

Universitat de Lleida



Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia

Grado en Fisioterapia

La realidad virtual como tratamiento para la mejora del equilibrio y del patrón de marcha en niños con diplejía espástica: una revisión sistemática.

Virtual reality as a treatment for the improvement of balance and walking performance in children with spastic diplegia: a systematic review.

Por: Nàdia Jiménez Miras

Tutor: Carles Casanova Gonzalvo

Trabajo de final de grado

Curso 2016/2017

26/05/17

Índice

Índice de tablas	4
Índice de figuras	4
Lista de abreviaturas	5
Resumen	7
Abstract	8
1. Introducción	9
1.1. Parálisis cerebral infantil	9
1.1.1. Prevalencia	10
1.1.2. Etiología	11
1.1.2.1. Prenatales	12
1.1.2.2. Perinatales.....	12
1.1.2.3. Postnatales.....	12
1.1.3. Clasificación PCI	13
1.2. Espasticidad.....	15
1.2.1. Valoración de la espasticidad.....	16
1.3. Diplejía espástica.....	17
1.3.1. Tratamiento.....	18
1.4. Realidad virtual (RV)	18
1.5. Justificación.....	19
2. Objetivos	20
2.3. Objetivo general	20
2.4. Objetivos específicos.....	20
3. Metodología	21
3.1. Pregunta de investigación	21
3.2. Estrategia de búsqueda.....	21

3.3. Criterios de inclusión y exclusión	22
3.4. Resultados de la estrategia de búsqueda	23
3.5. Evaluación de la calidad metodológica.....	25
3.6. Evaluación de los resultados.....	28
4. Resultados	29
5. Discusión	37
6. Limitaciones.....	40
7. Conclusión	41
8. Bibliografía.....	42
9. Anexos.....	46
Anexo I: escala de Ashworth Modificada.....	46
Anexo II: escala de Tardieu Modificada	47
Anexo III: secciones D y E de la Gross Motor Function Measure (GMFM) ...	48
Anexo IV: Modelo Cuestionario CASPe.....	50

Índice de tablas

Tabla I	Aproximación a la epidemiología de la espasticidad en función de su etiología	11
Tabla II	Tabla PICO	21
Tabla III	Estrategia de búsqueda	22
Tabla IV	Criterios de inclusión y exclusión	23
Tabla V	Tabla CASPe	26
Tabla VI	Tabla de resultados.	31
Tabla VII	Resumen de los resultados obtenidos	36
Tabla VIII	Limitaciones y errores sistemáticos	40
Tabla IX	Escala de Ashworth Modificada	46
Tabla X	Escala de Tardieu Modificada	47

Índice de figuras

Figura I	Clasificación de la PCI según Agarwal e Indreshwar	14
Figura II	Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda	24
Figura III	Sección D de la GMFM	48
Figura IV	Sección E de la GMFM	49
Figura V	Cuestionario Caspe.	50

Lista de abreviaturas

10Mwt	10 Minutes Walk Test
10SCT	10 Steps Climbing Test
BBS	Escala de Equilibrio de Berg
CASPe	Critical Appraisal Skills Programme Español
ECA	Estudio Aleatorizado
EMA	Escala Modificada de Ashworth
EMT	Escala Modificada de Tardieu
FFRT	Functional Forward Reach Test
FSRT	Functional Sideways Reach Test
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
GMFM	Gross Motor Function Measure
GMPM	Gross Motor Performance Measurement
HTA	Hipertensión Arterial
MRC	Medical Research Council modificada
PBS	Pediatric Balance Scale
PCI	Parálisis Cerebral Infantil
PDMS-2	Escala de Desarrollo Motor
PEDI	Pediatric Evaluation of Disability Inventory
ROM	Arco de Movimiento
RS	Revisión Sistemática
RV	Realidad Virtual
SMS	Neurona motora superior
SNC	Sistema Nervioso Central
STST	Sit-To-Stand Test

TGGT	Timed Get Up and Go Test
TUG	Timed-up and Go Test
VE	Entorno Virtual
Wee-FIM	Functional Independence Measure for Children

Resumen

Pregunta de investigación: ¿Es efectivo el tratamiento con realidad virtual para la mejora del equilibrio y del patrón de marcha en niños con diplegia espástica?

Objetivos: GENERAL; Analizar diferentes usos de la RV aplicada al tratamiento en fisioterapia de la diplegia espástica. ESPECÍFICOS; comprobar la eficiencia de la RV como tratamiento para mejorar el equilibrio y el patrón de marcha en niños con diplegia espástica, y valorar su efecto motivacional en comparación al tratamiento convencional.

Metodología: se realizó una búsqueda de literatura en las bases de datos PubMed, ScienceDirect y el metaCercador entre diciembre de 2016 y febrero de 2017. Se incluyeron estudios clínicos aleatorizados, cuya población consistía en pacientes con parálisis cerebral infantil que realizaran un tratamiento con realidad virtual.

Resultados: se han revisado un total de 5 estudios publicados entre 2010 y 2016. La población total fue de 145 pacientes con edades comprendidas entre 4 y 18 años.

Conclusión: aunque los resultados hayan sido favorables para la RV como tratamiento competente de la diplegia espástica, solamente se ha valorado en una ocasión la técnica de forma aislada y no acompañada de otros ejercicios. No existen suficientes estudios que determinen la efectividad del tratamiento del equilibrio con realidad virtual, por lo que se propone el tratamiento combinado con técnicas convencionales.

Palabras clave: revisión sistemática, parálisis cerebral infantil, diplegia espástica, realidad virtual.

Abstract

Review question: is virtual reality an effective treatment for improving balance and walking performance in children with spastic diplegia?

Objectives: GENERAL; To analyze different uses of VR applied to the physical therapy treatment of spastic diplegia. SPECIFIC; To verify the efficiency of VR as a treatment to improve balance and walk performance in children with spastic diplegia and assess its motivational effect in comparison to the conventional treatment.

Methodology: a literature search was conducted in the PubMed, ScienceDirect and metaCercador databases between December 2016 and February 2017. Randomized clinical trials were included whose population consisted of patients with Children Cerebral Palsy who underwent treatment with virtual reality.

Results: a total of 5 studies published between 2010 and 2016 were reviewed. The total population was 145 patients aged between 4 and 18 years.

Conclusion: although the results have been favorable for VR as a competent treatment of spastic diplegia, only in one occasion this technique has been evaluated in an isolated way and not accompanied by other exercises. There are not enough studies that determine the effectiveness of balance treatment with virtual reality, so is proposed to combine it with conventional techniques.

Key words: systematic review, children, cerebral palsy, spastic diplegia, virtual reality.

1. Introducción

1.1. Parálisis cerebral infantil

La parálisis cerebral infantil (PCI), se caracteriza por una anomalía en el desarrollo de las conductas sensitivo-motora, mental-psíquica, afectiva-social, emocional y del lenguaje. Esto se debe a la alteración de los patrones regulares del neurodesarrollo durante el proceso de maduración cerebral (1). Los trastornos del tono postural y del movimiento asociados, se traducen en una limitación funcional (2).

Rosenbaum et al. (3) define la parálisis cerebral infantil como una alteración en el cerebro en desarrollo, causada por un conjunto de trastornos de carácter crónico no progresivos.

También se encuentra definida, según su sintomatología, como un cuadro de problemas motores no evolutivos, aunque, sin embargo, pueden experimentar cambios. Los síntomas se deben a una malformación cerebral durante las primeras etapas de su desarrollo (4).

Hoy en día, está ampliamente aceptada la definición dada en el Taller Internacional para la Definición y Clasificación de la Parálisis Cerebral en Bethesda (EEUU) en 2004:

“Grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, que causan limitación en la actividad, atribuidos a una lesión no progresiva en el cerebro en desarrollo en el periodo fetal o durante la infancia. El trastorno motor se acompaña con frecuencia, de alteraciones de la sensibilidad, cognición, comunicación, percepción, comportamiento y/o epilepsia” (5).

Por lo tanto, se puede decir que no existe una definición exacta de la PCI, aunque si se puede determinar que todas ellas coinciden en que dicha patología viene determinada por un conjunto de trastornos neuromotores no progresivos durante el desarrollo cerebral del feto o durante la infancia (6).

1.1.1. Prevalencia

Se considera que la PCI representa uno de los trastornos más comunes en niños y afecta aproximadamente 2 de cada 1000 recién nacidos (entre 1,5 y 2,5 de cada 1000 en Europa) (4, 5).

Se han publicado artículos en los que se relaciona la prevalencia de dicha patología con el peso de los recién nacidos prematuros, suponiendo un 2,4/1000; 11,2 por cada 1000 los niños prematuros con un peso comprendido entre 1500 y 2499 gramos; 63,5/1000 para los que pesan menos de 1500 gramos (6).

En una revisión sistemática publicada en el año 2008 por Hirtz et al. (6), determinó la prevalencia de la PCI según la edad gestacional, con la cual se observó como a medida que aumenta la edad gestacional, disminuye la prevalencia de 146/1000 (niños nacidos entre 22 y 27 semanas) hasta 62/1000 en los nacidos entre las semanas 28 y 31. Así mismo, la proporción disminuye hasta 7 de cada 1000 cuando el nacimiento se sitúa entre las 32 y 36 semanas y a 1,13/1000 en los niños nacidos en el tiempo pertinente.

En el artículo de Vivancos et al. (2) el año 2007, se representó que la prevalencia de la PCI en España es de entre 70.000 y 80.000 afectados de la población total, lo cual se traduce a 2 niños de cada 1000 (Tabla I).

En estudios recientes, se ha observado que la prevalencia de la PCI ha aumentado en los países desarrollados a causa de la supervivencia en partos prematuros. Los valores obtenidos han sido superiores a 3 de cada 1000, aunque del mismo modo, parece que los niveles se están equilibrando (7).

Sellier et al. comprobaron que desde 1985 a 2003, se registró un 2% de descenso anual de la prevalencia de PCI en niños nacidos con pesos muy bajos o moderados (PCI moderada a severa). Además, asociaron la prevalencia de dicha patología y el descenso de la mortalidad en neonatos a las mejoras en atención sanitaria (8).

Tabla I: Aproximación a la epidemiología de la espasticidad en función de su etiología (2).

Patología	Prevalencia	% espasticidad en la patología	Personas afectadas en España ^a
Ictus [67-71]	2-3 por cada 100 habitantes	20-30%	180-230.000 personas con espasticidad postictus
TCE [72]	1-2 por cada 1.000 habitantes (moderado-grave)	13-20% (moderado-grave)	6-12.000 personas con espasticidad post-TCE
Lesiones medulares [13,14,20,73,74]	Prevalencia: 27 por 100.000 habitantes Incidencia: 1,6 por 100.000 habitantes	60-78%	8-10.000 personas con espasticidad tras lesión medular
EM [75]	60 por 100.000 habitantes	84%	20-25.000 personas con EM-espasticidad
PCI [23,76,77]	2 de cada 1.000 nacidos vivos	70-80%	70-80.000 personas con PCI-espástica

^a Cálculos considerando una población española de 45 millones de habitantes: resultaría una prevalencia de 300.000-400.000 personas en España. TCE: traumatismo craneoencefálico; EM; esclerosis múltiple; PCI: parálisis cerebral infantil.

1.1.2. Etiología

Actualmente, las causas de la PCI siguen siendo múltiples y difícilmente determinables (9). Existe más de un 30% de casos en que no se han podido asociar factores de riesgo ni se conoce la etiología concreta (8). La PCI está asociada a anomalías en el sistema nervioso central (SNC), primera motoneurona o neurona motora superior (SMS) (1) .

Los factores de riesgo se clasifican en prenatales, perinatales o postnatales (8).

1.1.2.1. Prenatales

Existen casos en que las malformaciones o dismorfias no necesariamente implican alteraciones en el SNC, por lo que se atribuye la causa a malformaciones genéticas durante el desarrollo del SNC del feto, afectando las áreas motoras funcionales del cerebro: corteza cerebral, ganglios basales y cerebelo (1).

Las causas prenatales representan aproximadamente el 85% de las causas de PCI y se diferencian en (1, 8, 9):

- Factores maternos: alteraciones en la coagulación, hipertensión (HTA), preeclampsia, infecciones intrauterinas, tóxicos, hemorragias, hipertiroidismo.
- Alteraciones placentarias: infecciones, trombosis en el lado materno o fetal.
- Factores fetales: retraso en el crecimiento intrauterino, gestación múltiple.

1.1.2.2. Perinatales

En cuanto a los factores perinatales, mediante diversos estudios con una amplia población, se llegó a la conclusión que tan solo entre un 6 y un 10% de los niños que habían padecido asfixia perinatal desarrollaban PCI. Se asociaron diversos factores de riesgo al caso aislado de la asfixia para explicar la etiología del desarrollo de dicha patología por problemas durante el parto (10).

Otros factores relacionados son la prematuridad, factor que representa el 35% de los recién nacidos con PCI, bajo peso al nacer, asfixia perinatal, infección perinatal, fiebre materna durante el parto, infección del SNC o sistémica y hemorragia intracraneal (1).

1.1.2.3. Postnatales

Aproximadamente el 10% de los casos de PCI vienen dados por causas postnatales, asociadas mayormente a infecciones del SNC y traumatismos craneales (10).

Otras causas postnatales pueden ser: hemorragia intracraneal, hidrocefalia y presencia de tumores intracraneales durante los primeros años de vida del niño (1).

1.1.3. Clasificación PCI

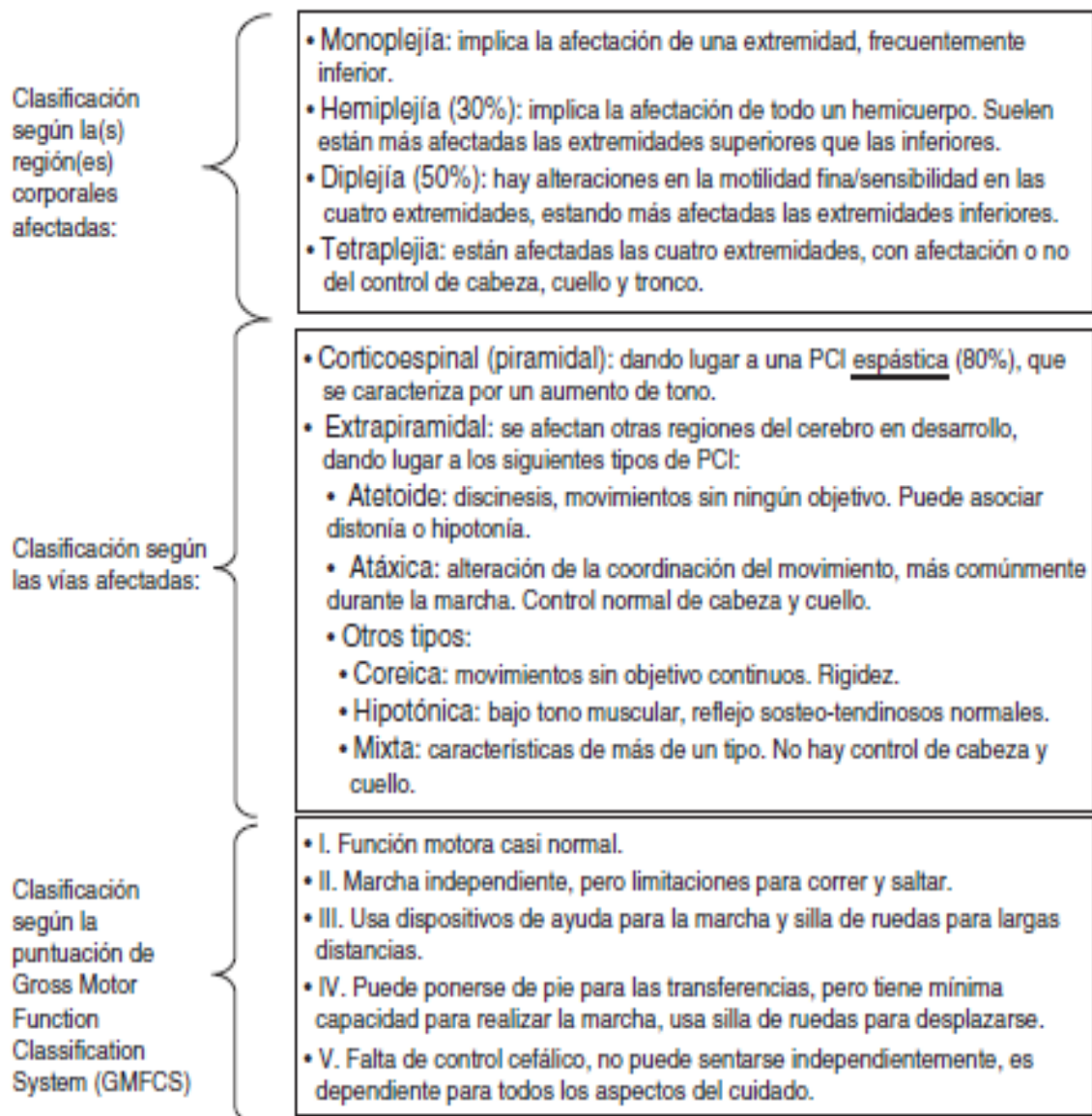
La clasificación de dicha patología también genera controversia. Algunos autores consideran necesario determinar el tipo de PCI de acuerdo al sitio anatómico (piramidal, extrapiramidal y cerebeloso), según la etiología (prenatal, perinatal y postnatal), de acuerdo a la clínica que presenta (espástica, discinética, atáxica, hipotónica y mixta), en función de la región anatómica que presenta afectación motriz (tetraplejía o tetraparesia, diplejía o disparesia, hemiplejía o hemiparesia, triplejía o tri paresia, monoplejía), y según la fisiopatología (hipotonía, hipertonia, espasticidad, ataxia, discinesia) (1, 10).

Según Agarwal e Indreshwar, la clasificación para la PCI debe valorar la región corporal afectada, las vías alteradas y, además, según la puntuación en la Gross Motor Function Classification System (GMFCS) (Figura 2) (8).

La PCI espástica es la más común, se da en un 70% de los casos y puede cursar con tetraplejía, diplejía o hemiplejía (9, 11). La diplejía espástica es la forma más común (9).

En cuanto a la discinética, se da entre el 60% y 70% de los casos de PCI por factores perinatales, mientras que las de tipo atáxica e hipotónica se registran con menos frecuencia (9). En el caso de la PCI mixta, Rosenbaum et al. (12) consideraron en su artículo "A report: the definition and classification of cerebral palsy", que es recomendado valorar las alteraciones del tono y de la movilidad presentes en cada sujeto para que de esta forma sea más útil clínica y etiológicamente.

Figura I: Clasificación de la PCI según Agarwal e Indreshwar (8).



1.2. Espasticidad

La espasticidad se conoce como un incremento en la actividad del reflejo miotático, es decir, un aumento del tono muscular cuando este es estirado. Dicha hiperactividad es debida a la alteración del control inhibitorio central por una lesión en el haz piramidal, afectando la SMS, de modo que es imposible para el sujeto mantener un tono muscular adecuado (2, 4, 5, 13). Además de la hiperactividad del reflejo miotático, la resistencia a ser estirado se asocia, también, a la unidad musculotendinosa (13).

Las vías descendentes están compuestas por una mayor cantidad de conexiones inhibitoras que estimuladoras. Cuando se produce una lesión, existe un déficit de la función inhibitora y, consecuentemente, las señales de este tipo que llegan a la asta anterior se ven reducidas (13).

En el niño con PCI, además de la alteración del control motor, la espasticidad se manifiesta como una disminución de la capacidad muscular de generar fuerza y una restricción que impide un crecimiento normal del mismo. Cuando la espasticidad se da en la infancia, las deformidades osteoarticulares son frecuentes, pues se encuentran en etapa de crecimiento, por lo que existe una alteración de la remodelación del hueso (2, 5).

Clínicamente, la espasticidad aparece cuando el músculo está siendo estirado de forma pasiva. Puede aparecer el efecto de hoja en navaja, en el que el músculo cede al movimiento de forma brusca. Además, existe hiperreflexia y, en casos de mayor gravedad, la reacción a estímulos no nociceptivos es exagerada. El signo de Babinski es positivo en la mayoría de casos (4, 13).

De acuerdo a la ley de Delpech, la espasticidad progresa hasta llegar a un estadio crónico, afectando, como se ha expuesto anteriormente, los tejidos blandos (14).

1.2.1. Valoración de la espasticidad

En la actualidad, las escalas para la valoración de la espasticidad más ampliamente usadas son la escala modificada de Ashworth (EMA) (Anexo I) y la escala modificada de Tardieu (EMT) (Anexo II). Aun así, la bibliografía indica que deben ser complementadas con otras medidas de valoración, pues se ha observado que no valoran la espasticidad de forma global (14).

Para la valoración de la espasticidad se usa la EMA. Se realiza una movilización en todo el arco de movimiento (ROM) de la articulación en cuestión con la que se comprometen los músculos a un estiramiento pasivo. Según el grado de resistencia que oponga, se clasificará en diferentes valores: 0 cuando existe un tono muscular normal y se va aumentando gradualmente hasta llegar a un 4 (existe un grado de hipertonía extremo) (4, 15).

La EMT registra el grado de resistencia del músculo cuando se realiza un estiramiento pasivo rápido (R1) y al realizar el estiramiento pasivo lentamente (R2). La diferencia entre ambos datos determinará si se trata o bien de una contractura muscular (poca diferencia entre R1 y R2), o bien existe un componente dinámico importante (diferencia significativa entre R1 y R2) (16, 17)

Para complementar, existen escalas para valorar la frecuencia de los espasmos y la fuerza muscular con la Medical Research Council modificada (MRC) (13, 16).

Para la valoración de las funciones motoras pueden utilizarse las escalas Gross Motor Function Measure (GMFM) y la Gross Motor Function Classification System (GMFCS). La GMFM consiste en una medida observacional de la función motora gruesa en que se valoran 88 ítems, dando una puntuación de entre 0 y 4 en cada caso (13, 14, 18). En cuanto a la GMFCS, valora movimientos de inicio voluntario, como por ejemplo la sedestación, transferencias y la movilidad en cinco niveles diferenciados (14, 19). Por otro lado, la Gross Motor Performance Measurement (GMPM) permite valorar el movimiento y las condiciones cualitativas o cambios que se han dado en la motricidad gruesa en niños con PCI a lo largo del tiempo (18).

Debe darse el mismo grado de importancia a los aspectos sociales del sujeto, como la calidad de vida, de modo que se podrán valorar las consecuencias disfuncionales resultantes (14).

1.3. Diplejía espástica

La diplejía espástica es la subcategoría de PCI espástica más común (40%) y está asociada principalmente a partos prematuros (1, 9).

En este tipo de trastorno, la función motora de ambas extremidades inferiores se encuentra más alterada que en las superiores. Se puede observar un aumento del tono de la musculatura de las piernas y de la pelvis. Como resultado, la mayoría de los niños con diplejía espástica presentan un patrón de marcha alterado (marcha dipléjica), aunque generalmente pueden caminar de manera independiente (1, 9, 18, 19). Aun así, la afectación varía dependiendo de cada individuo, por lo que mientras un niño no podrá efectuar la marcha de manera autónoma, otro caso puede presentar únicamente un patrón de marcha en puntillas a causa de una hipertonía a nivel de tríceps sural (20).

El aumento de tono muscular y el desequilibrio de la fuerza resultan, con el tiempo, en la atrofia de los mismos, así como en la deformación gradual de las articulaciones (18). Además, los niños con diplejía acostumbran a tener déficits de control postural, de la coordinación y alteraciones sensoriales tales como visuales (50% de los sujetos), o auditivos (20%) (9, 18).

La marcha dipléjica se caracteriza por un patrón de equinismo y una flexión de ambas cadera y rodillas acompañado de una anteversión de pelvis e hiperlordosis lumbar. A causa de estas alteraciones, la velocidad al andar se ve reducida y el gasto energético para realizar dicha función incrementa (18).

Dichos signos empiezan a ser evidentes a partir de los 6 meses de vida al realizar volteos y sedestación, en la que se observa una posición en tijera de las EEII a causa de la hipertonía en adducción y extensión de cadera (20).

1.3.1. Tratamiento

El tratamiento de la diplejía espástica se centra principalmente en poder establecer una función muscular adecuada que permita al niño realizar una marcha estable e independiente.

Como se ha comentado anteriormente, la tendencia de la espasticidad es hacia la cronificación, por lo que es de gran importancia la atención precoz, de este modo se podrían desgravar las consecuencias osteoarticulares ligadas al proceso de crecimiento en presencia de espasticidad (2).

La propuesta del tratamiento en presencia de espasticidad infantil se basa en intervención fisioterapéutica, uso de ortesis y farmacología. El tratamiento de rehabilitación debe ser individualizado, coherente y multidisciplinario, de modo que se adapte lo mejor posible al paciente. Además, las técnicas usadas deben valorarse continuamente para modificar el tratamiento en caso de cambios. Se trabajan aspectos como el control postural, movilizaciones articulares, técnicas de facilitación neuromuscular (Bobath), estiramientos de la musculatura afectada y corrección del patrón de marcha, incidiendo en el equilibrio. En cuanto a los agentes físicos, la crioterapia, termoterapia, la hidroterapia y la electroterapia son las intervenciones de referencia actualmente (2, 9, 21).

1.4. Realidad virtual (RV)

En los últimos años, se ha empezado a introducir el término de realidad virtual en el tratamiento de la PCI.

La realidad virtual consiste en un sistema de entorno virtual (VE) que ofrece información sensorial creada mediante informática y que proporciona al sujeto la capacidad de advertir experiencias similares a la vida real. El objetivo es poder realizar un tratamiento específico mediante juegos interactivos que motiven al niño y que permitan participar en actividades situadas en el juego y que no son accesibles para él en la vida real (22, 23).

La RV puede ser inmersiva o no inmersiva. En el primer caso, se utilizan dispositivos que permiten al sujeto asociar su entorno dentro de la RV y, en segundo lugar, la no inmersiva o interactiva proporciona la capacidad de interactuar a tiempo real con la RV (21).

El uso de dispositivos de RV en el tratamiento de fisioterapia ayuda al aprendizaje mediante ensayo-error gracias al feedback visual, auditivo y propioceptivo que genera, ayudando a que el niño coja conciencia de los movimientos llevados a cabo (23).

Se ha podido observar que un tratamiento con RV, en este caso con Wii-Fit, aplicado durante un período razonable de tiempo, proporciona mejoras significativas en cuanto a la mejora del equilibrio cuando la aplicación ha sido individualizada (24).

La utilización de la RV para el tratamiento de la PCI tiene un fuerte componente motivacional, ya que permite al paciente formar parte activa de su propio tratamiento. Además, hoy en día las nuevas tecnologías despiertan un gran interés, sobre todo en la población joven (25).

1.5. Justificación

Se ha observado que el tratamiento con RV proporciona mayor seguridad a los pacientes con PCI, mejorando así el desarrollo de la actividad. El hecho que se muestren más alegres contribuye a que la resistencia y las repeticiones aumenten, traduciéndose de este modo a una mayor adherencia al tratamiento (22).

Jelsma et al. (26) coincidieron en considerar la RV como un mecanismo de adherencia al programa de rehabilitación, aunque los resultados en este caso no fueron significativos en comparación al tratamiento convencional. Por ese motivo se concluyó en que la RV necesitaba ser estudiada en combinación a la fisioterapia (tanto alternando ambas sesiones como combinándolas en una sola).

Los resultados son positivos en cuanto a la respuesta anticipatoria a movimientos voluntarios, cumpliendo los principios básicos del aprendizaje motor: la repetición del movimiento, la participación activa y el feedback de rendimiento (27).

En cuanto a la mejora del equilibrio, varios estudios determinaron que los efectos de la utilización de RV proporcionaba una mejora relevante cuando se aplicaba durante un periodo de tiempo considerable. Además, en relación al tratamiento convencional, las diferencias también resultaron importantes cuando el tiempo de aplicación del programa de rehabilitación era idéntico (32). El estudio de Urgan et al. (30) también obtuvo resultados favorables tanto como en equilibrio como en el desarrollo de habilidades motoras avanzadas.

Por otro lado, estudios han mostrado que las diferencias en los resultados entre el grupo de intervención (utilización de RV) y el grupo control (tratamiento convencional) no resultaron significativas. Aun así, coinciden en definir la RV como técnica complementaria al tratamiento por su efecto motivacional y de captación de atención (26, 33).

Este trabajo pretende revisar los efectos del uso de la RV como tratamiento para la mejora de los síntomas de un cuadro de diplegia espástica, centrando los efectos en el aumento de la autonomía de los mismos.

2. Objetivos

2.3. Objetivo general

Analizar diferentes usos de la realidad virtual aplicada al tratamiento en fisioterapia de la diplegia espástica.

2.4. Objetivos específicos

- Comprobar la eficiencia de la realidad virtual como tratamiento para mejorar el equilibrio en niños con diplegia espástica.
- Evaluar la efectividad de la realidad virtual cuanto a la mejora del patrón de marcha en niños con diplegia espástica.
- Valorar el efecto motivacional que puede tener la realidad virtual en comparación al tratamiento convencional en poblaciones jóvenes con parálisis cerebral infantil.

3. Metodología

3.1. Pregunta de investigación

Para la elaboración de la pregunta de investigación se siguieron los parámetros de la estrategia PICO (Tabla II) (28).

¿Es efectivo el tratamiento con realidad virtual para la mejora del equilibrio y del patrón de marcha en niños con diplejía espástica?

3.2. Estrategia de búsqueda

Cuando se obtuvo la pregunta de investigación se comenzó la búsqueda de estudios en las bases de datos PubMed, ScienceDirect y el metaCercador. El proceso de búsqueda y revisión de la literatura se realizó entre diciembre de 2016 y febrero de 2017.

Tabla II: Tabla PICO.

Paciente	Pacientes con diplejía espástica asociada a PCI espástica.
Intervención	Realidad virtual.
Comparación	Tratamiento convencional.
Outcomes (Resultados)	Evaluar su efectividad de acuerdo al tratamiento del equilibrio y del patrón de marcha en dichos pacientes.

Para la búsqueda de la literatura se utilizaron los siguientes términos MeSH: “virtual reality” y “spastic diplegia”. Se usaron los siguientes filtros en la base de datos PubMed: “clinical trial” y “free full text”. Para los tres buscadores se ajustaron los años de publicación entre el 2010 y el 2017 (Tabla III).

Tabla III: Estrategia de búsqueda.

Buscador	Estrategia	Filtros	Resultados
PubMed	Virtual reality AND spastic diplegia	Publicación comprendida entre 2010 y 2017.	85
ScienceDirect	Virtual reality AND spastic diplegia	Publicación comprendida entre 2010 y 2017.	52
metaCercador	Virtual reality AND spastic diplegia	Publicación comprendida entre 2010 y 2017.	32

3.3. Criterios de inclusión y exclusión

En esta revisión fueron incluidos los estudios que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión detallados en la tabla IV. Mediante la estrategia de búsqueda se revisaron los títulos y resúmenes de los artículos obtenidos y se procesó a la lectura completa de los mismos cuando fue necesario.

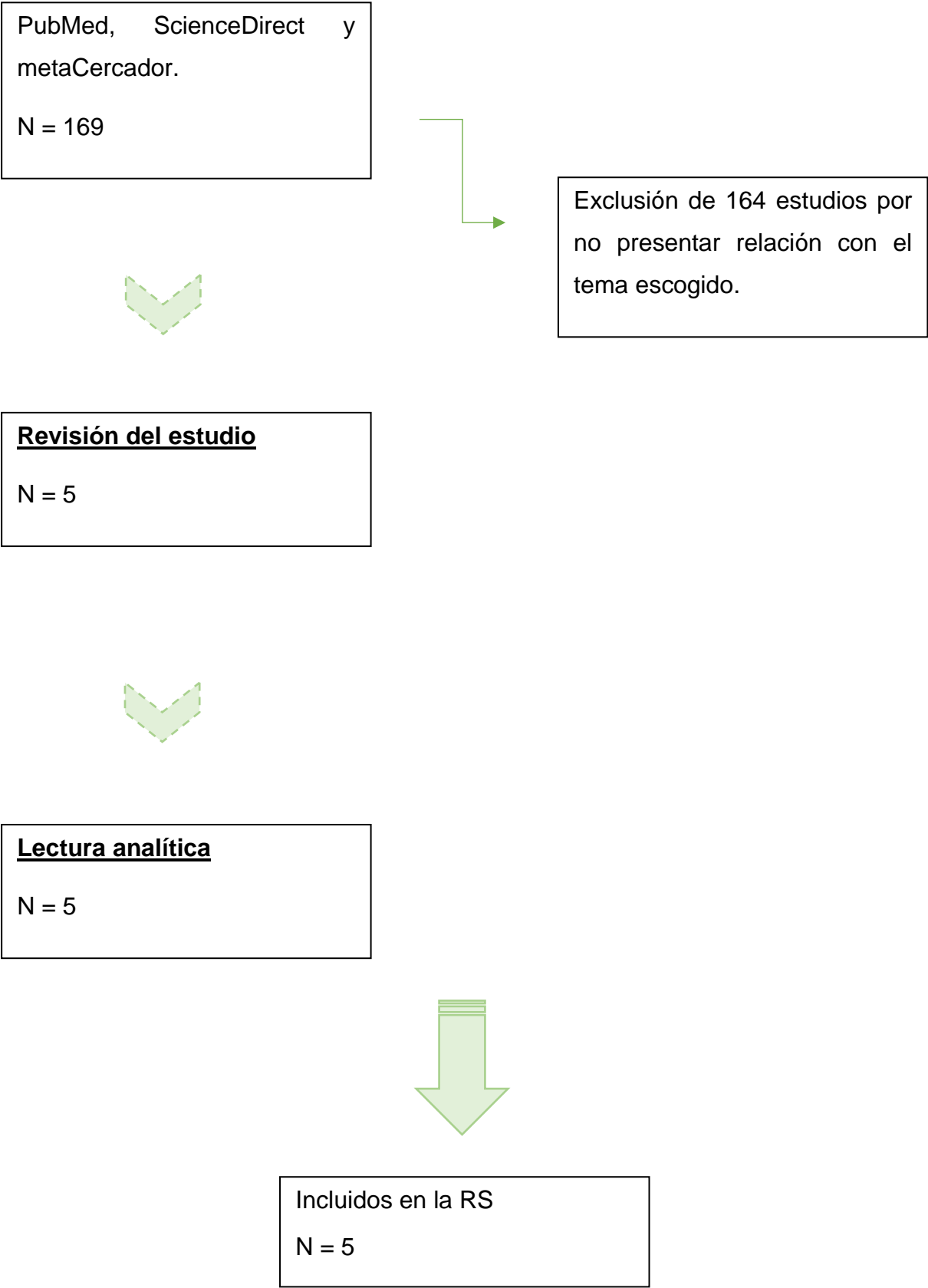
Tabla IV: Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	
Estudios aleatorizados (ECA).	Se seleccionaron ECA cuantitativos por su mayor grado de evidencia.
Pacientes infantiles diagnosticados de diplejía espástica.	Con esta revisión sistemática (RS) se busca conocer la eficacia del tratamiento de dicha patología.
Tratamiento mediante RV.	Es el tratamiento a valorar en esta RS.
Deben tener en cuenta y valorar variaciones en el equilibrio y parámetros relacionados.	Se trata del objetivo de la RS.
Criterios de exclusión	
Estudios sin grupo control.	Los resultados deben ser comparados con un grupo control para un mayor nivel de evidencia.
Únicamente acceso al resumen.	No se puede realizar una lectura crítica del estudio por falta de los apartados.

3.4. Resultados de la estrategia de búsqueda

Mediante la estrategia de búsqueda se obtuvieron 169 artículos inicialmente. Posteriormente a la lectura de los estudios, se excluyeron 164 por no cumplir los criterios de inclusión descritos en esta revisión sistemática y/o por su baja calidad metodológica. Finalmente se realizó la revisión de los 5 estudios incluidos.

Figura II: Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda.



3.5. Evaluación de la calidad metodológica

Para la evaluación del nivel de evidencia de los estudios incluidos en la RV, se utilizó el cuestionario CASPe (Critical Appraisal Skills Programme Español). Sirve de herramienta para el análisis de ensayos clínicos y valora la calidad de los mismos. Consta de 11 preguntas con respuesta de sí, no o no sé (29).

A continuación, se muestra la tabla de la aplicación del cuestionario a los estudios escogidos para la RS:

Tabla V: Tabla CASPe.

Estudios seleccionados para la revisión	(30)	(25)	(31)	(32)	(33)
¿Son válidos los resultados de este ensayo?					
<u>Preguntas de eliminación</u>	SI	SI	SI	SI	SI
1. ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?					
2. ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?	SI	SI	SI	SI	SI
3. ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?	SI	SI	SI	SI	SI
<u>Preguntas de detalle</u>	NO	NO	NO	NO	NO
4. ¿Se mantuvieron ciegos al tratamiento los pacientes, los					

clínicos y el personal del estudio?					
5. ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?	SI	SI	SI	SI	SI
6. ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Cuáles son los resultados?	La puntuación en las escalas GMFM y GMPM mejoró después del tratamiento con RV.	No se observaron diferencias significativas.	La valoración con las escalas GMFM-88, Ashworth y Berg mejoraron significativamente 3 meses después de la intervención con RV.	Se observaron mejoras importantes e inmediatas del equilibrio en estático tras el tratamiento con RV.	No se registraron diferencias importantes entre los grupos de intervención.
7. ¿Es muy grande el efecto del tratamiento?	Significativo	No significativo	Significativo	Significativo	No significativo
8. ¿Cuál es la precisión de este efecto?	$P < 0.05$	$P > 0.05$	$P < 0.05$	$P < 0.05$	$P > 0.05$

¿Pueden ayudarnos estos resultados?					
9. ¿Pueden aplicarse estos resultados en tu medio o población local?	SI	NO	SI	SI	NO
10. ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?	SI	SI	SI	SI	SI
11. ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?	SI	SI	SI	SI	SI

3.6. Evaluación de los resultados

Para la valoración de los resultados, se determinó que cuando $p \leq 0.05$ eran significativos, en cambio cuando $p > 0.05$, eran no significativos. Estos parámetros están representados en la pregunta número 7 del cuestionario CASPe.

4. Resultados

Posteriormente a la extracción de datos de los estudios revisados, sobre el tratamiento aplicado a cada grupo de la población (convencional para el grupo control y con RV para el grupo de intervención), se analizaron y sintetizaron en una tabla (Tabla VII) (26, 30-33).

Urgen et al. (30) realizaron un estudio en el que se aplicó un programa de tratamiento convencional al grupo control para la mejora del equilibrio, mientras que al grupo intervención, la fisioterapia se complementó con RV. Ambos grupos realizaron los respectivos tratamientos durante 9 semanas y fueron valorados previamente al inicio y al finalizar las sesiones. Se observaron diferencias significativas a favor del grupo de intervención en cuanto a equilibrio y el patrón de marcha.

En el estudio de Brüttsch et al. (25), se utilizó la RV como complemento a la marcha asistida robóticamente. Se comparó el grupo control, compuesto por sujetos sanos con el de intervención. A ambos se les aplicó el mismo tratamiento y con los resultados se concluyó que con la marcha acompañada de RV los niños mostraban más motivación que cuando se seguían las indicaciones de un terapeuta. Aun así, no se observaron diferencias significativas en el grupo de intervención en cuanto a mejora del equilibrio cuando se utilizó RV.

Kai et al. (31) observaron en su estudio una mejora significativa de la espasticidad y el equilibrio en el grupo al que se le aplicó RV y terapia ocupacional en comparación al control (fisioterapia y terapia ocupacional). El proceso duró 3 meses y se utilizaron gafas de realidad virtual para trabajar en el grupo de intervención.

En el estudio de Gatica et al. (32) se investigaron los efectos del tratamiento con RV en comparación al convencional. Se aplicaron durante 6 meses y se realizaron 3 valoraciones. Los resultados fueron favorables en cuanto a la RV, pues se obtuvieron mejoras en la estabilidad y el equilibrio.

Tarakci et al. (33) no obtuvieron diferencias significativas en su estudio. Compararon un tratamiento con RV y de desarrollo neuronal para el grupo de intervención, con uno con desarrollo neuronal y tratamiento convencional aplicado al grupo control. Tras 12 semanas, los resultados no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos, pero se concluyó en que la RV resulta ser un método efectivo para la motivación de los niños.

Tabla VI: Tabla de resultados.

<u>Autor y diseño</u>		<u>Pacientes</u>	<u>Intervención</u>		<u>Comparación</u>		<u>Resultados</u>
	N	Características muestra	Procedimiento	Duración	Control	Herramientas evaluación	
Urgen, M et al. (2016); ECA.	30	14♀ y 16♂ de 7-14 años. GMFCS II, sin tratamiento con toxina botulínica (BTX-A) >6 meses. Inicialmente se incluyeron n=37; 4 fueron excluidos por falta de consentimiento informado; n=2 fueron excluidos del grupo control por problemas de salud; n=1 excluido del grupo intervención por	n=15 <ul style="list-style-type: none"> 8 juegos de Nintendo® Wii-Fit para mejorar equilibrio, transferencia de peso, coordinación y tiempo de reacción: joggings plus, penguin slide, remates de cabeza a portería (heading), saltos de esquí, pelea de bolas de nieve, tilt city, perfect 10 y circuito de segway. 	<u>RV:</u> 9 semanas, 2 días a la semana, 45 minutos por sesión. <u>Fisioterapia:</u> 9 semanas, 2 días a la semana.	n=15 Tratamiento elaborado de acuerdo a las limitaciones de las AVD de cada niño; mejora de la posición de pie, agacharse, control del tronco, reacciones de equilibrio y transferencia de peso: fit balls, tabla de equilibrio, superficies blandas.	GMFM (secciones D y E) (Anexo III) GMPM TUG PBS PEDI Equilibrio: se cronometró mantenerse en pie sobre superficies blandas (ojos abiertos y cerrados), apoyo unipodal y tándem; n° de	p<0,05 (mejora intervención): sección D de la GMFM, GMPM, PBS, mantenerse en pie sobre superficies blandas, saltos unipodales.

		indicación de BTX-A.	<ul style="list-style-type: none"> Programa de fisioterapia aplicado al grupo control. 			saltos unipodales durante 30”.	
Brütsch, K et al. (2010); ECA.	18	<p>n=10 (6♀ y 4♂) con patologías neurológicas (n=3 con diplejía), n=8 (6♀ y 2♂) sanos; de 4-18 años.</p> <p>Mínimo control de la musculatura de EEII; capacidad de: señal de dolor, miedo, incomodidad, voluntad de cumplir los requisitos del estudio.</p> <p>Un sujeto excluido del grupo control por pérdida de datos.</p>	<p>n=10</p> <p>Deambulación sobre Lokomat® con 4 condiciones:</p> <p>I. Sin ayuda (BASELINE)</p> <p>II. Con instrucciones estandarizadas + participación activa (THER)</p> <p>III.VR + marcha activa (VR)</p> <p>IV.VR + THER</p> <p>Todas las condiciones con un 30% de carga del peso corporal</p>	1 día, 12 minutos.	n=8 Se aplicó el mismo programa que el grupo intervención.	<p>Output motor cuantificado mediante la suma ponderada de fuerzas ejercidas por el niño y Lokomat: cálculo en las fases de oscilación y postura en las articulaciones de cadera y rodilla.</p> <p>EVA (opinión sobre trabajar con o sin RV, valoración del entrenamiento de la marcha con asistencia robótica (RAGT) y su esfuerzo</p>	<p>No se observaron diferencias significativas entre las condiciones de deambulación.</p> <p>EVA: en ambos grupos se dio mayor motivación con VR que con THER.</p>

						durante el entrenamiento con VR).	
Kai, R Xiao, G Rong, Z Xiu, C. (2016); ECA.	35	15♀ y 19♂ de 3-6 años. GMFCS I-II Marcha autónoma(>5m). Inicialmente se incluyeron n=40; 5 excluidos por pérdida de datos.	n=19 <u>Terapia ocupacional:</u> fuerza de prensión, movilización articular de muñeca y falanges y mejora de las AVD. <u>RV:</u> programa realizado después de la terapia ocupacional; trabajo en grupo de 2 o 3 niños (coordinación y flexibilidad articular)	3 meses, 5 días a la semana, 40 minutos.	n=16 <u>Fisioterapia:</u> métodos Bobath y Rood (trabajo de inhibición refleja, equilibrio, estimulación sensorial y relajación. <u>Terapia ocupacional:</u> igual que el grupo de intervención.	PDMS-2 GMFM-88 (secciones D y E) EMA BBS	p<0,05 (mejora intervención): GMFM-88, MAS, BBS.
Gatica, V et al. (2016); ECA.	32	13♀ y 19♂ de 7-14 años. PCI hemiplejía espástica y diplejía. GMFCS/ GMFCS I-II	n=16 Nintendo® Wii-Fit con la tabla de equilibrio de Nintendo, 3 series: I. Snowboard, penguin slide super hula hoop II. Snowboard, penguin slide super hula hoop	6 semanas, 3 días a la semana, 1 hora por sesión aprox.	n=16 Realización de estiramientos, equilibrio, entrenamiento de fuerza y flexibilidad.	Área de balanceo del centro de presión (CoP _{sway}). Desviación estándar del CoP (SD).	p<0,05 (mejora intervención): CoP _{sway} con los ojos cerrados, SD lateromedial con ojos abiertos y lateromedial con ojos abiertos.

			<p>III. Respiración profunda con el juego de yoga (ojos abiertos y cerrados)</p> <p>En caso de no poder realizar las 2 primeras series, se optó por los juegos de heading y run plus.</p>			Velocidad del CoP.	
<p>Tarakci, D Huseyinsinoglu, B Tarakci, E Ozdinler, A (2016); ECA.</p>	30	<p>11♀ y 19♂ de 5-18 años. PC dipléjica (n=12), hemipléjica (n=14) y discinética (n=4). GMFCS I-II-III (BTX-A) >6 meses. >2 Ashworth Inicialmente se incluyeron n=38; 4 excluidos del grupo control (2 por decisión propia, 2 por no</p>	<p>n=15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de desarrollo neuronal (NDT): control postural y facilitación del movimiento selectiva para la mejora de la funcionalidad (normalización del tono, desarrollo perceptivomotor y sensorial, estiramientos y 	<p>12 semanas, 2 días a la semana, 50 minutos por sesión.</p>	<p>n=15</p> <ul style="list-style-type: none"> • NDT • Control de tronco, estabilización proximal, equilibrio dinámico, distribución de peso equitativa (estático y dinámico). 	<p>FFRT FSRT TGGT STST Nintendo® Wii-Fit Balance y Wii-Fit Age: se grababan los resultados de % de peso en cada EEII, el tiempo de apoyo unipodal; se determinó la edad de acuerdo a datos</p>	<p>No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en la recogida de datos post-ejercicios, aunque la tendencia fue de mayor mejora para el grupo intervención.</p>

	adaptación a los ejercicios); 4 excluidos del grupo intervención (1 por intervención quirúrgica, 2 por tratamiento alternativo, 1 por no adaptación a los ejercicios).	<p>fortalecimiento y mejora AVD).</p> <ul style="list-style-type: none"> • RV: control de tronco, correcta distribución de peso, equilibrio dinámico, conciencia corporal, percepción visual (esquí eslalon, caminar por la cuerda, tabla inclinada de equilibrio, heading). 			demográficos, índice de masa corporal (IMC) y distribución de pesos en cada pie (para determinar la dificultad de los ejercicios). 10mWT 10SCT Wee-FIM	
--	--	---	--	--	---	--

TUG Timed-up and Go Test

PBS Pediatric Balance Scale

TGGT Timed Get Up and Go Test

PEDI Pediatric Evaluation of Disability Inventory

STST Sit-To-Stand Test

PDMS-2 Escala de Desarrollo Motor

10mWT 10 Minutes Walk Test

FSRT Functional Sideways Reach Test

10SCT 10 Steps Climbing Test

BBS Escala de Equilibrio de Berg

Wee-FIM Functional Independence Measure for Children

FFRT Functional Forward Reach Test

Tabla VII: Resumen de los resultados obtenidos.

EFFECTOS	RV	/	tratamiento	convencional	
	Urgen, M et al. (2016)	Brütsch, K et al. (2010)	Kai, R Xiao, G Rong, Z Xiu, C. (2016)	Gatica, V et al. (2016)	Tarakci, Devrim Huseyinsinoglu, Burcu Ersoz Tarakci, Ela Ozdincler, Arzu Razak. (2016)
Equilibrio	S	NS	S	S	NS
Marcha	S	NS	S	-	NS

***S**: Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

****NS**: Diferencia estadísticamente no significativa ($p > 0,05$)

***-: Parámetro no valorado

5. Discusión

Esta RS se ha llevado a cabo con el objetivo de determinar la eficiencia del uso de RV en el tratamiento de la diplejía espática. Todos los estudios incluidos están comparados con el grupo control, en el cual únicamente se aplicó un tratamiento convencional. Es necesario exponer que durante el desarrollo de la misma se han ido presentando diversas limitaciones, pues excepto en uno de los estudios, el tratamiento de RV está complementado con otros ejercicios. Consecuentemente, la heterogeneidad en las intervenciones supuso que el análisis estadístico se llevara a cabo con dificultad (25, 30-33).

Los resultados fueron analizados y se pudo observar que la RV es más efectiva cuando se combina con un tratamiento convencional, en comparación a la aplicación de fisioterapia únicamente (30, 31, 32).

Urgen et al. (30) comparan en su estudio los resultados de aplicar un programa de RV y fisioterapia con el grupo control, los sujetos del cual únicamente realizaron un tratamiento convencional. Usaron las escalas GMFM, GMPM y PBS, entre otras, para valorar la mejora de la deambulación en los niños y, en su defecto, el equilibrio. Los resultados fueron favorables para el grupo de intervención, con mejoras significativas en la marcha, el gateo y al sentarse. Consideraron que el trabajo con juegos que implicaban el entrenamiento del cambio de peso entre ambas EEl incrementó la actividad del tríceps sural, del mismo modo que se observó un aumento importante del tiempo que podían conseguir los sujetos estando en apoyo unipodal. Asimismo, los resultados indicaron una participación más activa por parte del grupo de intervención, hecho asociado al factor motivacional del tratamiento con RV. Concluyen que la RV implica una mejora del equilibrio y debería complementar el programa de rehabilitación para la normalización del patrón de marcha.

Por otra parte, en el estudio de Brütsch et al. (25) investigaron el efecto inmediato de diferentes técnicas aplicadas durante el tratamiento del patrón de marcha asistida robóticamente. La investigación consistió en un grupo de investigación formado por pacientes con patologías de origen neurológico (3 de los cuales con diplejía espática), y un grupo control con sujetos sanos.

A ambos grupos se les aplicó el mismo programa compuesto por marcha con Lokomat complementada con recomendaciones del terapeuta, con RV y con una combinación de las dos condiciones. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los dos grupos, pues la participación activa fue la misma cuando se aplicaron las diferentes condiciones. Por lo tanto, no se observaron mejoras en cuanto al equilibrio dinámico y del patrón de marcha, aunque sí se reconoció el efecto motivacional que conlleva.

Kai et al., (31) por su parte, aplicaron un programa de rehabilitación compuesto por sesiones de terapia ocupacional para los dos grupos seguido por tratamiento con RV y fisioterapia (Bobath y Rood), para los grupos de intervención y el control respectivamente. Exponen que en el método Bobath, aun por su popularidad en el tratamiento para la PCI, existen carencias. En su estudio describen la RV como un método de tratamiento orientado al cumplimiento de objetivos que implica el trabajo no solo físico, sino que también mental. Comentan que representa un método de motivación extrínseca, haciendo posible que los pacientes realicen los ejercicios sin preocuparse excesivamente en lo que están haciendo e incrementando el aprendizaje motor. Sugieren que la RV ayuda a que los niños desarrollen iniciativa en cuanto al tratamiento, trabajando la propiocepción, el control motor de las EEII reduciendo la espasticidad y mejorado la función motora gruesa. Los resultados reflejaron una mejora del equilibrio y la marcha para el grupo de intervención del mismo modo que también se afirmó que aumenta la motivación de los pacientes.

El estudio de Gatica et al. (32) fue el único estudio incluido en esta RS en que el grupo de intervención únicamente recibió un tratamiento con RV, por lo que se pudo comparar directamente con un programa de rehabilitación convencional. Mediante la valoración del centro de presión pudieron observar como mejoraba tras aproximadamente 6 semanas después del tratamiento. Expresan que la repetición es la base de la neuroplasticidad, por lo que los ejercicios llevados a cabo en el grupo intervención (Wii-Fit) se realizaron varias veces en diferentes planos de movimiento. El uso de RV proporciona un feedback visual continuo el cual provoca respuestas reactivas y proactivas de control de equilibrio. En conclusión, determinaron que la RV resulta más efectiva que un tratamiento convencional en lo que a mejora del equilibrio se trata.

En cuanto al artículo de Taracki et al., (33) aunque las diferencias en su estudio entre ambos grupos no fueron significativas, sí es cierto que fue posible observar una mejora en la mayoría de las herramientas de evaluación usadas. Tanto el 10 Minutes Walk Test como el 10 Steps Climbing Test o la GMFCS registraron mejoras más evidentes en el grupo de intervención. Aun con los resultados obtenidos, la RV es considerada como una técnica competente en el tratamiento de la PCI por su efecto motivacional del niño. Además, se apunta la importancia de la misma de acuerdo a la autonomía que proporciona a los pacientes, ayudando a la mejora de las AVD para su desarrollo de la forma más independiente posible.

Otros estudios exponen que a pesar de que los resultados no muestren mejoras en el equilibrio, se propone como una técnica eficiente en cuanto al tratamiento de componentes sensitivos y de anticipación de movimientos por el trabajo activo y voluntario de los propios pacientes. Aun así, la conclusión se basa en la falta de nuevos estudios rigurosos que permitan valorar los efectos de la RV de acuerdo a la mejora del equilibrio y del patrón de marcha. Por lo tanto, se identifica dicha técnica como apoyo a otras terapias (27).

La importancia del efecto motivador se describe como un elemento necesario para asegurar la adherencia de los pacientes al tratamiento, pues este puede tener una duración indeterminada. Sin embargo, la falta de resultados significativos (se han registrado diferencias favorables para el grupo intervención, aunque poco relevantes en cuanto al feedback sensorial, procesamiento sensoriomotor y fuerza muscular en relación a la mejora del equilibrio y la marcha), no permite la elaboración de resultados más concluyentes (23, 24).

Se ha podido observar que los resultados no son contradictorios, pues la tendencia es al reconocimiento de la RV como tratamiento cualificado para la mejora del equilibrio. Por otro lado, es necesario el desarrollo de métodos de evaluación específicos para que exista un consenso en los resultados, ya que a pesar del efecto motivacional que ha sido asociado al método en los estudios, no se ha podido determinar claramente si los efectos positivos estaban asociados al uso de RV o a la complementación con esta de otras técnicas y no como tratamiento único.

6. Limitaciones

Durante el desarrollo de esta RS, se han advertido una serie de limitaciones que podrían resultar en el cuestionamiento de la fiabilidad de los resultados obtenidos (Tabla VIII).

Tabla VIII: Limitaciones y errores sistemáticos.

Sesgo de accesibilidad	No se ha realizado búsqueda en la literatura gris; inaccesibilidad a artículos en Internet.
Sesgo de exclusión	De acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión del autor se excluyeron gran cantidad de estudios.
Sesgo en el análisis crítico	La evaluación metodológica fue llevada a cabo por un único autor.
Sesgo en la evaluación de las intervenciones	La falta de homogeneidad de los estudios incluidos en esta RS representa una limitación (diferentes muestras, intervenciones y herramientas de evaluación).

7. Conclusión

Esta RS se ha llevado a cabo con el fin de comparar y valorar la RV como tratamiento de la diplegia espástica con el tratamiento convencional. Todos los estudios incluidos han utilizado la realidad virtual en los respectivos grupos de intervención con diferentes condiciones. Uno de ellos ha valorado la RV únicamente como técnica motivacional complementaria a una técnica específica.

Los resultados parecen ser favorables para el uso de RV como tratamiento eficiente en la mejora del equilibrio. Aun así, es necesario exponer que únicamente uno de los estudios ha valorado sus efectos de forma independiente, es decir, que no se ha complementado con ninguna otra técnica, y los resultados fueron significativos para el grupo intervención.

El efecto motivacional ha sido observado en todos los estudios, por lo que se podría decir que, a pesar de los resultados obtenidos que mostraban diferencias entre los grupos control y de intervención, la técnica no ha sido valorada en su totalidad de forma aislada en cuanto a la mejora del patrón de marcha. Por lo tanto, sería indicado evaluar su uso como complemento a otras técnicas, pues la adherencia ha sido mayor cuando se ha utilizado RV (el efecto motivacional es mayor en este caso).

Es necesario el desarrollo de nuevos estudios científicos aleatorizados que prueben de forma individual la técnica y la comparen con otras convencionales para valorar su efectividad como reemplazo a un programa de rehabilitación.

8. **Bibliografía**

1. Gómez S, Jaimes V, Palencia C, Hernández M, Guerrero A. Parálisis cerebral infantil. Arch Venez Pueric Pediatr. 2013;76(1):30–9.
2. Vivancos F, Pascual I, Nardi J, Miquel F, Miguel I, Martínez M, et al. Guía del tratamiento integral de la espasticidad. Rev Neurol. 2007;45(6):365–75.
3. Ruíz I, Santamaría M. Relación entre espasticidad, función motora gruesa, habilidad manual e independencia en las actividades de la vida diaria en niños con parálisis cerebral. Fisioterapia. 2016;1–7.
4. Toxqui J, Díaz R, Reyes J. Efecto inmediato del vendaje neuromuscular aplicado en tronco para disminuir la espasticidad en extremidades superiores e inferiores en niños con parálisis cerebral nivel V conforme al sistema de clasificación de la función motora gruesa. Fisioterapia. 2016;38(4):189–95.
5. Morante M, Lillo S, Cubillos A. Impacto de las nuevas terapias en el manejo de la hipertonía en el niño con parálisis cerebral. Rev Médica Clínica Las Condes. 2014;25(2):315–29.
6. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. Dev Med Child Neurol. 2013;55(6):509–19.
7. Kerr H, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin J, Damiano D, et al. Cerebral palsy. Nat Rev Dis Prim. 2016;2:1–24.
8. Sellier E, Platt M, Andersen M, Krägeloh-Mann I, De la Cruz J, Cans C. Decreasing prevalence in cerebral palsy: a multi-site European population-based study, 1980 to 2003. Dev Med Child Neurol. 2016;58:85–92.
9. Póo P. Parálisis cerebral infantil. Protoc Diagnóstico Ter la AEP Neurol Pediátrica. 2008;271–7.
10. Fejerman N, Fernández E. Trastornos motores centrales y periféricos. Parálisis cerebral. In: Neurología pediátrica. Médica Pan. Madrid.; 2007. p. 429–447.
11. Vila J, Espinoza I, Guillén D, Samalvides F. Características de pacientes con parálisis cerebral atendidos en consulta externa de neuropediatría en un hospital peruano. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2016;33(4):719–24.

12. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol*. 2007;8–14.
13. García E. Fisioterapia de la espasticidad: técnicas y metodos. *Fisioterapia*. 2004;26(1):25–35.
14. Jover E, Poveda J, Ríos E. Relación entre escalas de espasticidad y escalas de independencia y estado funcional en pacientes con parálisis cerebral. *Fisioterapia*. 2015;37(4):175–84.
15. Nakhostin N, Naghdi S, Younesian P, Shayeghan M. Inter- and intrarater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale in patients with knee extensor poststroke spasticity. *Physiother Theory Pract An Int J Phys Ther*. 2008;24(3):205–13.
16. Calderón F. Escalas de medición de la función motora y la espasticidad en parálisis cerebral. *Rev Mex Neurociencias*. 2002;3(5):285–9.
17. Haugh A, Pandyan A, Johnson G. A systematic review of the Tardieu Scale for the measurement of spasticity. *Disabil Rehabil*. 2006;28(15):899–907.
18. Kwon H, Ahn S. Correlation between the gross motor performance measurement and pediatric balance scale with respect to movement disorder in children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(8):2279–83.
19. Robles A, Rodríguez M, Zarco M, Rendón B, Mesa C, Echevarría C. Versión española de la Gross Motor Function Measure (GMFM): fase inicial de su adaptación transcultural. *Rehabilitacion*. 2009;43(5):197–203.
20. Lorente I. La parálisis cerebral. Actualización del concepto, diagnóstico y tratamiento. *Pediatr Integr*. 2007;11(8):687–98.
21. Snider L, Majnemer A, Darsaklis V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. *Dev Neurorehabil*. 2010;23(2):120–8.
22. Deutsch J, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera-Bowlby P. Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *Phys Ther*. 2008;88(10):1196–207.

23. Yagüe M, Yagüe M, Lekuona A, Sanz M. Los videojuegos en el tratamiento fisioterápico de la parálisis cerebral. *Fisioterapia*. 2016;38(6):295–302.
24. Goble D, Cone B, Fling B. Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of “Wii-search”. *J Neuroeng Rehabil*. 2014;11(12):1–9.
25. Brütsch K, Schuler T, Koenig A, Zimmerli L, Koeneke S, Lünenburger L, et al. Influence of virtual reality soccer game on walking performance in robotic assisted gait training for children. *J Neuroeng Rehabil*. 2010;7:15.
26. Jelsma J, Pronk M, Ferguson G, Jelsma-Smit D. The effect of the Nintendo Wii Fit on balance control and gross motor function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Dev Neurorehabil*. 2013;16(1):27–37.
27. Dewar R, Love S, Johnston L. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2014;57:504–20.
28. Mamédio C, Andrucioi C, Cuce M. The pico strategy for the research question construction and evidence search. 2007;15(3):508–11.
29. Cabello J. Plantilla para ayudarte a entender un Ensayo Clínico. En: CASPe. *Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica*. Alicante. 2005;5–8.
30. Urgan M, Akbayrak T, Kerem M, Çankaya O, Güçhan Z, Seda E. Investigation of the effects of the Nintendo® Wii-Fit training on balance and advanced motor performance in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: A Randomized Controlled Trial. *Int J Ther Rehabil Res*. 2016;5(4):146–57.
31. Kai R, Xiao G, Rong Z, Xiu C. Effects of virtual reality training on limb movement in children with spastic diplegia cerebral palsy. *Chin J Contemp Pediatr*. 2016;18(10):975–9.
32. Gatica V, Méndez G, Guzman E, Soto A, Cartes R, Elgueta E, et al. Wii-therapy in cerebral palsy. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2016;
33. Tarakci D, Huseyinsinoglu BE, Tarakci E, Ozdincler AR. Effects of Nintendo Wii-Fit video games on balance in children with mild cerebral palsy. 2016;1042–50.

34. Mutlu A, Livanelioglu A, Gunel M. Reliability of Ashworth and Modified Ashworth Scales in Children with Spastic Cerebral Palsy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9(44):1–8.
35. Ansari N, Naghdi S, Hasson S, Azarsa M, Azarnia S. The Modified Tardieu Scale for the measurement of elbow flexor spasticity in adult patients with hemiplegia. *Brain Inj.* 2008;28(13–14):1007–12.
36. Russell D, Rosenbaum P. Gross Motor Function Measure (GMFM) score sheet (GMFM-88 and GMFM-66 scoring). McMaster University. 2013;1–6.

9. Anexos

Anexo I: escala de Ashworth Modificada (34).

Tabla IX: escala de Asworth Modificada.

0	No increase in muscle tone.
1	Slight increase in muscle tone, manifested by a catch and release or by minimal resistance at the end of the range of motion when the affected part(s) is(are) moved in flexion or extension.
1+	Slight increase in muscle tone, manifested by a catch followed by minimal resistance through the remainder of the range of motion but the affected part(s) is(are) easily moved.
2	More marked increase in muscle tone through most of the range of movement, but the affected part(s) is easily moved.
3	Considerable increases in muscle tone, passive movement difficult.
4	Affected part(s) is (are) rigid in flexion or extension.

Anexo II: escala de Tardieu Modificada (35).

Tabla X: escala de Tardieu Modificada.

0	No resistance throughout the course of the passive movement.
1	No resistance throughout the course of the passive movement.
2	Clear catch at precise angle, interrupting the passive movement, followed by release.
3	Fatigable clonus (<10 seconds when maintaining pressure) occurring at precise angle.
4	Infatigable clonus (>10 seconds when maintaining pressure) occurring at precise angle.

Anexo III: secciones D y E de la Gross Motor Function Measure (GMFM) (36).

Figura III: sección D de la GMFM.

Item	D: STANDING	SCORE				NT
* 52.	ON THE FLOOR: PULLS TO STD AT LARGE BENCH.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	52.
* 53.	STD: MAINTAINS, ARMS FREE, 3 SECONDS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	53.
* 54.	STD: HOLDING ON TO LARGE BENCH WITH ONE HAND, LIFTS R FOOT, 3 SECONDS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	54.
* 55.	STD: HOLDING ON TO LARGE BENCH WITH ONE HAND, LIFTS L FOOT, 3 SECONDS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	55.
* 56.	STD: MAINTAINS, ARMS FREE, 20 SECONDS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	56.
* 57.	STD: LIFTS L FOOT, ARMS FREE, 10 SECONDS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	57.
* 58.	STD: LIFTS R FOOT, ARMS FREE, 10 SECONDS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	58.
* 59.	SIT ON SMALL BENCH: ATTAINS STD WITHOUT USING ARMS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	59.
* 60.	HIGH KN: ATTAINS STD THROUGH HALF KN ON R KNEE, WITHOUT USING ARMS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	60.
* 61.	HIGH KN: ATTAINS STD THROUGH HALF KN ON L KNEE, WITHOUT USING ARMS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	61.
* 62.	STD: LOWERS TO SIT ON FLOOR WITH CONTROL, ARMS FREE.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	62.
* 63.	STD: ATTAINS SQUAT, ARMS FREE.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	63.
* 64.	STD: PICKS UP OBJECT FROM FLOOR, ARMS FREE, RETURNS TO STAND.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	64.
TOTAL DIMENSION D						

Figura IV: sección E de la GMFM.

Item	E: WALKING, RUNNING & JUMPING	SCORE				NT
65.	STD, 2 HANDS ON LARGE BENCH: CRUISES 5 STEPS TO R.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	65.
66.	STD, 2 HANDS ON LARGE BENCH: CRUISES 5 STEPS TO L.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	66.
67.	STD, 2 HANDS HELD: WALKS FORWARD 10 STEPS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	67.
68.	STD, 1 HAND HELD: WALKS FORWARD 10 STEPS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	68.
69.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	69.
70.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS, STOPS, TURNS 180°, RETURNS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	70.
71.	STD: WALKS BACKWARD 10 STEPS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	71.
72.	STD: WALKS FORWARD 10 STEPS, CARRYING A LARGE OBJECT WITH 2 HANDS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	72.
73.	STD: WALKS FORWARD 10 CONSECUTIVE STEPS BETWEEN PARALLEL LINES 20cm (8") APART.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	73.
74.	STD: WALKS FORWARD 10 CONSECUTIVE STEPS ON A STRAIGHT LINE 2cm (3/4") WIDE.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	74.
75.	STD: STEPS OVER STICK AT KNEE LEVEL, R FOOT LEADING.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	75.
76.	STD: STEPS OVER STICK AT KNEE LEVEL, L FOOT LEADING.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	76.
77.	STD: RUNS 4.5m (15'), STOPS & RETURNS.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	77.
78.	STD: KICKS BALL WITH R FOOT.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	78.
79.	STD: KICKS BALL WITH L FOOT.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	79.
80.	STD: JUMPS 30cm (12") HIGH, BOTH FEET SIMULTANEOUSLY.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	80.
81.	STD: JUMPS FORWARD 30 cm (12"), BOTH FEET SIMULTANEOUSLY.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	81.
82.	STD ON R FOOT: HOPS ON R FOOT 10 TIMES WITHIN A 60cm (24") CIRCLE.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	82.
83.	STD ON L FOOT: HOPS ON L FOOT 10 TIMES WITHIN A 60cm (24") CIRCLE.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	83.
84.	STD, HOLDING 1 RAIL: WALKS UP 4 STEPS, HOLDING 1 RAIL, ALTERNATING FEET.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	84.
85.	STD, HOLDING 1 RAIL: WALKS DOWN 4 STEPS, HOLDING 1 RAIL, ALTERNATING FEET.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	85.
86.	STD: WALKS UP 4 STEPS, ALTERNATING FEET.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	86.
87.	STD: WALKS DOWN 4 STEPS, ALTERNATING FEET.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	87.
88.	STD ON 15cm (6") STEP: JUMPS OFF, BOTH FEET SIMULTANEOUSLY.....	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	88.

TOTAL DIMENSION E

Anexo IV: Modelo Cuestionario CASPe (29).

Figura V: cuestionario Caspe.

A/¿Son válidos los resultados del ensayo?

<u>Preguntas "de eliminación"</u>			
<p>1 ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?</p> <p><i>Una pregunta debe definirse en términos de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La población de estudio. - La intervención realizada. - Los resultados considerados. 	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO
<p>2 ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?</p> <p>- ¿Se mantuvo oculta la secuencia de aleatorización?</p>	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO
<p>3 ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?</p> <p>- ¿El seguimiento fue completo?</p> <p>- ¿Se interrumpió precozmente el estudio?</p> <p>- ¿Se analizaron los pacientes en el grupo al que fueron aleatoriamente asignados?</p>	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO
<u>Preguntas de detalle</u>			
<p>4 ¿Se mantuvo el cegamiento a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los pacientes. - Los clínicos. - El personal del estudio. 	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO
<p>5 ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?</p> <p><i>En términos de otros factores que pudieran tener efecto sobre el resultado: edad, sexo, etc.</i></p>	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO
<p>6 ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?</p>	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO SÉ	<input type="checkbox"/> NO

B/ ¿Cuáles son los resultados?

<p>7 ¿Es muy grande el efecto del tratamiento? <i>¿Qué desenlaces se midieron?</i> <i>¿Los desenlaces medidos son los del protocolo?</i></p>	
<p>8 ¿Cuál es la precisión de este efecto? <i>¿Cuáles son sus intervalos de confianza?</i></p>	

C/¿Pueden ayudarnos estos resultados?

<p>9 ¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local? <i>¿Crees que los pacientes incluidos en el ensayo son suficientemente parecidos a tus pacientes?</i></p>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO
<p>10 ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica? <i>En caso negativo, ¿en qué afecta eso a la decisión a tomar?</i></p>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO
<p>11 ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes? <i>Es improbable que pueda deducirse del ensayo pero, ¿qué piensas tú al respecto?</i></p>	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO