionan con actividades en el espacio cercano y las conexiones ventrales se relacionan con actividades en el espacio lejano.

En la mayoría de ocasiones, el origen del daño cerebral adquirido es de tipo vascular, y el predominio de la heminegligencia izquierda (debida a una lesión en el hemisferio derecho) es claramente superior al de las alteraciones en el hemicampo derecho (Beis et al., 2004). La prevalencia de la heminegligencia en los pacientes que han sufrido un ACV (accidente cerebrovascular) es superior al 40% (Ringman, Saver, Woolson, Clarke y Adams, 2004).

Aunque la neuroanatomía de la heminegligencia es aún un tema de debate, se ha encontrado que la principal área asociada con esta alteración es la corteza parietal posterior, en concreto el giro angular, el surco intraparietal, la unión temporoparietal, y el giro supramarginal, áreas encargadas de tareas atencionales y del procesamiento sensorial (Muñoz-Marrón, Redolar-Ripoll, y Zulaica-Cardoso, 2012). También se han encontrado afectaciones en el lóbulo frontal, lóbulo temporal, tálamo, y ganglios basales (Buxbaum et al., 2004).

Al ser un síndrome con gran concurrencia, encontramos múltiples intervenciones para la rehabilitación del paciente, y para compensar las necesidades que surgen debidas a la heminegligencia. Es importante tener en cuenta que la rehabilitación puede ser de dos tipos: de arriba-abajo, en la cual el paciente hace un esfuerzo voluntario y sigue las instrucciones del terapeuta; o de abajo-arriba, en la cual se manipula el entorno y no es necesaria la participación voluntaria del paciente (De Luca et al., 2017).

Entre las actividades más usadas para la rehabilitación de la heminegligencia encontramos: la estimulación eléctrica, los fármacos, la adaptación de prisma, la terapia de espejo, los programas cognitivos computarizados y la VR (realidad virtual) (Kang, Kim, Seo, y Choi, 2018).

En los centros de rehabilitación se ha impulsado la aplicación de tecnologías innovadoras en el tratamiento neuropsicológico, como los programas de rehabilitación informatizados gracias al auge de las tecnologías (De Noreña et al., 2010). Aunque no se dispone de resultados concluyentes respecto a los programas de rehabilitación neuropsicológica informatizados, Chen, Thomas, Glueckauf y Bracy (1997) consideran que la duración e intensidad de los tratamientos son determinantes para juzgar la eficacia de la aplicación de dichos programas informatizados. En comparación con las tareas de papel y lápiz, las nuevas tecnologías involucran tipos de tareas más desafiantes y dinámicas, dentro de un entorno ecológico o tridimensional, por lo que resultan más estimulantes en pacientes con heminegligencia (Buxbaum, Dawson y Linsley, 2012).

La VR se define como un entorno interactivo, multisensorial, estimulante e informático que se produce en tiempo real, donde el individuo participa en actividades que simulan objetos o eventos del mundo real (Rizzo y Kim, 2005). Supone un cambio cualitativo respecto a otras tecnologías empleadas en rehabilitación, ya que permite al paciente sumergirse en un entorno interactivo que reproduce ambientes y situaciones reales, posibilitando enfoques terapéuticos que inciden directamente sobre las limitaciones funcionales ocasionadas por los déficits neuropsicológicos (Schultheis, Himmelstein, y Rizzo, 2002).

Además, otra de las ventajas del uso de sistemas de VR en rehabilitación es que permite monitorizar y regular los tipos de estímulos dinámicos (Fordell et al., 2011). La VR puede ser: inmersiva, proporcionando una vista en primera persona; o no inmersiva, cuando la interacción se produce a través de un joystick, teclado, etc., la imagen del usuario puede: verse reflejada en el entorno de la pantalla, se puede representar como un avatar o es invisible (Rizzo y Kim, 2005).

El presente trabajo trata de realizar una revisión sistemática sobre la rehabilitación de la heminegligencia mediante el uso de programas informatizados. Siguiendo el formato PICO, el objetivo de esta revisión sistemática es: en pacientes con heminegligencia (P), determinar si es más efectiva la rehabilitación mediante el uso de sistemas informáticos (I) que el tratamiento convencional mediante tareas de papel y lápiz (C), para tratar de reducir los síntomas de heminegligencia e incrementar la funcionalidad en las AVD (O).

2. Metodología

Este trabajo es una revisión sistemática, un tipo de investigación científica que consiste en revisar la literatura sobre un tema, partiendo de una pregunta formulada de forma clara y objetiva, utilizando métodos sistemáticos y valorando críticamente las investigaciones relevantes a dicha pregunta. De este modo, en esta revisión se sigue la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) propuesta por Moher et al. (2009, **Anexo I**).

Además, se utiliza la escala PEDro (Sherrington, Herbert, Maher y Moseley, 2000) para analizar los artículos que son de tipo experimental y valorar su validez, tanto interna como externa.

2.1. Procedimiento

Para la búsqueda sistemática de dichos estudios se utilizaron las bases de datos Scopus, Proquest, PsycINFO y PubMed. En cada base de datos se introdujeron las palabras clave “Neglect”, “Rehabilitation” y “Technology”, obteniendo un total de 3214 resultados (Scopus = 56, Proquest = 2992, PubMed = 63, PsycINFO = 103). Además, los criterios de selección fueron los siguientes:

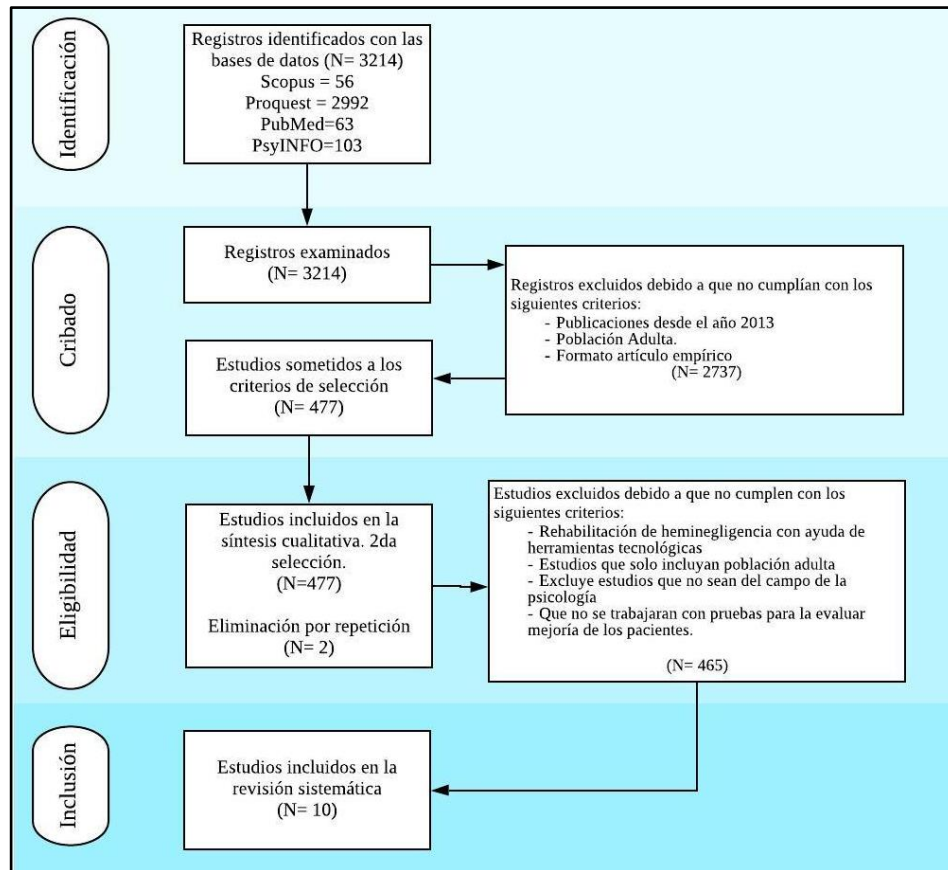
- Publicaciones del 2013 al 2018.
- Artículos publicados en revistas científicas.
- Escritos en lengua inglesa o española.
- Estudios en población adulta.

Como resultado se obtuvieron 477 artículos (Scopus = 23, PubMed = 42, Proquest = 382 y PsycInfo = 29). A continuación, se revisaron y analizaron títulos y resúmenes de los artículos de interés, seleccionando aquellos que se centran en trabajar la rehabilitación de la heminegligencia con ayuda de herramientas tecnológicas. Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- Estudios con énfasis evaluación.
- Estudios que incluyeran población infantil entre los participantes.

- Revisiones sistemáticas.
- Estudios en los que no se utilizan pruebas estandarizadas para evaluar la mejoría de los pacientes.

Se obtuvieron 12 artículos dentro de la búsqueda, y tras eliminar los artículos repetidos (n = 2), el total de documentos seleccionado es de 10 artículos (**Figura 1**).



➤ **Figura 1: Procedimiento modelo Prisma**

2.2. Materiales

Para la realización de la presente revisión se han analizado 10 artículos científicos de investigación empírica. Todos ellos están escritos en lengua inglesa, y que han sido publicados en revistas de interés científico a las cuales se accedió a través de la búsqueda en las bases de datos Scopus, Proquest, PsycINFO, y PubMed.

Los artículos experimentales se analizaron con la escala PEDro (**Anexo II**), la cual tiene como propósito ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuáles de los ensayos clínicos aleatorios pueden tener suficiente validez interna y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables. Además incluye un criterio

adicional que ayuda en la valoración de la validez externa (Sherrington et al., 2000).

2.3. Análisis de la información

Tras la recopilación de todo el material necesario, se llevó a cabo una lectura exhaustiva de los 10 artículos y a la recogida de información relevante para la revisión. Se procedió a tomar las características fundamentales de cada uno de los ellos, para tratar de obtener los resultados y encontrar las relaciones existentes.

En los artículos experimentales se aplicó la escala PEDro. Para este trabajo se dividieron los artículos, y cada una de las integrantes aplicó esta escala, teniendo solamente un evaluador por artículo.

3. Resultados

En esta revisión se pretende conocer métodos de rehabilitación para la heminegligencia con ayuda de múltiples herramientas tecnológicas. En la **Tabla 1** se muestra un resumen de los artículos revisados, que incluye: autores y año; título del artículo; objetivo del estudio; tipo de estudio; método; participantes; descripción del estudio; resultados; y puntuación en la escala PEDro, si procede.

Autores y año	Título	Objetivo del estudio	Tipo de estudio	Método	Participantes	Descripción del estudio	Resultados	Escala PEDro
De Luca, Lo Buono, Leo, Russo, Aragona, Leonardi, ... y Calabrò (2017).	Use of virtual reality in improving post-stroke neglect: promising neuropsychological and neurophysiological findings from a case study.	Evaluar resultados neuropsicológicos y neurofisiológicos después de un ciclo de rehabilitación intensivo.	Caso único	Rehabilitación mediante entrenamiento cognitivo estándar y entrenamiento semi-intensivo de VR.	Mujer de 57 años con ACV. Presenta lesiones en los lóbulos parietal, temporal y frontal derecho.	La paciente realiza actividades de estimulación cognitiva tradicional, y actividades realizadas mediante inmersión virtual con y sin avatar.	Mejoran aspectos motores y cognitivos después de la rehabilitación con VR.	No aplica
Hopfner, Kesselring, Cazzoli, Gutbrod, Laube-Rosenpflanzler, Chechlacz, ... y Nyffeler, (2015).	Neglect and motion stimuli: insights from a touchscreen-based cancellation task.	Comparar la conducta de cancelación en pacientes con heminegligencia izquierda basada en dos condiciones: dinámica y estática.	Experimental	Rehabilitación mediante software informático.	25 pacientes con heminegligencia izquierda (debida a un ACV), edad media de 54 años.	Los pacientes han de tocar con el dedo índice derecho todos los triángulos que aparecen en un monitor. Estos triángulos pueden estar en movimiento (condición dinámica) o no (condición estática).	La ejecución de los pacientes mejora en la condición dinámica, mientras que en la condición estática muestran un comportamiento típico de heminegligencia.	Puntuación de 8
Kang, Kim, Seo, y Choi (2018).	Modifying and evaluation efficacy of interactive computerized program using motion tracking technology to improve unilateral neglect in patients with chronic stroke.	Modificar el programa de rehabilitación ya creado para obtener un sistema de puntuación objetivo, y aplicar el programa a pacientes con heminegligencia.	Experimental	Rehabilitación mediante software informático, tecnología interactiva de seguimiento del movimiento.	16 pacientes con heminegligencia unilateral (debida a un ACV). Grupo control de 19 sujetos sanos.	Programa CAMSHIF (9 tareas), la cámara detecta y sigue el movimiento de la mano.	Se encuentran mejoras en heminegligencia, a nivel motor y en funciones cognitivas como la memoria.	Puntuación de 7
Mainetti, Sedda, Ronchetti, Bottini, y Borghese (2013).	Dunkneglect: video-games based neglect rehabilitation.	Evaluar la efectividad de un programa informático basado en videojuegos para la rehabilitación de la heminegligencia.	Caso único	Rehabilitación mediante software informático basado en videojuegos.	Hombre de 65 años (18 años de educación) con ACV. Han pasado dos años desde la lesión.	El programa Duckneglect, trata de guiar a los pacientes a través de tareas de búsqueda visual en las que tienen que tocar los objetivos que aparecen en la pantalla, dentro del escenario virtual, y evitar los distractores.	Se encuentra una mejora significativa de la heminegligencia peripersonal, que tiene un efecto positivo en la cognición general.	No aplica

➤ **Tabla 1: Resumen de los artículos revisados**

Autores y año	Título	Objetivo del estudio	Tipo de estudio	Método	Participantes	Descripción del estudio	Resultados	Escala PEDro
Navarro, Lloréns, Noé, Ferri, y Alcañiz (2013).	Validation of a low-cost virtual reality system for training street-crossing. A comparative study in healthy, neglected and non-neglected stroke individuals.	Diseñar y validar un sistema de VR para pacientes con heminegligencia para cruzar la calle.	Experimental	Rehabilitación mediante VR, los participantes pueden moverse libremente por el entorno virtual con un joystick.	32 pacientes con ACV, media de edad de 54,8 años. Se forman dos grupos: pacientes con heminegligencia (17) y sin heminegligencia (15). Grupo control de 15 sujetos sanos.	El sistema recrea una intersección de calles real. La tarea consiste en cruzar la calle, teniendo en cuenta estímulos como coches, luces de tráfico, etc. (son personalizables).	Este programa de VR es efectivo para el entrenamiento de pacientes con heminegligencia, ya que las sesiones de VR están estrechamente relacionadas con medidas de múltiples funciones cognitivas.	Puntuación de 9
Sedda, Borghese, Ronchetti, Mainetti, Pasotti, Beretta, y Bottini (2013).	Using virtual reality to rehabilitate neglect.	Evaluar la efectividad de un sistema de VR de bajo coste que puede implementarse en un programa de rehabilitación en el hogar.	Caso único	Rehabilitación mediante VR, se proyecta la silueta del paciente en la pantalla, y se sigue el movimiento de la mano.	Hombre de 65 años (18 años de educación) con ACV. Heminegligencia crónica.	La tarea requiere que el paciente agarre el objetivo entre los distractores.	Mejora significativa del rendimiento del paciente, incluyendo una remisión parcial del deterioro visuoespacial debido a la heminegligencia y mejora de las AVD.	No aplica
Tonin, Pitteri, Leed, Zhang, Menegatti, Piccione, y Millán (2017).	Behavioral and cortical effects during attention driven brain-computer interface operations in spatial neglect: a feasibility case study.	Evaluar la viabilidad de un enfoque basado en las BCI (Brain-Computer Interface) para la rehabilitación de la heminegligencia.	Estudio de casos	Rehabilitación mediante BCI, asociando tareas motoras (reales o imaginadas) a una información coherente y en tiempo real.	Estudio de casos de 3 pacientes con heminegligencia izquierda debida a ACV, de 46, 57 y 61 años.	Los pacientes se fijan en una cruz situada en el centro de la pantalla. Después, son guiados por una señal para enfocar la atención de manera encubierta hacia el objetivo.	Los pacientes son capaces de controlar activamente el sistema BCI. Además, con el entrenamiento mejoran el tiempo de ejecución de la tarea, lo que sugiere una mejoría de la heminegligencia.	No aplica

➤ **Tabla 1: Resumen de los artículos revisados (continuación)**

Autores y año	Título	Objetivo del estudio	Tipo de estudio	Método	Participantes	Descripción del estudio	Resultados	Escala PEDro
Van Kessel, Geurts, Brouwer, y Fasotti (2013).	Visual scanning training for neglect after stroke with and without a computerized lane tracking dual task.	Entrenamiento para mejorar la conducta de escaneo visual mediante el uso de una tarea dual.	Experimental	Rehabilitación mediante entrenamiento cognitivo estándar y software informático.	14 pacientes con heminegligencia izquierda media de edad de 64,68 años. Grupo control de 15 pacientes con heminegligencia, media de edad de 59,07 años.	Las sesiones consisten en cuatro tareas estándar y cuatro tareas adicionales que pueden ser de control (seguimiento de carril) o experimentales (tarea dual: seguimiento de carril + detectar y nombrar dígitos)	No se encuentran efectos significativos positivos adicionales en el grupo experimental en comparación con el grupo control, lo que puede deberse a que ambos grupos reciben una rehabilitación intensiva.	Puntuación de 8
Yasuda, Muroi, Hirano, Saichi, y Iwata (2018).	Differing effects of an immersive virtual reality programme on unilateral spatial neglect on activities of daily living.	Evaluar la efectividad de un programa diario de inmersión en VR, que permita inducir una mejora o cambio en las AVD en un caso severo de heminegligencia.	Caso único	Rehabilitación mediante software informático.	Hombre de 76 años con heminegligencia debida a ACV. Presenta hemiparesia severa y requiere asistencia en todas las AVD.	Entrenamiento en el espacio lejano: identificar oralmente un objeto parpadeante. Entrenamiento en el espacio cercano: tocar todos los elementos que aparecen en la pantalla. Hay hendiduras móviles para cambiar el foco atencional al lado afectado.	El programa de rehabilitación es efectivo en tareas neuropsicológicas, pero estos beneficios no se observan en el desarrollo de las AVD.	No aplica
Yasuda, Muroi, Ohira, y Iwata (2017).	Validation of an immersive virtual reality system for training near and far space neglect individuals with stroke: a pilot study.	Proponer un programa de VR inmersivo con gafas para entrenar la heminegligencia lejana y cercana.	Experimental	Rehabilitación mediante un programa de VR inmersivo.	10 pacientes con heminegligencia debida a ACV, entre 45 y 85 años	Entrenamiento en el espacio lejano: tareas de búsqueda en el espacio de VR. Entrenamiento en el espacio cercano: tarea de alcance tocando los elementos de derecha a izquierda.	Potencial mejora en tareas de búsqueda en el espacio lejano, pero no en tareas del espacio cercano, ya que los sustratos neuronales que controlan estas funciones son diferentes.	Puntuación de 6

➤ **Tabla 1: Resumen de los artículos revisados (continuación)**

Seguidamente, en la **Tabla 2** se muestran los artículos revisados según si el tratamiento para la heminegligencia ha sido efectivo o no. Aunque la mayoría de los resultados son positivos, en el estudio de Van Kessel, Geurts, Brower y Fasotti (2013), en el cual se realiza una tarea dual por medio de VR para mejorar las dificultades que se presentan en la heminegligencia, no se encontró una mejoría significativa con respecto los pacientes controles.

Estudio	Efectivo	No efectivo
De Luca, Lo Buono, Leo, Russo, Aragona, Leonardi, ... y Calabrò (2017)	X	
Hopfner, Kesselring, Cazzoli, Gutbrod, Laube-Rosenpflanzler, Chechlacz, ... y Nyffeler, (2015)	X	
Kang, Kim, Seo, y Choi (2018)	X	
Mainetti, Sedda, Ronchetti, Bottini, y Borghese (2013)	X	
Navarro, Lloréns, Noé, Ferri, y Alcañiz (2013)	X	
Sedda, Borghese, Ronchetti, Mainetti, Pasotti, Beretta, y Bottini (2013)	X	
Tonin, Pitteri, Leed, Zhang, Menegatti, Piccione, y Millán (2017)	X	
Van Kessel, Geurts, Brouwer, y Fasotti (2013)		X
Yasuda, Muroi, Hirano, Saichi, y Iwata (2018)	X	
Yasuda, Muroi, Ohira, y Iwata (2017)	X	

➤ **Tabla 2: Efectividad de los estudios revisados**

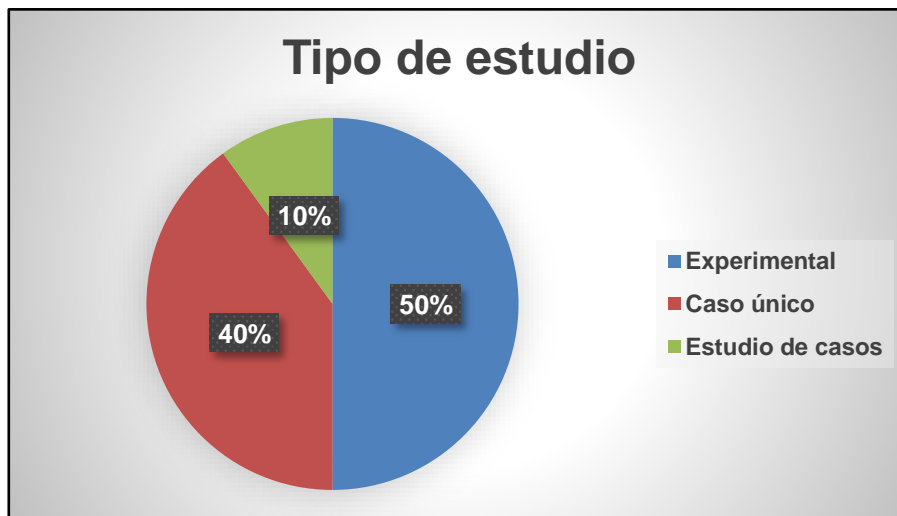
Por el contrario, en los 9 artículos restantes que se analizaron en esta revisión se concluyó que la rehabilitación a través de medios tecnológicos sí es efectiva para la mejora en dificultades tanto motoras como cognitivas en los pacientes que presentan una heminegligencia, ya que la introducción de la tecnología en el campo de la neurorehabilitación da lugar a nuevas herramientas de evaluación y rehabilitación diseñadas para superar las limitaciones de las pruebas e intervenciones tradicionales (Rose, Brooks y Rizzo, 2005).

Dentro de la tecnología de la que se hace uso para trabajar la heminegligencia, encontramos que la VR es la más utilizada, ya que esta permite recrear entornos seguros, ecológicos e individualizados en los que los pacientes deben realizar acciones específicas para lograr un objetivo (Navarro et al., 2013). Se hace uso de la VR en rehabilitación en 7 de los 10 artículos de esta revisión.

Por otro lado, de los 3 artículos restantes, que no hacen uso de la VR, encontramos que Mainetti, Sedda, Ronchetti, Bottini, y Borghese (2013) utilizan un programa informático basado en videojuegos, que requiere la búsqueda visual de objetivos y la evitación de distractores, para tratar de entrenar

directamente el lado afectado por la heminegligencia. Otra de las herramientas tecnológicas utilizadas para la rehabilitación de la heminegligencia es el BCI (Brain-Computer Interface), que encontramos en el estudio de Tonin, et al. (2017), el cual ayuda al paciente a enfocar la atención en el lado desatendido. Por último, los autores Van Kessel et al. (2013), utilizan un programa informático para realizar tareas atencionales duales, para el entrenamiento en la multitarea en el paciente con heminegligencia. En este caso no especifican si los estímulos se presentan en el lado o no afectado, pero sí es necesario que realicen adecuadamente las dos tareas simultáneamente.

En la revisión de los artículos se encontró que los tipos de investigación en la rehabilitación de la heminegligencia son variados. En un principio se pensó en incluir sólo estudios experimentales, pero debido a la cantidad limitada de este tipo de estudios, fue necesario incluir estudios de caso único. En la **Figura 2** encontramos el porcentaje de estudios encontrados según el tipo de investigación realizada.



➤ **Figura 2:** Estudios revisados según el tipo de investigación

En esta revisión, 5 de los 10 artículos presentan una metodología experimental. Para el análisis de estos estudios se utilizó la escala PEDro, la cual permite identificar con rapidez los ensayos clínicos aleatorios que tienen suficiente validez interna y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables.

La escala PEDro permite analizar la calidad metodológica de los artículos seleccionados mediante 11 ítems. El ítem 1 se relaciona con la validez externa, los ítems 2-9 hacen referencia a la validez interna, indicando los ítems 10-11 si la información estadística aportada por los autores permite interpretar los resultados de forma adecuada. En nuestra revisión, la calidad metodológica de los estudios analizados oscila entre 9 y 6. Como podemos observar en la **Tabla 3**, todos los artículos muestran una buena validez externa.

Estudio	Ítems											Puntuación
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Hopfner et al. (2017)	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	8
Kang et al. (2018)	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Navarro et al. (2013)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	9
Van Kessel et al. (2013)	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	8
Yasuda et al. (2017)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6

➤ **Tabla 3: Puntuaciones en la escala PEDro**

En los artículos en los que se aplicó la escala PEDro se encontró que los autores Navarro et al. (2013) obtuvieron una puntuación de 9. Por otra parte, Hopfner et al. (2015) y Van Kessel et al. (2013) obtuvieron una puntuación de 8. Finalmente, la puntuación PEDro de Kang et al. (2018) fue de 7 puntos y la de Yasuda et al. (2017) fue de 6 puntos.

Además, todos los artículos puntúan positivamente en los ítems 10 y 11, por lo que podemos afirmar que la información estadística permite interpretar correctamente los resultados obtenidos en los estudios revisados. Finalmente, por lo que respecta a la validez interna, los ítems menos puntuados muestran que los principales aspectos a mejorar en este tipo de estudios son la asignación oculta (ítem 3) y el hecho de que los sujetos sean cegados (ítem 5).

Otro tipo de investigación que se encontró en el proceso de revisión fueron los estudios de caso único. Debido a la naturaleza de estos estudios, no pueden ser evaluados con la escala PEDro. En esta revisión se incluyen 4 artículos de caso único. Por último, en el artículo de Tonin et al. (2017) se realiza un estudio de casos con 3 pacientes, para el cual tampoco se aplica la escala PEDro.

4. Discusión

En este trabajo se pretendió investigar la efectividad de la rehabilitación por medio de herramientas tecnológicas para la reducción de los síntomas de heminegligencia, y que permitan aumentar la funcionalidad de los pacientes afectados por esta condición. Por este motivo, se realizó una revisión sistemática de artículos relevantes publicados entre el 2013 y el 2018 que abordan este tipo de rehabilitación, con un total de 10 artículos.

Entre los artículos se encontró que los autores Van Kessel et al. (2013) concluyen que las tareas duales computarizadas que realizaron los pacientes experimentales (con heminegligencia) no fueron efectivas para la mejora los síntomas. Los autores indican que esto se podría explicar ya que tanto los pacientes controles como los sujetos de estudio presentan diagnóstico de heminegligencia, y a los dos se les realizó una rehabilitación intensiva mediante

múltiples actividades. Además, la diferencia entre las dos rehabilitaciones fue dada por cambio en una sola actividad, lo que puede ser un factor para que la rehabilitación por medio de esa actividad no sea efectiva para la heminegligencia.

Por el contrario, los 9 artículos restantes encontraron que la rehabilitación por medio de tecnologías es efectiva para la mejora en el rendimiento de los pacientes que presentan la heminegligencia. Navarro et al. (2013) indican que el uso de la VR se relaciona con las medidas de vigilancia, falta de atención, impulsividad, secuenciación, flexibilidad mental y planificación. Con el tratamiento se encuentran mejoras en estos aspectos, relacionándolo así con mejoras en el funcionamiento cognitivo.

De Luca et al. (2017) indicaron que la mejoría que se observa en los pacientes con sintomatología de heminegligencia es tanto en aspectos motores como en aspectos cognitivos. Dentro de los aspectos cognitivos claves en la rehabilitación de la heminegligencia se encuentran la atención, la visopercepción y la cognición espacial. Con el manejo de estos aspectos, los autores consideran que se puede hacer una resolución casi completa de la heminegligencia que presenta el paciente.

En las tareas realizadas por Kang et al. (2018) se encuentra que los pacientes con heminegligencia muestran una mejora general de todas las actividades que se les presentan, siendo especialmente significativas en las tareas que se relacionan con la memoria, percepción y reconocimiento visual. Asimismo, afirman que hay una mejoría en los problemas motores que los participantes presentaban.

En el caso de Mainetti et al. (2013) los resultados encontrados en su paciente muestran una mejoría en las puntuaciones de pruebas que miden su funcionamiento cognitivo, como el MMSE y las matrices de atención. Con estos resultados, los autores concluyen que la rehabilitación de la heminegligencia mediante la VR ayuda a tener un mejor funcionamiento en la cognición general.

Al igual que los autores anteriormente mencionados, los resultados obtenidos por Sedda et al. (2013) también muestran una mejor significativa del rendimiento general del paciente en pruebas neuropsicológicas como el MMSE y las matrices atencionales. Entre las mejoras que presenta el paciente se incluye una remisión parcial del deterioro visuoespacial, siendo esta una de las principales afectaciones de la heminegligencia.

La atención focalizada es evaluada por tareas de bisección de líneas que se presentan en un plano horizontal, siendo diferentes a las tareas de cancelación, ya que estas miden un tipo de atención diferente, la atención selectiva. En el caso de Yasuda et al. (2017), los resultados muestran que hay

una mejora de la atención selectiva, ya que la puntuación es mayor en las tareas de cancelación. Por el contrario, los participantes no muestran una mejoría en la atención focalizada, de modo que la puntuación en las tareas de bisección de líneas no mejora.

En el estudio de Tonin et al. (2017) los resultados muestran que hay un mejor control activo del sistema BCI usado después de los procesos de rehabilitación. De igual manera, el paciente mejora la velocidad de procesamiento y la ejecución de la información, favoreciendo así el tiempo de ejecución de las tareas evaluadas.

Algunos estudios dividen las afectaciones que se presentan en la heminegligencia dependiendo de la distancia que se tiene respecto a los objetos o de las exigencias de la actividad. De este modo, la heminegligencia puede afectar de manera diferente a los espacios lejanos y los espacios cercanos. En este contexto, los autores Mainetti et al. (2013) encuentran que la rehabilitación mediante el uso de sistemas de VR permite la integración multisensorial visual y kinestésica, lo que podría facilitar la reasignación espacial entre el espacio lejano y cercano. Esto puede deberse al feedback proporcionado en tiempo real al ver su propio reflejo en el espacio lejano mientras se alcanzan los objetos en el espacio cercano.

En la investigación realizada por Yasuda et al. (2017), se encuentra una mejora en el puntaje de la evaluación del espacio lejano teniendo en cuenta las puntuaciones pre y post. Esta mejoría en tareas de búsqueda en el espacio lejano, puede ser de gran utilidad en personas con daño en la corteza frontal derecha, y en la corteza temporal superior derecha. Por lo tanto, el programa de VR inmersivo es probable que tenga efectos beneficiosos que son similares a las intervenciones que utilizan tareas de búsqueda visual en entornos reales. Por el contrario, los resultados encontrados por Yasuda, Muroi, Hirano, Saichi y Iwata (2018), no evidencian diferencias significativas entre las puntuaciones pre y post de las afectaciones de heminegligencia cercana.

La rehabilitación tiene como uno de sus objetivos principales ayudar a la persona a desarrollar de manera más independiente las AVD. Por esta razón se ha creado la necesidad de realizar actividades que sean más ecológicas y que se puedan aplicar o tengan estímulos del contexto diario de los pacientes. En el caso de la VR, se quiere hacer una inmersión teniendo en cuenta estas características, pero sin desarrollarse dentro del contexto del paciente. La mayoría de los estudios incluidos en esta revisión no hacen énfasis o no miden los resultados que tiene la rehabilitación en las actividades de la vida diaria.

Una de las investigaciones que sí habla sobre los beneficios de la rehabilitación de la heminegligencia por medio de VR en las AVD, es la de Sedda et al. (2013). En esta investigación de caso único, los familiares del

paciente informan de que hay una mejora en actividades como leer y comer, pudiendo hacerlas de una manera más precisa y acorde a lo esperado después de la rehabilitación.

Por otro lado, Yasuda et al. (2018) obtuvieron resultados contrarios a los encontrados por la investigación anteriormente mencionada. En el caso de su paciente, a pesar de obtener una mejora en el funcionamiento cognitivo, las AVD no mostraron una mejora significativa por la rehabilitación con VR. Así, el paciente mostraba poca efectividad para realizar actividades como afeitarse, peinarse, o mirar hacia el lado izquierdo.

Otro de los beneficios que se pueden ver con la utilización de la VR en la rehabilitación de la heminegligencia es la participación activa y motivada por parte de los pacientes. Esta motivación es un factor de gran importancia, ya que al estar presente hace que el paciente se comprometa más con la rehabilitación, aplicando más esfuerzo en la misma, y por tanto pudiendo tener unos resultados más significativos. Dentro de esta revisión encontramos 3 estudios que hacen referencia a las ventajas de la motivación.

El primer estudio es el realizado por De Luca et al. (2017), en el que los autores indican que la interacción entre el hombre y el ordenador permite al paciente sumergirse en un entorno similar al de la experiencia en la vida real. Esto hace que la rehabilitación sea más motivadora, y por ende más efectiva para los pacientes, dado que se perciben trabajando productivamente sobre las dificultades que presentan.

El estudio de Mainetti et al. (2013) muestra un escenario más amplio y enriquecido como es el de la VR, en el cual se incluyen objetos realistas a modo de estímulos, y el paciente tiene la capacidad de verse a sí mismo como un actor en la pantalla, lo que es más motivador y alentador. De igual manera, Navarro et al. (2013) reportan que al ser un programa con VR, tiene la capacidad de ser entretenido y motivador para los pacientes. Todo esto tiene la ventaja de ser una modalidad ecológica para la rehabilitación, lo que puede aportar beneficios en el desarrollo de este proceso.

Por lo que respecta a la evaluación de la heminegligencia, se ha encontrado que las pruebas más utilizadas son, por un lado la prueba de bisección de líneas, que consiste en que el paciente marque el punto medio de las líneas presentadas en una hoja de papel. En esta prueba se tienen en cuenta dos variables: el desplazamiento que realiza el paciente respecto al centro de la línea, y el número de líneas que deja sin marcar. Los estudios que hacen uso de esta prueba para la evaluación de la heminegligencia son el de De Luca et al. (2017), Hopfner et al. (2015), Kang et al. (2018), Mainetti et al. (2013), Sedda et al. (2013), Van Kessel et al. (2013), Yasuda et al. (2017), y Yasuda et al. (2018).

Por otro lado, las tareas de cancelación son otra de las pruebas más usadas en la evaluación de la heminegligencia. La tarea consiste en que el paciente encuentre un estímulo objetivo entre distractores, presentándose los mismos en una hoja de papel que se alinea con la línea media del cuerpo. Los estudios que hacen uso de esta prueba en nuestra revisión son el de De Luca et al. (2017), Hopfner et al. (2015), Kang et al. (2018), Mainetti et al. (2013), Sedda et al. (2013), Van Kessel et al. (2013), Yasuda et al. (2017) y Yasuda et al. (2018).

En el análisis con la escala PEDro de los artículos experimentales utilizados en esta revisión, se ha encontrado que en la mayoría de estudios evaluados durante esta revisión muestran una puntuación negativa en los ítems 3 y 5. Esto se debe a la naturaleza de estos estudios, ya que era necesario conocer las condiciones de los pacientes (siendo con o sin heminegligencia) para poder asignarlos a su grupo correspondiente, y que se pueda saber si el tratamiento es eficiente o no para la heminegligencia. Por otra parte, en la mayoría de estudios, los sujetos no pueden ser cegados ya que se conoce su condición atencional.

Para la escala PEDro los resultados clave son los que corresponden a los ítems 4,7, 8, 9, 10 y 11, los cuales dan las medidas de eficacia de la terapia, siendo los ítems más relevantes para esta escala. En las investigaciones encontradas en esta revisión se encontró que Hopfner et al. (2017), Kang et al. (2018), y Navarro et al. (2013) puntúan positivamente en estos ítems. Esto muestra que hay una eficacia de la terapia de VR para la rehabilitación de la heminegligencia en los artículos anteriormente mencionados.

Por otra parte, los artículos de Van Kessel et al. (2013) y Yasuda et al. (2017) obtuvieron una puntuación negativa en el ítem 7, que habla sobre si los evaluadores están cegados durante las medidas de los resultados clave. Esto hace que se disminuya la eficacia de la intervención de la heminegligencia por medio de las nuevas tecnologías.

5. Conclusiones

El objetivo de esta revisión ha sido analizar los estudios que hacen uso de las nuevas tecnologías para la rehabilitación de la heminegligencia, con la finalidad de mostrar resultados relevantes a tener en cuenta tanto en futuros estudios como en la práctica clínica. Actualmente, las técnicas de rehabilitación tradicional (de papel y lápiz) siguen siendo las más usadas en la rehabilitación de este tipo de pacientes. No obstante, cada vez son más las terapias que incluyen el uso de sistemas informáticos.

Esta introducción de los sistemas informáticos en las técnicas de rehabilitación se da debido al avance de la tecnología, y a la accesibilidad que

tenemos hoy en día las personas a estos medios. Esto ha facilitado el uso de la telemedicina en la evaluación y rehabilitación de procesos médicos y neuropsicológicos, aumentando así el número de intervenciones realizadas mediante estos medios. No obstante, es muy importante recordar que estas herramientas son un complemento al trabajo que tiene que hacer el profesional, siendo este el que plantea los ejercicios, la duración de la rehabilitación, qué se debe hacer y qué no, etc.

En el caso de la heminegligencia, los sistemas que parecen resultar más útiles son los de VR. Estos sistemas permiten recrear entornos ecológicos y seguros para el paciente, además de ser motivadores y divertidos, lo que hace que la adhesión a la terapia sea mayor. Adicionalmente, Sedda et al. (2013) indican que la VR favorece la reorganización plástica de cerebro, lo que aumenta la eficacia de los resultados de la rehabilitación.

De igual manera, la VR permite trabajar diferentes tipos de espacio. Esto es importante ya que las dificultades que presentan los pacientes con heminegligencia en su vida diaria, se relacionan con su espacio cercano (p. e. afeitarse, comer, etc.) y con su espacio lejano (p. e. cruzar una calle). Así la VR permite trabajar estos aspectos, mejorando la calidad de vida tanto de los pacientes como de la familia, ya que puede dar más independencia y autonomía en las AVD a la persona que padece heminegligencia.

Aunque se cree que a partir del uso de las nuevas tecnologías, especialmente de la VR, se puede hacer una rehabilitación más ecológica que permite que los resultados se puedan generalizar a las AVD, en nuestra revisión encontramos que los resultados no son concluyentes. Así, las AVD sólo son consideradas en dos de los artículos revisados. El artículo de Sedda et al. (2013) encuentra resultados positivos en la generalización de las tareas de rehabilitación para las AVD, mientras que el estudio de Yasuda et al. (2018) no encuentra resultados positivos en este aspecto. Por ello, son necesarios más estudios que tengan en cuenta la generalización de las tareas de rehabilitación para las AVD.

Otra de las limitaciones que hemos encontrado en la realización de esta investigación es el número limitado de artículos que trabajan esta temática en la actualidad. Mientras encontramos un gran número de artículos que tratan sobre la evaluación de la heminegligencia mediante el uso de sistemas de nuevas tecnologías, son mucho más escasos los estudios que trabajan sobre la rehabilitación de la heminegligencia con estos sistemas.

Adicionalmente, hemos encontrado que muchos de los artículos que trabajan la rehabilitación son de caso único (o estudios de casos), por lo que sería interesante realizar investigaciones de tipo experimental donde se tengan en cuenta muchos más pacientes con heminegligencia, ya que esto ayudaría a

generalizar y aumentar los resultados que sustentan la eficacia del uso de las nuevas tecnologías en la rehabilitación de la heminegligencia.

En el caso de los estudios experimentales analizados, encontramos que la calidad metodológica de los estudios es buena. Todos los estudios cuentan con una buena validez externa, además de proporcionar información estadística para interpretar correctamente los resultados obtenidos. Por otra parte, sería conveniente tratar de mejorar la validez interna, ya que en ninguno de nuestros estudios los sujetos fueron asignados de forma oculta, y sólo en uno de ellos los sujetos fueron cegados.

El uso de los sistemas informáticos en la rehabilitación de la heminegligencia es una aproximación muy prometedora en comparación a los métodos de rehabilitación tradicionales. Los sistemas de VR amplían las limitadas posibilidades de los métodos convencionales, brindando la oportunidad de mostrar tipos de escenas ecológicas y realistas, y la participación en actividades funcionales que de otra manera no son seguras de realizar en la vida real (Ogourtsova, Souza-Silva, Archambault y Lamontagne, 2017).

Aun así, sería importante que la investigación de este tipo de rehabilitación con nuevas tecnologías, no se enfoque solamente en actividades de VR, sino que se realicen programas con otro tipo de herramientas que sean más accesibles para la población general, para así seguir con las actividades en otros contextos.

En conclusión, podemos afirmar que los nuevos sistemas tecnológicos (sobre todo la VR) y dispositivos para la comunicación dentro del mundo virtual pueden ser muy útiles para la neuropsicología, ya que da la posibilidad de actuar en un entorno virtual de la misma manera que en entorno real siendo un gran avance para los programas de rehabilitación y ayudando así a la motivación de los pacientes y posibilitando aún más la generalización de los resultados obtenidos. Aun así, es necesario seguir con la investigación de este tipo de rehabilitación, para poder obtener más resultados satisfactorios, especialmente si se hacen investigaciones con más rigurosidad metodológica.

6. Referencias bibliográficas

- Beis, J. M., Keller, C., Morin, N., Bartolomeo, P., Bernati, T., Chokron, S., ... y Perennou, D. (2004), Right spatial neglect after left hemisphere stroke: qualitative and quantitative study. *Neurology*, 63(9), 1600-1605.
- Buxbaum, L. J., Dawson, A. M., y Linsley, D. (2012). Reliability and validity of the Virtual Reality Lateralized Attention Test in assessing hemispatial neglect in right-hemisphere stroke. *Neuropsychology*, 26(4), 430-441.
- Buxbaum, L. J., Ferraro, M. K., Veramonti, T., Farne, A., Whyte, J., Ladavas, E., ... y Coslett, H. B. (2004). Hemispatial neglect: Subtypes, neuroanatomy, and disability. *Neurology*, 62(5), 749-756.
- Chen, S. H., Thomas, J. D., Glueckauf, R. L., y Bracy, O. L. (1997). The effectiveness of computer-assisted cognitive rehabilitation for persons with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 11(3), 197-210.
- De Luca, R., Lo Buono, V., Leo, A., Russo, M., Aragona, B., Leonardi, S., ... y Calabrò, R. S. (2017). Use of virtual reality in improving poststroke neglect: promising neuropsychological and neurophysiological findings from a case study. *Applied Neuropsychology: Adult*, DOI: 10.1080/23279095.2017.1363040
- De Noreña, D., Sánchez-Cubillo, I., García-Molina, A., Tirapu-Ustárrroz, J., Bombín-González, I., y Ríos-Lago, M. (2010). Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica del daño cerebral adquirido (II): funciones ejecutivas, modificación de conducta y psicoterapia, y uso de nuevas tecnologías. *Revista de Neurología*, 51(12), 733-744.
- Fordell, H., Bodin, K., Bucht, G., y Malm, J. (2011). A virtual reality test battery for assessment and screening of spatial neglect. *Acta Neurologica Scandinavica*, 123(3). 167-174.
- Hopfner, S., Kesselring, S., Cazzoli, D., Gutbrod, K., Laube-Rosenpflanzner, A., Chechlac, M., ... y Nyffeler, T. (2015). Neglect and motion stimuli: insights from a touchscreen-based cancellation task. *PLoS One*, 10(7), e0132025.
- Kang, S. H., Kim, D.-K., Seo, K. M., y Choi, K. N. (2018). Modifying and evaluating efficacy of interactive computerized program using motion tracking technology to improve unilateral neglect in patients with chronic stroke. *Medicine*, 97(38), e11932.
- Mainetti, R., Sedda, A., Ronchetti, M., Bottini, G., y Borghese, N. A. (2013). Dunkneglect: video-games based neglect rehabilitation. *Technology and Health Care*, 21(2), 97-111.
- Moher, D., Liberati, A., T., Tetzlaff, J., Altman, D. G., y PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097

- Muñoz-Marrón, E., Redolar-Ripoll, D., y Zulaica-Cardoso, A. (2012). Nuevas aproximaciones terapéuticas en el tratamiento de la heminegligencia: la estimulación magnética transcraneal. *Revista de Neurología*, 55(5), 297-305.
- Navarro, M. D., Lloréns, R., Noé, E., Ferri, J., y Alcañiz, M. (2013). Validation of a low-cost virtual reality system for training street-crossing. A comparative study in healthy, neglected and non-neglected stroke individuals. *Neuropsychological rehabilitation*, 23(4), 597-618.
- Ogourtsova, T., Souza-Silva, W., Archambault, P. S., y Lamontagne, A. (2017). Virtual reality treatment and assessments for post-stroke unilateral spatial neglect: a systematic literature review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(3), 409-454.
- Ricci, R., Salatino, A., Garbarini, F., Ronga, I., Genero, R., Berti, A., y Neppi-Mòdona, M. (2016). Effects of attentional and cognitive variables on unilateral spatial neglect. *Neuropsychologia*, 92, 158-166.
- Ringman, J. M., Saver, J. L., Woolson, R., F., Clarke, W. R., y Adams, H. P. (2004). Frequency, risk factors, anatomy, and course of unilateral neglect in an acute stroke cohort. *Neurology*, 63(3), 468-474.
- Ríos-Lago, M., Periañez, J. A., y Rodríguez-Sánchez, J. M. (2008). Neuropsicología de la atención. En Tirapu-Ustárrroz, J., Ríos-Lago, M., y Maestú, F. (Eds.), *Manual de Neuropsicología* (pp. 149-188). Barcelona: Viguera.
- Rizzo, A. S., y Kim, G. J. (2005). A SWOT analysis of the field of virtual reality rehabilitation and therapy. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 14(2), 119-146.
- Rose, F. D., Brooks, B. M., y Rizzo, A. A. (2005). Virtual reality in brain damage rehabilitation: review. *Cyberpsychology and Behavior*, 8(3), 241-262.
- Sedda, A., Borghese, N. A., Ronchetti, M., Mainetti, R., Pasotti, F., Beretta, G., y Bottini, G. (2013). Using virtual reality to rehabilitate neglect. *Behavioural neurology*, 26(3), 183-185.
- Schultheis, M. T. Himelstein, J., y Rizzo, A. A. (2002) Virtual reality and neuropsychology: upgrading the current tools. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17(5), 378-394.
- Sherrington, C., Herbert, R. D., Maher, C. G., y Moseley, A. M. (2000). PEDro. A database randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. *Manual Therapy*, 5(4), 223-226.
- Tonin, L., Pitteri, M., Leeb, R., Zhang, H., Menegatti, E., Piccione, F., y Millán, J. D. R. (2017). Behavioral and cortical effects during attention driven brain-computer interface operations in spatial neglect: A feasibility case study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11:336.

- Weiss, P. H., Marshall, J. C., Zilles, K., y Fink, G. R. (2003). Are action and perception in near and far space additive or interactive factors? *Neuroimage*, 18(4), 837-846.
- Van Kessel, M. E., Geurts, A. C. H., Brouwer, W. H., y Fasotti, L. (2013). Visual scanning training for neglect after stroke with and without a computerized lane tracking dual task. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7:358.
- Yasuda, K., Muroi, D., Hirano, M., Saichi, K., y Iwata, H. (2018). Differing effects of an immersive virtual reality programme on unilateral spatial neglect on activities of daily living. *BMJ Case Reports*, 2018, DOI: 10.1136/bcr-2017-222860
- Yasuda, K., Muroi, D., Ohira, M., y Iwata, H. (2017). Validation of an immersive virtual reality system for training near and far space neglect in individuals with stroke: a pilot study. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 24(7), 533-538.

Anexos

Anexo I: Metodología PRISMA

➤ Título

1. *Título*: Identificar el estudio como una revisión sistemática, un meta-análisis o ambos.

➤ Resumen

2. *Resumen estructurado*: Proporcionar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuentes de datos; criterios de elegibilidad del estudio; participantes e intervenciones; estudio de los métodos de valoración y síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos clave.

➤ Introducción

3. *Razón del estudio*: Describir el motivo de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce.
4. *Objetivos*: Proporcionar una declaración explícita de las preguntas que se están abordando, en referencia a los participantes, las intervenciones, las comparaciones y los resultados (PICO).

➤ Método

5. *Protocolo y registro*: Identificar si existe un protocolo de revisión y dónde se puede acceder.
6. *Criterios de elegibilidad*: Especificar las características del estudio y de los artículos revisados (p. e., años considerados, lenguaje, etc.) utilizados como criterios de elegibilidad.
7. *Fuentes de información*: Describir todas las fuentes de información utilizadas para la búsqueda, y la fecha de la última búsqueda.
8. *Búsqueda*: Presentar la estrategia de búsqueda electrónica completa para al menos una base de datos, incluidos los límites utilizados, de manera que pueda repetirse.
9. *Selección de estudios*: Indicar el proceso para seleccionar los estudios.
10. *Proceso de recopilación de datos*: Describir el método de extracción de datos de los artículos (p. e., formularios piloto, independientemente, en duplicado), y cualquier proceso para obtener y confirmar los datos de los investigadores.
11. *Datos de los artículos*: Enumerar y definir todas las variables para las que se buscan datos, y todas las suposiciones y simplificaciones realizadas.

12. *Riesgo de sesgo en estudios individuales*: Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios individuales (incluida la especificación de si esto se realiza a nivel del estudio o del resultado) y cómo se usará esta información en cualquier síntesis de datos.
13. *Medidas de resumen*: Indicar las principales medidas de resumen (p. e., índice de riesgo, diferencia en las medias).
14. *Síntesis de resultados*: Describir los métodos de manejo de datos y combinar los resultados de los estudios.
15. *Riesgo de sesgo entre los estudios*: Especificar cualquier evaluación de riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulada (p. e., sesgo de publicación, informes selectivos dentro de los estudios).
16. *Análisis adicionales*: Describir los métodos de análisis adicionales si se realizan, indicando cuáles fueron preespecificados.

➤ **Resultados**

17. *Selección de estudios*: Proporcionar el número de estudios seleccionados, evaluados para determinar su elegibilidad e incluidos en la revisión, con razones para las exclusiones en cada etapa, idealmente con un diagrama de flujo.
18. *Características de los estudios*: Para cada estudio, presentar las características para las cuales se extrajeron los datos (p. e., tamaño del estudio, PICO, período de seguimiento) y proporcionar las citas.
19. *Riesgo de sesgo dentro de los estudios*: Presentar datos sobre el riesgo de sesgo de cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación a nivel de resultados.
20. *Resultados de los estudios individuales*: Para todos los resultados considerados (beneficios o daños) presentar, para cada estudio: datos de resumen simples para cada grupo de intervención, y estimación de efectos e intervalos de confianza, idealmente con un diagrama de bosque.
21. *Síntesis de resultados*: Presentar los resultados de cada meta-análisis realizados, incluidos los intervalos de confianza y las medidas de consistencia.
22. *Riesgo de sesgo entre los estudios*: Presentar los resultados de cualquier evaluación de riesgo de sesgo entre los estudios.
23. *Análisis adicionales*: Proporcionar los resultados de análisis adicionales, si se realizan.

➤ **Discusión**

24. *Resumen de evidencias*: Resumir los hallazgos principales, incluida la fuerza de la evidencia para cada resultado principal, considerando su relevancia para los grupos clave.
25. *Limitaciones*: Discutir las limitaciones a nivel de estudio y resultado (p. e., riesgo de sesgo) y a nivel de revisión (p.e., recuperación incompleta de la investigación identificada, sesgo de informe).
26. *Conclusiones*: Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otra evidencia e implicaciones para futuras investigaciones.

➤ **Financiamiento**

27. *Financiamiento*: Describir las fuentes de financiamiento para la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (p. e., suministro de datos), y el papel de los financiadores para la revisión sistemática.

Anexo II: Escala PEDro

Ítem	NO	SÍ
1. Los criterios de elección fueron especificados.	0	1
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos).	0	1
3. La asignación fue oculta.	0	1
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.	0	1
5. Todos los sujetos fueron cegados.	0	1
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.	0	1
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.	0	1
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 58% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.	0	1
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar".	0	1
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.	0	1
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.	0	1