



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

Beneficios de la realidad virtual en la recuperación de la función manual y del miembro superior en niños con hemiplejía espástica: una revisión sistemática

Presentado por: Iván Sebastián Martínez

Tutora: Marta Correyero León

Soria, a 5 de junio de 2023

RESUMEN:

Introducción. La parálisis cerebral infantil (PCI) es la causa más frecuente de discapacidad física en la población infantil. Concretamente, la hemiplejía espástica, afecta a la funcionalidad de un hemicuerpo, principalmente del miembro superior. Otros signos importantes son la espasticidad y la disminución de fuerza. Dentro de los tratamientos conservadores se encuentran las técnicas de fisioterapia, como el ejercicio o la terapia de movimiento inducido por restricción (CIMT), encontrándose en auge el tratamiento mediante realidad virtual (RV).

Objetivos. Analizar los efectos de la RV en la mejora de la función manual, la fuerza, la espasticidad y el equilibrio de los niños con PCI hemipléjica.

Metodología. Se realizó una revisión sistemática de la literatura publicada en las diferentes bases de datos siguiendo los criterios PRISMA, incluyendo ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) que evaluaran la efectividad de la RV en comparación con otras técnicas de tratamiento conservador o CIMT, en niños con PCI hemipléjica, así como diferentes modalidades de juego.

Resultados. Una vez finalizado el proceso de selección de artículos, se incluyeron 8 estudios y un análisis secundario. 279 niños fueron analizados en la presente revisión, cuyas edades estaban comprendidas entre 7 y 13 años. En comparación con la fisioterapia convencional, se observaron efectos positivos de la RV en la función manual, la fuerza, la espasticidad y el equilibrio. Por el contrario, no se observó que la RV resultase más beneficiosa que la CIMT en la potenciación de la función manual. En la presente revisión también se analizaron diversos juegos de RV, encontrándose diferencias entre unos y otros, en términos de equilibrio o fuerza de diferentes grupos musculares.

Conclusiones. Las terapias de RV parecen ser más eficaces para mejorar la función manual, la fuerza, la espasticidad o el equilibrio que la fisioterapia convencional. Es necesario que futuras investigaciones desarrollen protocolos de tratamiento estandarizados, con mayores tamaños muestrales y un seguimiento a largo plazo.

Palabras clave. Hemiplejía espástica; realidad virtual; miembro superior.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
LISTADO DE ABREVIATURAS	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS.....	10
3.1 Objetivo general	10
3.2 Objetivos específicos	10
4. METODOLOGÍA.....	10
4.1 Criterios de selección:	11
4.1.1 Criterios de inclusión	11
4.1.2 Criterios de exclusión	11
4.2 Selección de artículos:.....	12
4.3 Medidas de evaluación metodológica:.....	12
5. RESULTADOS:.....	12
5.1 Selección de artículos:.....	12
5.2 Características de los estudios incluidos en la revisión	14
5.3 Características de las intervenciones:.....	21
5.4 Calidad metodológica de los estudios	21
5.5 Análisis de la eficacia terapéutica.....	25
5.5.1 Función manual	25
5.5.2 Fuerza.....	25
5.5.3 Espasticidad	26
5.5.4 Equilibrio.....	26
6. DISCUSIÓN	27
7. CONCLUSIONES.....	29
8. BIBLIOGRAFÍA	30
9. ANEXOS.....	I

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo	13
-----------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estrategia de búsqueda	10
Tabla 2: Características de los estudios incluidos en la revisión	15
Tabla 3: Características de las intervenciones	22
Tabla 4: Evaluación de la calidad metodológica. Escala PEDro	24

LISTADO DE ABREVIATURAS

BBT: Box and Blocks Test.

BOTMP: Prueba de Competencia Motora Bruininks-Oseretsky.

CIMT: Terapia de Movimiento Inducido por Restricción.

COPM: Medida Canadiense de Rendimiento Ocupacional.

DASH: Disability of Arm, Shoulder and Hand.

DE: Desviación Estándar.

ECAs: Ensayos Clínicos Aleatorizados.

ES: Extremidad Superior.

FTP: Fisioterapia.

GC: Grupo Control.

GE: Grupo Experimental.

GMFCS: Sistema de clasificación de la función motora gruesa.

HD: Hemiplejía Derecha.

HI: Hemiplejía Izquierda.

HPT: Ninehole Peg.

MACS: Sistema de clasificación de la habilidad manual.

MeSH: Medical Subject Headings.

N: Muestra.

PBS: Pediatric Balance Scale.

PCI: Parálisis Cerebral Infantil.

PEDI: Pediatric Evaluation of Disability Inventory.

PEDro: Physiotherapy Evidence Database.

PMAL-R: Revised Pediatric Motor Activity Log.

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses.

QUEST: Quality of Upper Extremity Skills Test.

ROM: Rango de Movimiento.

RV: Realidad Virtual.

1. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral infantil (PCI) es “un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura, que causan limitación en la actividad, y se atribuyen a trastornos no progresivos que ocurrieron en el cerebro fetal o infantil en desarrollo” (1,2). Es la causa más frecuente de discapacidad física en la población infantil, situándose la incidencia en 2-3 niños por cada 1000 nacidos vivos (1-8).

Su etiología es multifactorial, y se cree que en un 80% de los casos se debe a factores prenatales, como parto prematuro, alteraciones de la placenta, infecciones (como la corioamnionitis), retraso del crecimiento intrauterino, acidosis, hemorragia intracraneal, traumatismos, asfisia o gestación múltiple (1,8-10). El 5-10% corresponde a complicaciones perinatales, como situaciones de hipoxia en el parto (11). Por último, un 10-20% se debe a factores postnatales, como meningitis, encefalitis, intoxicaciones o traumatismos (1,10).

Existen principalmente tres tipos de PCI según el trastorno motor, ordenadas de menor a mayor según su prevalencia en: atáxica, distónica y espástica (1). La espástica, es la más prevalente (80%) y se produce por una afectación de la corteza cerebral. Se caracteriza principalmente por incremento del tono muscular, generando así espasticidad (1,4).

La PCI espástica también se subdivide en función de los miembros afectados, abarcando la PCI hemipléjica un 30 % aproximadamente de todos los casos de esta (3,12-14). Este tipo se caracteriza por déficits tanto motores como sensoriales de un solo lado del cuerpo (6), principalmente de las extremidades superiores (3,6,9,12,14), por lo que la mayoría de los niños tienen la capacidad de caminar de una forma independiente, aunque se ha observado que realizan un sobreuso de la pierna no afecta, de un modo compensatorio (5,15).

El frecuente predominio de la afectación de la extremidad superior en los niños con PCI hemipléjica puede favorecer la existencia de importantes limitaciones para realizar sus actividades diarias, como el juego, el autocuidado o la educación (4-7,12,13,16). Además, el pobre control motor que presentan incrementa el riesgo de caídas, (5,14), por lo que un síntoma a tener en cuenta es la pérdida de equilibrio, esencial para la adaptación del control postural a la hora de cambiar de actividad (3,15). Debido a esto, desarrollan movimientos más lentos, con estereotipias motoras y trayectorias inusuales de la mano para poder adaptarse al entorno (9). Además, se suele observar un patrón postural común en los niños que padecen PCI, adoptando una actitud de flexión y pronación del brazo, con la mano cerrada, el pulgar aducido (9,14) y una notable limitación a la extensión activa de muñeca (14), lo que propicia la imposibilidad por parte de los niños de realizar tareas básicas como transportar, manipular o agarrar objetos (3,6,12,14). Además, presentan otros síntomas motores como disminución de la fuerza, restricción del rango de movimiento, debilidad muscular, trastornos de la coordinación (3,5,14), y espasticidad; esto último produce un aumento de los reflejos osteotendinosos, hipertonia, y alteración en el patrón de marcha (marcha en tijeras) (10). También se encuentran síntomas no motores como alteraciones sensoriales, propioceptivas o cognitivas (4,12), epilepsia y deficiencias del habla, visión o audición (3,5,11,14).

En relación con lo anterior, cabe destacar que la mayoría de los autores coinciden en que el primer síntoma que aparece en estos niños es la llamada “*preferencia manual, desprecio manual o desatención del desarrollo*” (6,12,13,16), es decir, los niños con el tiempo tienden a dejar de usar la mano afectada, o, en caso de utilizarse, dejan de hacerlo con una calidad óptima, lo cual repercute directamente en bajas puntuaciones del sistema de clasificación de la función motora gruesa (GMFCS) y el sistema de clasificación de habilidad manual (MACS) (6). Se ha observado que a la hora de realizar actividades bimanuales solo hacen uso de la extremidad sana, teniendo así que compensar con otras partes del cuerpo, preferentemente el tronco (16). De este modo, se puede producir debilidad y contractura muscular, degeneración ósea o asimetría en los movimientos (14,16).

En cuanto a las modalidades de tratamiento disponibles, existen dos corrientes bien diferenciadas, si bien el tratamiento temprano y multidisciplinar se considera de vital importancia. La primera corresponde a técnicas médico – quirúrgicas, orientadas a mejorar la funcionalidad, corregir la deformidad y reducir el dolor de estos pacientes. Algunos de los ejemplos más empleados son la inyección de toxina botulínica tipo A o algunos medicamentos antiespásticos como el baclofeno o el diazepam, etc. En cuanto a las opciones quirúrgicas, las más llevadas a cabo son las osteotomías reconstructivas en casos de displasias de cadera, y la rizotomía dorsal selectiva (8,10).

Por otro lado, las terapias convencionales, como la fisioterapia o la terapia ocupacional, son la base de tratamiento en este tipo de patologías neurológicas (3,4,8), principalmente mediante técnicas basadas en el ejercicio terapéutico con el objetivo de prevenir y mejorar la falta de movilidad, como son el entrenamiento de fuerza y resistencia, ejercicios de equilibrio, terapia de movimiento inducido por restricción (CIMT) (4,8) o el concepto Bobath (10).

Recientemente se ha observado que enfatizar la “práctica masiva”, basada en el aprendizaje motor puede ser beneficioso para hacer frente a las deficiencias de estos niños, puesto que se fundamentan en la repetición de tareas orientadas a objetivos concretos con una correcta retroalimentación (7,13). Es precisamente la repetición continuada la que permite al cerebro restaurar una habilidad o adquirir una nueva, gracias a las transmisiones sinápticas que permiten la neuroplasticidad (4,5). Un ejemplo de práctica masiva es la ya mencionada CIMT, la cual tiene la desventaja de conllevar una elevada frustración en el niño y una carga para las familias (16). Debido a que en este tipo de técnicas no está muy presente el componente motivacional, se propuso la realidad virtual (RV) como nueva estrategia de tratamiento (13,16).

Los juegos de RV son una herramienta que permite a los niños interactuar a través de sus sentidos en entornos ficticios creados por una máquina, al mismo tiempo que se realizan actividades como manipulación de objetos, ejercicios de equilibrio, cognitivos, etc. (1,8). La RV es una opción novedosa de rehabilitación en patologías neurológicas, que también puede aprovecharse para la PCI, puesto que tiene múltiples ventajas, destacando la incentivación de la actividad física (17), la integración de los beneficios de la práctica masiva (7), y sus características motivacionales (3–7,15,16).

Los equipos de RV poseen múltiples sensores de movimiento que pueden servir de elemento de restricción, y, mediante retroalimentación visual o auditiva, se puede conseguir fácilmente la cooperación del niño, sin necesidad de utilizar férulas u otras órtesis (16). Los niños con hemiplejía pueden no ser capaces de sujetar o manipular de una forma correcta el mando de juego, y es por ello que muchas de las tecnologías empleadas, como la Kinect™, carecen de este elemento, y su procedimiento consiste en detectar la posición del cuerpo del paciente, permitiéndole realizar movimientos más amplios y sencillos (7). Así, el jugador tiene una visión de su cuerpo en tercera persona en la pantalla, lo cual permite la visualización de los movimientos que realiza (4). Esto se basa en los principios de la terapia espejo, facilitando los movimientos naturales y otorgando más confianza al jugador (5).

Otros dispositivos utilizados son los robots tipo exoesqueleto. Armeo®, cuenta con un soporte gravitatorio donde colocar el miembro superior, y una órtesis con 5 grados de movimiento, así como diversos sensores. Estos elementos se integran dentro de un sistema que otorga información sobre parámetros como fuerza, coordinación o rango de movimiento que se pueden adaptar a las condiciones del paciente, y permiten al paciente practicar diversos ejercicios orientados a tareas funcionales (12).

Entre las ventajas de estos dispositivos se encuentra la fácil disponibilidad, la portabilidad y el bajo coste. También, se aumenta el empoderamiento del paciente, ya que el niño o la familia pueden orientar el juego en base a sus objetivos (17). Se ha demostrado que aplicar estos videojuegos comercialmente disponibles tiene, por lo general, resultados positivos, ya que son lo suficientemente activos como para incrementar el gasto energético y la actividad física de niños con PCI, además del disfrute y del elevado cumplimiento por parte de los niños (14).

2. JUSTIFICACIÓN

La hemiplejía es una patología muy prevalente en la población pediátrica y la disfunción de la extremidad superior supone un gran obstáculo en el correcto desarrollo del niño.

Para hacer frente a estos déficits, existen numerosas técnicas de fisioterapia, como los ejercicios de fuerza, rango de movimiento y equilibrio, que han sido ampliamente estudiadas por la comunidad científica, y que han demostrado ser eficaces (3). Sin embargo, carece del componente del disfrute por parte del paciente. Es por ello por lo que la literatura publicada apoya la necesidad de encontrar estrategias de tratamiento que animen a los niños y adolescentes con PCI a practicar ejercicio físico. Una de las estrategias que pueden ser de gran utilidad es la RV, pues se ha demostrado en una serie de publicaciones que verdaderamente motiva a los niños a practicar ejercicio, proporcionando una importante estimulación ambiental (3,17).

En la actualidad, existen numerosos estudios que aportan resultados esperanzadores sobre la utilización de la RV en otras patologías neurológicas, como el accidente cerebrovascular (6), sin embargo, aunque cada vez más investigaciones encuentran beneficios en los niños con PCI (3,7), aún no hay suficiente evidencia científica que lo respalde (3–6,12,15), por lo que se propuso realizar esta revisión con el objetivo de evaluar la efectividad de las técnicas de RV para mejorar la funcionalidad de las extremidades superiores de los niños con PCI, observando así cuál es el mejor protocolo en función del tipo de ejercicio, duración y frecuencia.

3. OBJETIVOS

Los objetivos se dividieron en objetivo general y objetivos específicos.

3.1 Objetivo general

Analizar los efectos de la terapia con RV en la mejora de la funcionalidad del miembro superior en niños con PCI hemipléjica.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar los efectos de la RV en la mejora de la función manual en niños con PCI hemipléjica.
- Estudiar los efectos de la RV para incrementar la fuerza en niños con PCI hemipléjica.
- Observar los efectos que produce la RV en la mejora de la espasticidad en niños con PCI hemipléjica.
- Examinar los efectos de la RV en la mejora del equilibrio en niños con PCI hemipléjica.

4. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática siguiendo los criterios de *“Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses”* (PRISMA) (18) de la literatura publicada sobre los beneficios de la RV en niños con hemiplejia, en la funcionalidad de la extremidad superior. Para ello, se realizó una búsqueda de artículos científicos en las bases de datos Pubmed, PEDro, Cochrane Library, Web Of Science y Scopus entre el 7 y 23 de marzo de 2023. En dichas búsquedas se utilizaron los operadores booleanos AND y OR, y se incluyeron los siguientes términos MESH: *“Virtual Reality”, “Exergaming”, “Video Games”, “Virtual Reality Exposure Therapy”, “Child”, “Pediatrics”, “Adolescent”, “Cerebral Palsy”, “Hemiplegia”, “Upper Extremity”, “Hand”,* con términos grises, formando así las diferentes estrategias de búsqueda especificadas en la tabla 1.

Tabla 1. Estrategias de búsqueda.

BASE DE DATOS	ESTRATEGIA
Pubmed	("Virtual Reality"[Mesh] OR "Exergaming"[Mesh] OR "Video Games"[Mesh] OR "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh] OR "Wii" OR "Balance Board" OR "Kinect" OR "Robot" OR "Leap Motion" OR "Nintendo") AND ("Child"[Mesh] OR "Pediatrics"[Mesh] OR "Adolescent"[Mesh]) AND ("Cerebral Palsy"[Mesh] OR "Hemiplegia"[Mesh] OR "hemiplegic" OR "hemiplegic cerebral palsy" OR "unilateral cerebral palsy") AND ("Upper Extremity"[Mesh] OR "upper limb" OR "manual function" OR "Hand"[Mesh] OR "hand function")
PEDro	Virtual reality AND cerebral palsy. Virtual reality AND upper limb, topic: cerebral palsy. Wii AND cerebral palsy.
Cochrane Library	(Virtual Reality OR Exergaming OR Video Games OR Virtual Reality Exposure Therapy OR Wii OR Balance Board OR Kinect OR Robot OR Leap Motion OR

	Nintendo) AND (Child OR Pediatrics OR Adolescent) AND (Cerebral palsy OR Hemiplegia OR hemiplegic OR hemiplegic cerebral palsy) AND (Upper Extremity OR upper limb OR manual function OR Hand OR hand function)
Web of Science	(Virtual Reality OR Exergaming OR Video Games OR Virtual Reality Exposure Therapy OR Wii OR Balance Board OR Kinect OR Robot OR Leap Motion OR Nintendo) AND (Child OR Pediatrics OR Adolescent) AND (Cerebral palsy OR Hemiplegia OR hemiplegic OR hemiplegic cerebral palsy) AND (Upper Extremity OR upper limb OR manual function OR Hand OR hand function)
Scopus	((("Virtual Reality") OR ("Exergaming") OR ("Video Games") OR ("Virtual Reality Exposure Therapy") OR ("Wii") OR ("Balance Board") OR ("Kinect") OR ("Robot") OR ("Leap Motion") OR ("Nintendo"))) AND (("Child") OR ("Pediatrics") OR ("Adolescent"))) AND (("Cerebral Palsy") OR ("Hemiplegia") OR ("hemiplegic") OR ("hemiplegic cerebral palsy") OR ("unilateral cerebral palsy")) AND (("Upper Extremity") OR ("upper limb") OR ("manual function") OR ("Hand") OR ("hand function"))

4.1 Criterios de selección:

Los criterios de selección fueron divididos en criterios de inclusión y de exclusión.

4.1.1 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión de la presente revisión sistemática se redactaron en base a la pregunta PICOS:

- P (Población): pacientes pediátricos con diagnóstico de hemiplejía espástica.
- I (Intervención): terapia con RV.
- C (Comparación): fisioterapia convencional, terapia de restricción de movimiento (CIMT) o modo de juego.
- O (Resultados): mejora de la función manual, de la fuerza, de la espasticidad y del equilibrio.
- S (Diseño del estudio): ensayos clínicos aleatorizados (ECAs).

4.1.2 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión fueron:

- Artículos que incluyesen niños con otras patologías asociadas.
- Artículos que comparasen con niños sanos.
- Artículos que no estuviesen escritos en inglés o en español.
- Artículos que no se hayan podido conseguir a texto completo.
- Artículos que no aportasen datos de interés para el tema de estudio.
- Artículos que no midiesen las variables con herramientas estandarizadas.

4.2 Selección de artículos:

En primer lugar, se realizó la fase de identificación de artículos en las distintas bases de datos mediante la estrategia de búsqueda anteriormente mencionada, eliminando todos aquellos que estuviesen duplicados. Posteriormente, se aplicó el filtro de ensayos clínicos aleatorizados y se procedió a analizarlos por título y resumen. Aquellos artículos resultantes, pasaron un segundo análisis mediante su lectura a texto completo, seleccionándose los artículos definitivos para la inclusión en la revisión.

4.3 Medidas de evaluación metodológica:

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos seleccionados, se empleó la escala "Physiotherapy Evidence Database" (PEDro) (Anexo 1) (19), la cual se emplea en investigación para valorar si los artículos científicos poseen la suficiente validez interna e información estadística como para recopilar todos los datos necesarios en base al objetivo del estudio.

Esta escala consta con un total de 11 puntos, aunque el primero no se cuenta debido a que puntúa la validez externa. Los ítems 2 – 9 hacen alusión a la validez interna del artículo, mientras que el 10 y 11 indican si la información estadística es lo suficiente relevante como para interpretar los resultados de forma adecuada. Cada ítem tiene una opción de "sí" o "no", otorgándose un punto si el ítem se cumple claramente. Se considera que aquellos artículos que obtengan una puntuación de 9 o 10 en la escala, tienen una calidad metodológica excelente, entre 6 – 8 buena, entre 4 – 5 regular y por debajo de 4, mala calidad metodológica (20).

5. RESULTADOS:

A continuación, se muestran los resultados de la presente revisión.

5.1 Selección de artículos:

Una vez realizada la búsqueda de artículos en Pubmed (n = 83), PEDro (n = 68) Cochrane Library (n = 136) Web Of Science (n = 321) y Scopus (n = 249) aplicando las estrategias de búsqueda citadas, se obtuvieron un total de 857 artículos, de los cuales quedaron 568 tras la eliminación de los duplicados (n = 289). Una vez aplicado el filtro de ensayos clínicos, el número total se redujo a 392, y a continuación se procedió a realizar la lectura de estos para su posible selección, leyéndolos por título y resumen. En este punto, 341 se eliminaron y 51 se leyeron a texto completo. Tras eliminar 42 artículos, los 9 restantes fueron elegidos para su inclusión en el estudio, de los cuales, el artículo de Malick et al., (2022) B (4), es un análisis secundario del estudio de Malick et al., (2022) A (5). El proceso de selección de artículos se muestra en el diagrama de flujo (Figura 1).

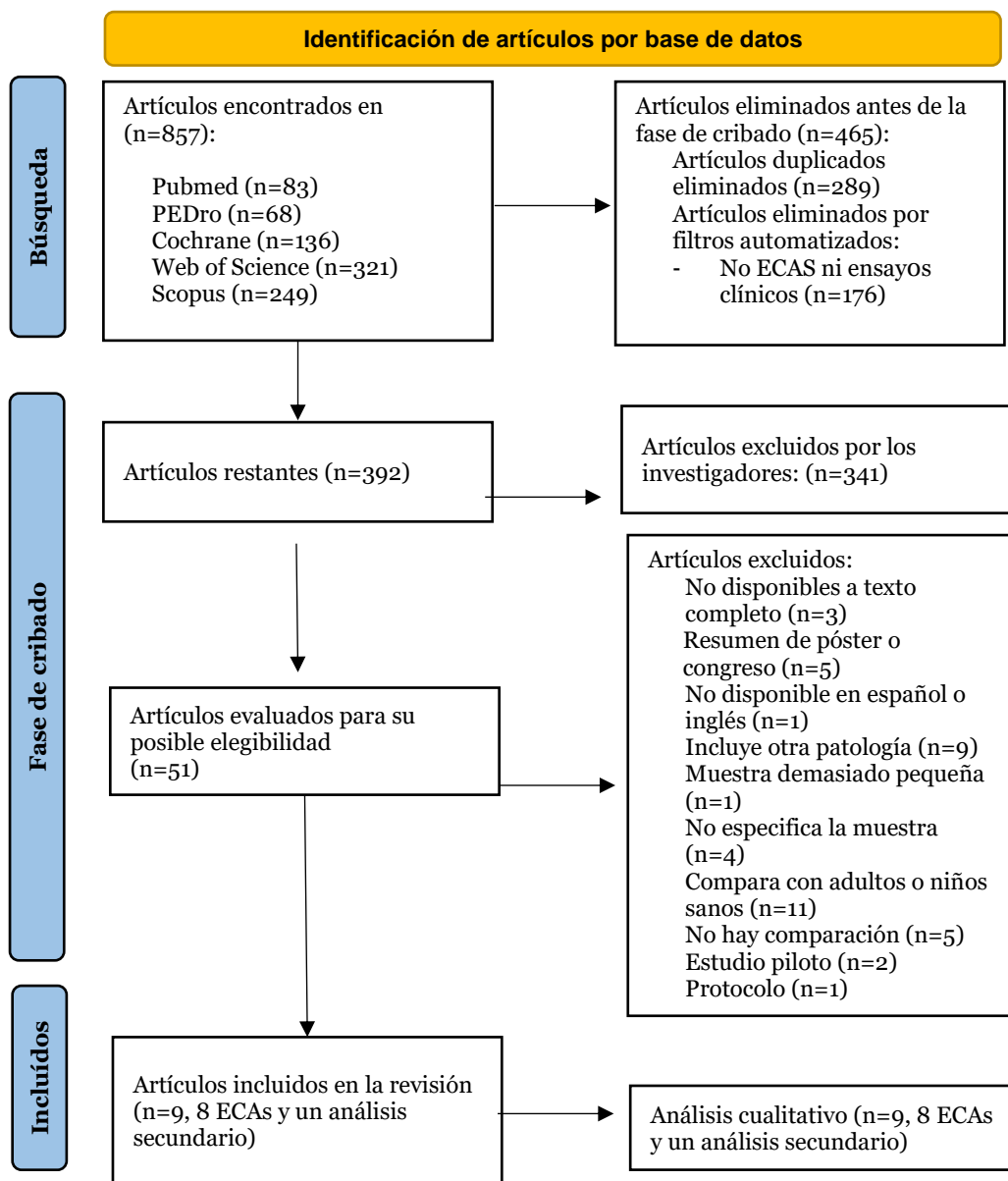


Figura 1. Diagrama de flujo

5.2 Características de los estudios incluidos en la revisión

Un total de 279 pacientes fueron analizados en los estudios seleccionados (la muestra del artículo secundario no se sumó a la muestra total), cuyas edades estaban comprendidas entre 6,8 y 13 años. Todos los niños estaban diagnosticados de PC de tipo espástico hemipléjico, aunque el lado afecto derecho (153) fue predominante frente al izquierdo (126). La mayoría de los estudios empleó la escala GMFCS (4,5,9,13,15,17) (Anexo 2) para describir la función motora gruesa de los niños, únicamente 3 artículos se decantaron por la escala MACS (12,14,16) (Anexo 3). De esta manera, 146 niños fueron clasificados como GMFCS I-III, 10 como GMFCS IV-V, 26 como MACS-I, 44 como MACS-II y 29 como MACS-III. Hubo una marcada heterogeneidad en cuanto al tamaño de las muestras, que varió de 24 (13,15) hasta 62 (17).

Se incluyeron 9 artículos, de los cuales, 6 (9,12–15,17), realizaron una comparación entre un grupo experimental de RV con un tratamiento convencional de fisioterapia. Dos estudios (13,16) compararon la RV con un programa intensivo de CIMT y, en otros 2 artículos (4,5) se comparan 3 modalidades de juego diferentes. Cabe mencionar que el artículo de Rostami et al., (2012) (13) incluyó 4 grupos diferentes, pero uno de ellos se descartó debido a que se trataba de un protocolo combinado de RV + CIMT. Los tres grupos restantes consistían en uno de RV, otro de CIMT y otro de fisioterapia convencional. En la tabla 2 se muestran las características de los artículos incluidos en la revisión, y en caso de este artículo, se denominó Rostami et al., (2012) A, a la comparación de RV con fisioterapia convencional, y Rostami et al., (2022) B, a la comparación de RV con CIMT.

Tabla 2. Características de los estudios incluidos en la revisión.

Terapia con realidad virtual vs tratamiento conservador								
Autor (año)	N (sexo)	Edad (DE)	Diagnóstico	Intervención. Grupo experimental	Intervención. Grupo control	Variable (herramienta)	Resultados principales	Seguimiento
Atasavun Uysal et al; (2016) (15)	24 GE: 8 (M), 4 (F) GC: 2 (M), 10 (F)	GE: 9,13 (2,57) GC: 10,11 (2,62)	GE: 6 HD 6 HI 9 GMFCS-I 3 GMFCS-II GC: 6 HD 6 HI 10 GMFCS-I 2 GMFCS-II	Entrenamiento con Wii™. 30 minutos al día, 2 veces por semana durante 12 semanas + FTP habitual	FTP habitual: reacciones posturales y ejercicios de equilibrio 45 minutos al día, 2 veces por semana durante 12 semanas.	Rendimiento de las actividades (COPM) Equilibrio (PBS) Actividades de la vida diaria (PEDI)	↑ GE No hay diferencias entre grupos ↑ GE vs GC ↑ GE, ↑ GC No hay diferencias entre grupos	No hay seguimiento
Bedair et al., (2016) (9)	40 GE: 12 (M), 8 (F) GC: 11 (M), 9 (F)	GE: 7,05 (0,99) GC: 7,25 (0,96)	GE: 9 HD 11 HI 20 GMFCS I-II GC: 9 HD 11 HI 20 GMFCS I-II	Entrenamiento con Xbox™. 30 minutos al día, 3 veces por semana durante 16 semanas + FTP habitual	FTP habitual: entrenamiento del miembro superior 1 hora al día durante 4 meses.	Función manual (Escala ABILHAND-Kids) Manipulación de objetos e integración visomotora (Escala de Peabody)	↑ GE vs GC ↑ GE vs GC	No hay seguimiento

Terapia con realidad virtual vs tratamiento conservador								
Autor (año)	N (sexo)	Edad (DE)	Diagnóstico	Intervención. Grupo experimental	Intervención. Grupo control	Variable (herramienta)	Resultados principales	Seguimiento
Chiu et al., (2014) (17)	62 GE: 15 (M), 17 (F) GC: 13 (M), 170 (F)	GE: 9,4 (1,9) GC: 9,5 (1,9)	GE: 16 HD 16 HI 26 GMFCS I-III 6 GMFCS IV-V GC: 15 HD 15 HI 26 GMFCS I-III 4 GMFCS IV-V	Entrenamiento con Wii™ 40 minutos al día, 3 veces por semana durante 6 semanas + FTP habitual	FTP habitual: entrenamiento del miembro superior. Fortalecimiento y coordinación.	Función manual (9HPT y prueba de función manual de Jebsen-Taylor) Fuerza de agarre (PowerTrack II) Coordinación (Tarea de seguimiento de objetivo en pantalla) Percepción de los padres sobre la función manual (Functional Use Survey)	No hay diferencias entre grupos ↑ GE vs GC No hay diferencias entre grupos ↑ GE vs GC	6 semanas. ↑ GE vs GC en fuerza de agarre y percepción de los padres No hay diferencias entre grupos en otras variables
El-Shamy (2018) (12)	30 GE: 9 (M), 6 (F) GC: 11 (M), 4 (F)	GE: 6,9 (0,8) GC: 6,8 (0,77)	GE: 11 HD 4 HI 5 MACS-I 8 MACS-II 2 MACS-III GC: 10 HD 5 HI 6 MACS-I 6 MACS-II 3 MACS-III	Terapia con exoesqueleto robot Armeo®. 45 minutos al día, 3 veces por semana durante 12 semanas	FTP habitual: estiramientos, fortalecimiento, agarre de miembro superior. 45 minutos al día, 3 veces por semana durante 12 semanas	Función manual (Escala QUEST) Espasticidad (Escala de Ashworth modificada)	↑ GE vs GC ↓ GE vs GC	No hay seguimiento

Terapia con realidad virtual vs tratamiento conservador								
Autor (año)	N (sexo)	Edad (DE)	Diagnóstico	Intervención. Grupo experimental	Intervención. Grupo control	Variable (herramienta)	Resultados principales	Seguimiento
El-Shamy et al., (2020) (14)	40 GE: 12 (M), 8 (F) GC: 14 (M), 6 (F)	GE: 9,5 (1,2) GC: 9,8 (1,4)	GE: 14 HD 6 HI 3 MACS-I 8 MACS-II 9 MACS-III GC: 14 HD 6 HI 4 MACS-I 7 MACS-II 9 MACS-III	Entrenamiento con Wii™ (4 juegos). 40 minutos al día 3 veces por semana durante 12 semanas + FTP habitual	FTP habitual: estiramientos pasivos del miembro superior, agarre, fortalecimiento. 1 hora, 3 veces por semana durante 12 semanas.	Función manual (Escala de Peabody) Fuerza de agarre (Dinamómetro) Fuerza de pinza (Dinamómetro) Espasticidad (Escala de Ashworth modificada)	↑ GE vs GC ↑ GE vs GC ↑ GE vs GC ↓ GE vs GC	No hay seguimiento
Rostami et al., (2012) A (13)	16 GE: 3 (M), 5 (F) GC: 3 (M), 5 (F)	GE: 7,66 GC: 8	No especifica nivel GMFCS o MACS GE: 5 HD 3 HI GC: 4 HD 4 HI	Sistema de ejercicio y evaluación E-link 90 minutos al día, 3 veces por semana durante 4 semanas.	FTP habitual: estiramientos, ROM, fisioterapia neurológica.	Función manual (BOTMP) Función motora diaria del miembro superior (PMAL-R)	↑ GE, ↑ GC, No hay diferencias entre grupos ↑ GE, ↑ GC, No hay diferencias entre grupos	3 meses. No hay diferencias entre grupos en ninguna de las variables

Terapia con realidad virtual vs CIMT								
Autor (año)	N (sexo)	Edad (DE)	Diagnóstico	Intervención. Grupo experimental	Intervención. Grupo control	Variable (herramienta)	Resultados principales	Seguimiento
Rostami et al., (2012) B (13)	16 GE: 3 (M), 5 (F) GC: 4 (M), 4 (F)	GE: 7,66 GC: 8,33	No especifica nivel GMFCS o MACS GE: 5 HD 3 HI GC: 2 HD 6 HI	Sistema de ejercicio y evaluación E-link 90 minutos al día, 3 veces por semana durante 4 semanas.	CIMT. 5 horas al día, 7 veces por semana durante 4 semanas (la intervención del estudio estaba dentro de este periodo y se realizaba 90 min al día, 3 veces por semana)	Función manual (BOTMP) Función motora diaria del miembro superior (PMAL-R)	↑ GE, ↑ GC, No hay diferencias entre grupos ↑ GE, ↑ GC, No hay diferencias entre grupos	3 meses. No hay diferencias entre grupos en ninguna de las variables
Shih et al., (2023) (16)	29 GE: 8 (M), 6 (F) GC: 8 (M), 7 (F)	GE: 8,487 (2,279) GC: 8,279 (2,074)	GE: 8 HD 6 HI 4 MACS-I 6 MACS-II 4 MACS-III GC: 9 HD 6 HI 4 MACS-I 9 MACS-II 2 MACS-III	CIMT con dispositivo Kinect™. 2,25 horas al día, 2 veces por semana durante 8 semanas.	CIMT 2,25 horas al día, 2 veces por semana durante 8 semanas.	Control motor de tronco y extremidades superiores (9HPT) Función motora diaria del miembro superior (PMAL-R)	Miembro superior: No hay diferencias entre grupos Tronco: ↑ GE vs GC No hay diferencias entre grupos	No hay seguimiento

Comparación entre diferentes modalidades de juego								
Autor (año)	N (sexo)	Edad (DE)	Diagnóstico	Intervención. Grupo experimental	Intervención. Grupo control	Variable (herramienta)	Resultados principales	Seguimiento
Malick et al., (2022) A (5)	30 G1: 6 (M), 4 (F) G2: 5 (M), 5 (F) G3: 7 (M), 3 (F)	G1: 8,5 (2,84) G2: 10 (2,11) G3: 7,8 (1,48)	G1: 6 HD 4 HI 7 GMFCS- I 3 GMFCS- II G2: 7 HD 3 HI 5 GMFCS- I 5 GMFCS- II G3: 2 HD, 8 HI 9 GMFCS- I 1 GMFCS- II	15 minutos al día, 3 veces por semana durante 8 semanas. G1) Entrenamiento Kinect™ juego "Bubble pop"	G2) Entrenamiento Kinect juego "Scoop´d" G3) Entrenamiento Kinect juego "Balance It"	Función manual (DASH) Equilibrio (PBS)	↑ G1, ↑ G2, ↑ G3, No hay diferencias entre grupos ↑ G1, ↑ G2, ↑ G3, ↑ G3 vs G1	No hay seguimiento
Malick et al., (2022) B (4)	30 G1: 6 (M), 4 (F) G2: 5 (M), 5 (F) G3: 7 (M), 3 (F)	G1: 8,5 (2,84) G2: 10 (2,11) G3: 7,8 (1,48)	G1: 6 HD 4 HI 7 GMFCS- I 3 GMFCS- II G2: 7 H 3 HI 5 GMFCS- I 5 GMFCS- II G3: 2 HD	15 minutos al día, 3 veces por semana durante 8 semanas. G1) Entrenamiento Kinect™ juego "Bubble pop"	G2) Entrenamiento Kinect™ juego "Scoop´d" G3) Entrenamiento Kinect™ juego "Balance It"	Fuerza muscular (Dinamometría) Rango de movimiento (Goniometría)	↑ G1, ↑ G2, ↑ G3 No hay diferencias entre grupos ↑ G3 vs G2 en la extensión de codo	No hay seguimiento

			8 HI 9 GMFCS- I 1 GMFCS- II					
--	--	--	-----------------------------------	--	--	--	--	--

N: Muestra/ **M:** Sexo masculino/ **F:** Sexo femenino/ **DE:** Desviación estándar/ **GE:** Grupo experimental/ **GC:** Grupo control/ **HD:** Hemiplejía derecha/ **HI:** Hemiplejía izquierda/ **FTP:** Fisioterapia/ **ES:** Extremidad superior/ **GMFCS:** Gross Motor Classification System/ **MACS:** Manual Ability Classification System/ **9HPT:** Ninehole Peg/ **QUEST:** Quality Of Upper Extremity Skills Test/ **CIMT:** Constrain-induced movement therapy/ **PMAL-R:** Revised Pediatric Motor Activity Log/ **ROM:** Rango de movimiento/ **BOTMP:** Prueba de competencia motora Bruininks-Oseretsky/ **COPM:** Medida Canadiense de Rendimiento Ocupacional/ **PBS:** Pediatric Balance Scale/ **PEDI:** Pediatric Evaluation of Disability Inventory/ **BBT:** Box and Blocks Test/ **DASH:** Disability of Arm, Shoulder and Hand.

5.3 Características de las intervenciones:

En la mayoría de los artículos la duración de las sesiones de RV osciló entre 30 y 60 minutos (9,12,14,15,17), sin embargo, en 2 de ellos duración fue notablemente más corta, de 15 minutos (4,5), en otro llegó a los 90 min (13), y el que tuvo las sesiones más largas fue en el de Shih et al; (2023) (2,25 h), debido a la CIMT. La frecuencia de las sesiones de RV fue mayoritariamente de 3 por semana (4,5,9,12–14,17) aunque en 2 artículos fue de 2 (15,16). La duración total de las intervenciones más predominante fue de 8 (4,5,16) y 12 semanas (12,14,15), siendo el estudio más duradero el de Bedair et al., (2016) (9) que se extendió durante 16 semanas.

En cuanto a los dispositivos empleados, la consola Wii™ (14,15,17). y el dispositivo Kinect™ (4,5,16) son los más populares, siendo utilizados en 3 estudios cada uno. A dichas consolas les siguen el robot Armeo® (12), la Xbox™ (9) y el sistema de evaluación E-link (13).

Por último, en los estudios seleccionados se practicaron numerosos juegos diferentes. Wii Sports Resort™ fue el juego que más se utilizó, el cual incluye numerosos deportes para realizar. Los más practicados fueron baloncesto (14,15,17), tenis (9,14,15), bolos (9,14,17) o boxeo (14,15) ya que se enfocan en la potenciación del miembro superior y resultaron los más atractivos para los niños. También se incluyeron otros deportes como el frisbee (17) o el golf (9). Todos estos juegos precisaron de una ejecución de movimientos coordinada en las articulaciones del miembro superior, sobre todo hombro, codo, muñeca y dedo índice.

Otros juegos que se llevaron a cabo fueron aquellos cuyo objetivo era principalmente la mejora de la pronosupinación, por ejemplo, mediante la conducción de vehículos (9,17).

Por otro lado, los estudios de Malick et al., (2022) A (5) y Malick et al., (2022) B (4), comparan tres juegos, uno de ellos, “Bubble Pop”, tiene por objetivo explotar burbujas de la pantalla con los brazos, el segundo, “Scoop ‘d”, el niño debe recoger bolas de helado con un cono que sostiene, y en el último, “Balance It”, el niño debe abrir sus brazos para sujetar una tabla en la pantalla y evitar que se caigan diversos objetos.

El estudio de Shih et al., (2023) (16) utiliza “Adventure Island” y “Kitten Island”, dos juegos en los que los niños deben evitar obstáculos mientras capturan monstruos, y dar comida a un gato respectivamente. En ambos juegos el niño debe realizar movimientos de alcance, agarre, liberación, etcétera. Estos juegos se realizaron en un contexto de RV combinada con CIMT, por ello los niños debían usar solo la extremidad afectada, dejando la otra sobre la rodilla.

Los datos de las características de las intervenciones se muestran en la tabla 3.

5.4 Calidad metodológica de los estudios

De los 9 estudios incluidos en la revisión, uno obtuvo una puntuación de 4/10 (9), uno de 5/10 (15), 4 de 7/10 (12–14,16), 2 de 8/10 (4,5) y uno de 9/10 en la escala PEDro (17).

Los ítems y la puntuación de cada artículo se reflejan en la tabla 4.

Tabla 3. Características de las intervenciones.

Terapia con realidad virtual vs tratamiento conservador					
Estudio	Intervención	Duración de las sesiones	Frecuencia de las sesiones	Duración de la intervención	Sesiones totales
Atsavun Uysal et al; (2016) (15)	GE: entrenamiento con Wii™ + fisioterapia convencional GC: fisioterapia convencional: reacciones posturales y ejercicios de equilibrio	Wii: 30 min Fisioterapia convencional: 45 min	2 veces/semana (v/s)	12 semanas	24
Bedair et al; (2016) (9)	GE: entrenamiento con Xbox™ + fisioterapia convencional GC: fisioterapia convencional: estiramientos, fortalecimiento del miembro superior	Xbox: 30 min Fisioterapia convencional: 60 min	Xbox: 3 veces por semana Fisioterapia convencional: 7 v/s	Xbox: Fisioterapia convencional: 4 meses	Xbox: 48 Fisioterapia convencional: 120
Chiu et al; (2014) (17)	GE: entrenamiento con Wii™ GC: fisioterapia convencional: fortalecimiento y coordinación del miembro superior	40 min	3 v/s	6 semanas	12
El-Shamy (2018) (12)	GE: entrenamiento con exoesqueleto robot Armeo®. GC: fisioterapia convencional: estiramientos, fortalecimiento, agarre de miembro superior	45 min	3 v/s	12 semanas	36
El-Shamy et al; (2020) (14)	GE: entrenamiento con Wii™ + fisioterapia convencional GC: fisioterapia convencional: estiramientos pasivos del miembro superior, agarre, fortalecimiento	Wii: 40 min Fisioterapia convencional: 60 min	3 v/s	12 semanas	36
Rostami et al; (2012) A (13)	GE: entrenamiento con RV: sistema de ejercicio y evaluación E-link. GC: fisioterapia convencional: estiramientos, ROM, fisioterapia neurológica.	RV: 90 min Fisioterapia convencional: 30 min	RV: 3 v/s Fisioterapia convencional: 2 v/s	RV: 4 semanas Fisioterapia convencional: 4 semanas	RV: 12 Fisioterapia convencional: 8

Terapia con realidad virtual vs CIMT					
Estudio	Intervención	Duración de las sesiones	Frecuencia de las sesiones	Duración de la intervención	Sesiones totales
Rostami et al; (2012) B (13)	GE: entrenamiento con RV: sistema de ejercicio y evaluación E-link GC: CIMT	RV: 90 min CIMT: 5 h	RV: 3 v/s CIMT: 7 v/s	RV: 4 semanas CIMT: 4 semanas	RV: 12 CIMT: 28
Shih et al; (2023) (16)	GE: CIMT con dispositivo Kinect™. GC: CIMT	2,25 horas	2 v/s	8 semanas	16
Comparación entre diferentes modalidades de juego					
Estudio	Intervención	Duración de las sesiones	Frecuencia de las sesiones	Duración de la intervención	Sesiones totales
Malick et al; (2022) A (5) y Malick et al; (2022) B (4)	G1: entrenamiento Kinect™ juego “Bubble pop” G2: entrenamiento Kinect™ juego “Scoop’d” G3: entrenamiento Kinect™ juego “Balance It”	15 min	3 v/s	8 semanas	24

Tabla 4. Evaluación de la calidad metodológica. Escala PEDro.

Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Atasavun Uysal et al; (2016) (15)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✓	5/10
Bedair et al; (2016) (9)	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	4/10
Chiu et al; (2014) (17)	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9/10
El-Shamy (2018) (12)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	7/10
El-Shamy et al; (2020) (14)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	7/10
Rostami et al; (2012) (13)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	7/10
Shih et al; (2023) (16)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	7/10
Malick et al; (2022) A (5) y Malick et al., (2022) B (4)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	8/10

5.5 Análisis de la eficacia terapéutica

La variable más evaluada fue la función manual, la cual se valoró en 6 estudios (4,9,12–14,17). Las siguientes más estudiadas fueron la fuerza (4,14,17), el equilibrio (5,15), la espasticidad (12,14) y la función motora diaria (13,16). Por último, tan solo un estudio incluyó el rango de movimiento (4), la percepción de los padres (17), las actividades de la vida diaria (15) el rendimiento (15), la integración visomotora (9) y el control motor (16). Todos los estudios evaluados fijaron la significación estadística en un valor de $p < 0,05$.

A continuación, se detallan los resultados de las variables más evaluadas.

5.5.1 Función manual

Realidad virtual vs tratamiento conservador

Cinco estudios que comparaban la RV con fisioterapia convencional incluyeron como variable a analizar la función manual (9,12–14,17), la cual se midió en uno de ellos mediante la escala ABILHAND-Kids (9), en uno con la escala BOTMP (13) en uno con la de Peabody (14), en uno con la prueba 9HPT y la prueba de Jebsen-Taylor (17) y en uno con la escala QUEST (12). Tres de los estudios encontraron una mejoría estadísticamente significativa del grupo experimental con respecto al grupo que recibió tratamiento conservador ($p < 0,05$) (12,14) y ($p = 0,008$) (9). En cambio, 2 artículos no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (13,17), manteniéndose esto tras 6 semanas de seguimiento en el artículo de Chiu et al., (2014) (17).

Realidad virtual vs CIMT

Uno de los dos estudios que comparó la RV con CIMT analizó esta variable (13) realizando la medición con la escala BOTMP. Tanto dentro del grupo experimental en como ambos grupos de comparación (fisioterapia y CIMT) hubo diferencias estadísticamente significativas en el post-intervención ($p < 0,001$), pero no hubo diferencias estadísticamente significativas entre grupos. Además, en este estudio hubo un seguimiento 3 meses después, no encontrándose tampoco diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

Diferentes modalidades de juego

Un estudio que comparó diversos modos de juego analizó la función manual. Se observó mediante la escala DASH (4), encontrándose que dentro de todos los grupos hubo diferencias estadísticamente significativas, (“Balance It” y “Scoop’d”, $p = 0,01$) y (“Bubble Pop”, $p = 0,05$). En cambio, en ninguno hubo diferencias entre grupos.

5.5.2 Fuerza

Realidad virtual vs tratamiento conservador

Dos de los 6 estudios que compararon la RV con fisioterapia convencional analizaron la fuerza (14,17). En ambos, el instrumento utilizado fue un dinamómetro. El artículo de El-Shamy et al., (2020) (14) estudió por separado la fuerza de agarre y la pinza, mientras que en el resto analizó únicamente la fuerza de agarre. Tanto en el artículo de El-Shamy et al., (2020) como en el de Chiu et al., (2014) (17), hubo mejoras estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p < 0,05$), manteniéndose en el seguimiento a 6 semanas del último estudio.

Diferentes modalidades de juego

Dos estudios evaluaron la variable fuerza (4,7) y ninguno obtuvo significancia estadística entre grupos, si bien en el estudio de Malick et al., (2022) B (4), hubo diferencias estadísticamente significativas dentro de cada grupo. El grupo 1 ("Bubble Pop) obtuvo mejoras en los abductores, extensores y rotadores internos de hombro, flexores y extensores de codo, flexores y extensores de muñeca, pronadores y supinadores. El grupo 2 ("Scoop'd") ayudó al fortalecimiento de los flexores y rotadores internos de hombro, flexores de codo, pronadores y supinadores. El grupo 3 ("Balance It") anotó mejorías en abductores, aductores, flexores y extensores de hombro.

5.5.3 Espasticidad

Realidad virtual vs tratamiento conservador

Dos artículos introdujeron la espasticidad como variable (12,14). Ambos utilizaron la escala de Ashworth modificada para realizar sus mediciones y se observaron mejoras estadísticamente significativas entre ambos grupos, saliendo favorecido el grupo experimental frente al control ($p < 0,05$).

5.5.4 Equilibrio

Realidad virtual vs tratamiento conservador

Uno de los 6 estudios que compararon la RV con fisioterapia convencional incluyó el equilibrio como variable de estudio (15). El estudio de Atasavun-Uysal et al., (2016) (15) utilizó la escala PBS para estudiar el equilibrio. Llegó a la conclusión que el grupo experimental mejoró más que el control debido a que se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0,003$).

Diferentes modalidades de juego

El artículo de Malick et al., (2022) A (5), encontró mejoras estadísticamente significativas dentro de cada grupo en la post-intervención ($p < 0,05$). Además, detalla una mejora significativa del grupo 3 ("Balance It") frente al grupo 1 ("Bubble Pop") en la puntuación final de la escala PBS ($p = 0,02$).

6. DISCUSIÓN

La presente revisión sistemática se realizó con el objetivo principal de averiguar los efectos de la RV en la potenciación de la funcionalidad del miembro superior en niños con PCI hemipléjica.

En cuanto a los resultados de las diferentes variables analizadas, la función manual, se analizó en 5 estudios que comparaban la RV con fisioterapia convencional (9,12–14,17) encontrándose en 3 de ellos que la RV resultó ser más beneficiosa que la fisioterapia convencional (9,12,14). La variable fuerza fue analizada en 2 de los 6 estudios que realizaban la comparación con fisioterapia convencional (14,17), encontrando en ambos mejora del grupo experimental con respecto al control. Por otro lado, 2 estudios que analizaban diversos juegos también incluyeron esta variable en su estudio y, aunque no encontraron diferencias entre grupos, el estudio de Malick et al., (2022) A (5) detalla qué músculos se beneficiaron más con cada juego. La espasticidad fue estudiada en 2 artículos (12,14), encontrando diferencias estadísticamente significativas entre el grupo RV frente al grupo fisioterapia convencional. Finalmente, la variable equilibrio se analizó en 2 estudios (5,15). En el estudio de Atasavun Uysal et al., (2016) (15) la RV mostró mejores resultados que la fisioterapia convencional. Además, el estudio de Malick et al., (2022) B (4), encontró mejoras dentro de los tres grupos del estudio, aunque aquellos niños que jugaron al “Balance It”, experimentaron más mejoría que aquellos que jugaron al “Bubble Pop”.

La herramienta de evaluación de la calidad metodológica fue la escala PEDro (19). De los 9 estudios incluidos en la revisión, uno tiene una puntuación de 4/10 (9), uno de 5/10 (15), 4 de 7/10 (12–14,16), 2 de 8/10 (4,5) y uno de 9/10 en la escala PEDro (17). Por lo tanto, uno de ellos se considera de calidad metodológica excelente (17), 6 se consideran de calidad buena (4,5,12–14,16), y dos de calidad regular (9,15). Los ítems más deficientes fueron el cegamiento de los sujetos y de los terapeutas, ya que el primero no se cumple en ningún artículo, mientras que el segundo solo en uno de ellos (17). Por el contrario, en todos los estudios la asignación fue aleatoria y todos ellos aportaron medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Se encontraron en la literatura 2 revisiones sistemáticas que analizaron el efecto de algunos dispositivos no incluidos en el presente estudio, como Leap Motion o IREX System (21), además de otros como Wii™, Kinect™ (21,22) o diversos juegos de ordenador (22) para mejorar la funcionalidad de personas con hemiplejía, diplejía, o tetraplejía. Uno de ellos se centra exclusivamente en niños (22), mientras que otro incluye a personas de hasta 38 años (21). Por otro lado, una revisión sistemática se centró en la videoconsola Wii™ como método de rehabilitación del miembro superior en niños con PCI espástica (23). Otra revisión se centró en la utilidad de la Wii™ para la rehabilitación del miembro superior en niños con hemiplejía, diplejía y tetraplejía. Por último, la revisión de Montoro-Cárdenas et al., (2021) (24) estudió la utilidad de la plataforma Wii Balance Board, como medio para mejorar el equilibrio de los niños con PCI espástica unilateral y bilateral. Por tanto, actualmente no existe ninguna revisión que se centre únicamente en los beneficios de la RV en la mejora de la funcionalidad del miembro superior en niños con hemiplejía.

En cuanto a los resultados a los que se llegó en dichas revisiones, 3 encontraron buenos resultados ante la aplicación un protocolo de RV para mejorar la función manual, (21–23)

aunque una de ellas considera más beneficiosa la terapia combinada (RV + fisioterapia) (21) y otra encontró mejores resultados al aplicarla de forma aislada (23). Además, un artículo apunta que añadir la RV a un programa de fisioterapia puede ayudar a mejorar la fuerza de prensión, coincidiendo con los resultados de la presente revisión (23). Por otro lado, las revisiones encontradas parecen coincidir con los resultados del presente estudio, pues en aquellas en las que se analiza el equilibrio y el control postural, se observaron resultados muy buenos de la RV frente a la atención habitual (21,22,24). Además, la revisión de Montoro-Cárdenas et al., (2022) (23) añade dos variables no analizadas en la presente, como son los movimientos disociados de las extremidades superiores, los cuales parecen salir beneficiados ante un protocolo de RV, o la destreza manual fina y gruesa, que al contrario que la variable anterior, no obtuvo buenos resultados. Algunas de estas revisiones también se enfocaron en la funcionalidad del miembro inferior y la marcha. En este aspecto, la revisión de Chen et al., (2018) (22) concluyó que la RV es beneficiosa para ello. Por el contrario, la revisión de Fandim et al., (2021) (21) no encontró resultados positivos de la RV para mejorar la funcionalidad ni la velocidad de la marcha, aunque parece servir para incrementar la fuerza de las extremidades inferiores. Después de analizar las variables de estudio de las revisiones sistemáticas relacionadas con el tema de estudio, se observa que la presente revisión incluye la mayoría de estas, además de incorporar alguna novedad, como comparar la RV con CIMT, comparar diversos juegos, o analizar alguna variable que en el ámbito de la PCI tiene mucha importancia, como es la espasticidad o el rango de movimiento.

En cuanto a los resultados a largo plazo, únicamente 2 estudios analizados incluyeron un período de seguimiento a medio plazo (13,17), siendo de 6 semanas en el artículo de Chiu et al., (2014) (17), y de 3 meses en el de Rostami et al., (2012) (13). En este último no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, mientras que en el primero, hubo mejoras en la fuerza de agarre y percepción de los padres. En relación con esto, tan solo se ha encontrado una revisión sistemática que detalla los períodos de seguimiento que se incluyeron (21). En esta revisión se introdujeron 3 tiempos de seguimiento, a corto plazo (<3 meses), a medio plazo (3-12 meses) y a largo plazo (>12 meses), aunque en los resultados únicamente aclara lo sucedido en el seguimiento a corto plazo, informando que todas las variables se mantuvieron igual que en el post-intervención.

Todos los estudios incluidos en la presente revisión sistemática utilizan la RV, pero hay heterogeneidad en los dispositivos empleados. Tanto la Wii™ (14,15,17), como la Kinect™ (4,5,16) parecen ser las favoritas por los investigadores para utilizar en el ámbito de la rehabilitación, ya que la mayoría de los artículos las incluyen en sus terapias con RV. Por otro lado, algunos dispositivos más novedosos también se han utilizado, como robots (12) o un sistema actualizado de rehabilitación denominado E-Link™ (13). Toda esta tecnología puede ofrecer a los niños una gran variedad de juegos con los que entrenar las extremidades superiores. En esta revisión se han utilizado numerosos juegos, siendo los más populares el baloncesto (14,15,17), tenis (9,14,15) o los bolos (9,14,17), todos ellos incluidos en el videojuego Wii Sports Resort™. En cuanto a los períodos de intervención la duración de las sesiones es bastante homogénea en la mayoría de los estudios, pues oscila entre 30 y 60 minutos en 5 de ellos (9,12,14,15,17). Únicamente en 2 estudios es de 15 min (4,5) y en otros 2 es más de 90 min (13,16). Además, la frecuencia semanal es similar en todos los estudios incluidos, pues varía entre 2 y 3 veces/semana. En cuanto a la duración de las intervenciones, hay una marcada

heterogeneidad, pues va desde 4 semanas (13) hasta 16 (9), siendo lo más frecuente las 12 semanas de intervención (12,14,15).

La presente revisión sistemática cuenta con algunas limitaciones, como el hecho de haber incluido 5 bases de datos y, por consiguiente, la exclusión de otras bases de datos diferentes. El presente estudio incluyó 9 artículos, un número menor que los incluidos en algunas revisiones publicadas, debido principalmente a la rigurosidad del proceso de selección; además de contar con un artículo secundario. Otra limitación puede ser la baja calidad metodológica de algunos de los estudios incluidos, así como la heterogeneidad de los protocolos y las herramientas de valoración.

Se considera necesaria la realización de futuras investigaciones sobre los beneficios de la RV en la población infantil con parálisis cerebral, con el objetivo de establecer el protocolo que beneficia más a estos niños, además de la realización de estudios con un mayor tamaño muestral, mayor homogeneidad en las herramientas de valoración y con un correcto seguimiento a medio y a largo plazo.

7. CONCLUSIONES

- La RV parece ser un método eficaz para mejorar las disfunciones motoras en los niños con hemiplejía espástica.
- La RV resulta beneficiosa para mejorar la función manual de los niños con hemiplejía espástica, en comparación con la fisioterapia convencional.
- La RV resulta beneficiosa para mejorar la fuerza de agarre y prensión de los niños con hemiplejía espástica, en comparación con la fisioterapia convencional.
- La RV resulta beneficiosa para reducir la espasticidad en los niños con hemiplejía espástica, en comparación con la fisioterapia convencional.
- La RV puede mejorar el equilibrio de los niños con hemiplejía espástica, en comparación con la fisioterapia convencional.
- Son necesarias futuras investigaciones con mayores tamaños muestrales, protocolos homogeneizados y mayor continuidad de las evaluaciones a lo largo del tiempo.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Servicio de Asistencia Psiquiátrica y Coordinación Sociosanitaria, Dirección Técnica de Atención Primaria, Gerencia Regional de Salud, Federación ASPACE de Castilla y León, Gerencia de Servicios Sociales. Guía para el seguimiento de la parálisis cerebral en atención primaria. 1ed. 2017; 11–38.
2. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DiL, et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers*. 2016; 2:15082.
3. Kassee C, Hunt C, Holmes MWR, Lloyd M. Home-based Nintendo Wii training to improve upper-limb function in children ages 7 to 12 with spastic hemiplegic cerebral palsy. *J Pediatr Rehabil Med*. 2017; 10(2):145–54.
4. Malick WH, Butt R, Awan WA, Ashfaq M, Mahmood Q. Effects of Augmented Reality Intervention on the Range of Motion and Muscle Strength of Upper Extremity in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Clinical Trial. *Games Health J*. 2022; 11(3):168–76.
5. Malick WH, Butt R, Awan WA, Ashfaq M, Mahmood Q. Effects of Augmented Reality Interventions on the Function of Upper Extremity and Balance in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Clinical Trial. *Front Neurol*. 2022; 13:895055.
6. Goyal C, Vardhan V, Naqvi W, Arora S. Effect of virtual reality and haptic feedback on upper extremity function and functional independence in children with hemiplegic cerebral palsy: a research protocol. *Pan African Medical Journal*. 2022; 41:155.
7. Fluet GG, Qiu Q, Kelly D, Parikh HD, Ramirez D, Saleh S, Adamovich SV. Interfacing a haptic robotic system with complex virtual environments to treat impaired upper extremity motor function in children with cerebral palsy. *Dev Neurorehabil*. 2010; 13(5):335–45.
8. Vitrikas K, Dalton H. Cerebral Palsy: An Overview. *American Academy of Family Physicians*. 2020; 101(4):214–20.
9. Bedair R, Al-Talawy H, Shoukry K, Abdul-Raouf E. Impact of virtual reality games as an adjunct treatment tool on upper extremity function of spastic hemiplegic children. 2016; 9(6):1–8.
10. Krigger KW. Cerebral Palsy: An Overview. *Am Fam Physician*. 2006; 73(1):91–100.
11. Morgan C, Fethers L, Adde L, Badawi N, Bancalé A, Boyd RN, et al. Early Intervention for Children Aged 0 to 2 Years with or at High Risk of Cerebral Palsy: International Clinical Practice Guideline Based on Systematic Reviews. Vol 175, *JAMA Pediatrics*. American Medical Association; 2021;175(8):846–58.
12. El-Shamy SM. Efficacy of Armeo® Robotic Therapy Versus Conventional Therapy on Upper Limb Function in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2018; 97(3):164–9.
13. Rostami HR, Arastoo AA, Nejad SJ, Mahany MK, Malamiri RA, Goharpey S. Effects of modified constraint-induced movement therapy in virtual environment on upper-limb

- function in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: A randomised controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2012; 31(4):357–65.
14. El-Shamy SM, El-Banna MF. Effect of Wii training on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Physiother Theory Pract*. 2020; 36(1):38–44.
 15. Atasavun Uysal S, Baltaci G. Effects of Nintendo Wii™ Training on Occupational Performance, Balance, and Daily Living Activities in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: A Single-Blind and Randomized Trial. *Games Health J*. 2016; 5(5):311–7.
 16. Shih TY, Wang TN, Shieh JY, Lin SY, Ruan SJ, Tang HH, Chen HL. Comparative effects of kinect-based versus therapist-based constraint-induced movement therapy on motor control and daily motor function in children with unilateral cerebral palsy: a randomized control trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2023; 20(1):13.
 17. Chiu HC, Ada L, Lee HM. Upper limb training using Wii Sports Resort™ for children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized, single-blind trial. *Clin Rehabil*. 2014; 28(10):1015–24.
 18. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372:n71.
 19. Escala PEDro – PEDro [Internet]. [Consultado 24 Abril 2023]. Disponible en: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>
 20. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother*. 2020; 66(1):59.
 21. Fandim JV, Saragiotto BT, Porfírio GJM, Santana RF. Effectiveness of virtual reality in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review of randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2021; 25(4):369–86.
 22. Chen Y, Fanchiang HD, Howard A. Effectiveness of Virtual Reality in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Phys Ther*. 2018; 98(1):63–77.
 23. Montoro-Cárdenas D, Cortés-Pérez I, Ibancos-Losada M del R, Zagalaz-Anula N, Obrero-Gaitán E, Osuna-Pérez MC. Nintendo® Wii Therapy Improves Upper Extremity Motor Function in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19(19):12343.
 24. Montoro-Cárdenas D, Cortés-Pérez I, Zagalaz-Anula N, Osuna-Pérez MC, Obrero-Gaitán E, Lomas-Vega R. Nintendo Wii Balance Board therapy for postural control in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2021; 63(11): 1262–75.

9. ANEXOS

Anexo 1: Escala PEDro.	
1. Los criterios de elección fueron especificados	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
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)	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
3. La asignación fue oculta	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
5. Todos los sujetos fueron cegados	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
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"	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/>

Anexo 2: Sistema de clasificación de la función motora gruesa (GMFCS).	
Nivel I	Camina sin restricciones
Nivel II	Camina con limitaciones
Nivel III	Camina utilizando un dispositivo manual auxiliar de la marcha
Nivel IV	Auto-movilidad limitada, es posible que utilice movilidad motorizada
Nivel V	Transportado en silla de ruedas

Anexo 3: Sistema de clasificación de la habilidad manual (MACS).	
Nivel I	Manipula objetos fácil y exitosamente
Nivel II	Manipula la mayoría de los objetos, pero con un poco de reducción en la calidad y/o velocidad del logro
Nivel III	Manipula los objetos con dificultad; necesita ayuda para preparar y/o modificar actividades
Nivel IV	Manipula una limitada selección de objetos fácilmente manipulables en situaciones adaptadas
Nivel V	No manipula objetos y tiene habilidad severamente limitada para ejecutar aún acciones sencillas