



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

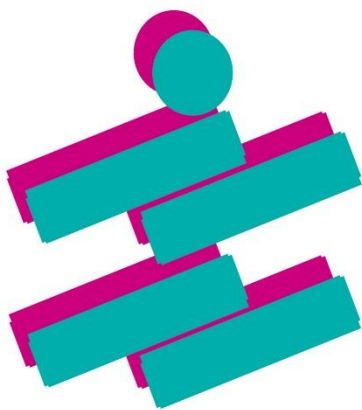
TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

Effectiveness of virtual reality in the gait rehabilitation of the spinal patient

Eficacia da realidade virtual na rehabilitación da marcha do paciente medular



Alumna: Dña. Carmen Guimaraens Raso

DNI: 48.113.489 L

Tutor: Francisco José Senín Camargo

Convocatoria: Junio 2020

Facultad de Fisioterapia

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Resumen..... | 8 |
| 1. Abstract..... | 9 |
| 1. Resumen..... | 10 |
| 2. Introducción..... | 11 |
| 2.1 Tipo de trabajo..... | 11 |
| 2.2 Motivación personal..... | 11 |
| 3. Contextualización..... | 12 |
| 3.1. Antecedentes..... | 12 |
| 3.1.1. Lesión medular..... | 12 |
| 3.1.2. Tratamiento de la lesión medular..... | 14 |
| 3.1.3. Rehabilitación de la marcha..... | 19 |
| 3.1.4. Realidad virtual..... | 23 |
| 3.2 Justificación del trabajo..... | 26 |
| 4. Objetivos..... | 27 |
| 4.1 Pregunta de investigación..... | 27 |
| 4.2 Objetivos..... | 27 |
| 4.2.1 General..... | 27 |
| 4.2.2 Específicos..... | 27 |
| 5. Metodología..... | 28 |
| 5.1 Fecha y bases de datos..... | 28 |
| 5.2 Criterios de selección..... | 28 |
| 5.3 Estrategia de búsqueda..... | 29 |
| 5.3.1 Cochrane..... | 29 |
| 5.3.2 Pubmed..... | 29 |
| 5.3.3 Scopus..... | 30 |
| 5.3.4. Web of Science..... | 30 |
| 5.3.5. PEDro..... | 31 |
| 5.4 Gestión de la bibliografía localizada..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 5.5 Selección de artículos..... | 32 |
| 5.6 Variables de estudio | 33 |
| 5.6.1.Variable equilibrio..... | 33 |
| 5.6.2. Variable sensibilidad..... | 34 |
| 5.6.3. Variable patrón de marcha | 35 |
| 5.6.4. Variable capacidad motora..... | 35 |
| 5.6.5. Variables secundarias | 36 |
| 5.7 Niveles de evidencia..... | 39 |
| 5.8. Grados de recomendación..... | 39 |
| 6. Resultados | 40 |
| 6.1. Características de la muestra..... | 40 |
| 6.2. Variables..... | 42 |
| 6.3. Registro de variables | 43 |
| 6.4. Intervención | 45 |
| 6.5. Resultados..... | 49 |
| 7. Discusión..... | 56 |
| 7.1. Características de la muestra | 57 |
| 7.2. Intervención..... | 59 |
| 7.3. Variable equilibrio..... | 59 |
| 7.4. Variable sensibilidad..... | 62 |
| 7.5. Variable patrón de marcha | 63 |
| 7.6.Variable capacidad motora | 65 |
| 7.7. Variables secundarias | 65 |
| 7.8. Limitaciones | 66 |
| 8. Conclusiones..... | 68 |
| 9. Bibliografía | 70 |
| 10. Anexos | 74 |
| Anexo 1. Tabla de selección de artículos..... | 74 |
| Anexo 2. Escala CEBM..... | 84 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla I. Estrategia de búsqueda Cochrane..... | 29 |
| Tabla II. Estrategia de búsqueda en Pubmed..... | 29 |
| Tabla III. Estrategia de búsqueda Scopus..... | 30 |
| Tabla IV. Estrategia de búsqueda WOS..... | 30 |
| Tabla V. Estrategia de búsqueda PEDro..... | 31 |
| Tabla VI. Síntesis de las variables de estudio..... | 38 |
| Tabla VII. Niveles de evidencia según la escala CEBM..... | 39 |
| Tabla VIII. Grados de recomendación según la escala CEBM..... | 39 |
| Tabla IX. Características del grupo experimental..... | 41 |
| Tabla X. Características del grupo control..... | 41 |
| Tabla XI. Variables estudiadas en cada artículo..... | 43 |
| Tabla XII. Métodos de valoración de las variables..... | 45 |
| Tabla XIII. Descripción de los métodos de intervención..... | 46 |
| Tabla XIV. Recogida de datos y duración del tratamiento..... | 48 |
| Tabla XV. Características generales de los artículos..... | 51 |
| Tabla XVI. Criterios selección de artículos..... | 74 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Formulario de valoración ASIA (3)..... | 13 |
| Ilustración 2. Diagrama de flujo..... | 32 |

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

| | |
|------------------|--|
| ABC Scale | Actividades específicas de la escala del equilibrio (Activities-specific Balance Confidence Scale) |
| ASIA | Asociación americana de lesión medular (American Spinal Injury Association) |
| BBS | Escala del equilibrio de Berg (Berg Balance Scale) |
| CDG | Centro de Gravedad |
| CDS | Escala de despersonalización de Cambridge (Cambridge Despersonalization Scale) |
| CEBM | Centro de medicina basada en la evidencia (Centre for Evidence-Based Medicine) |
| CEI | Comité de Ética de la Investigación |
| CEIC | Comité Ético de Investigación Clínica |
| DSM | Margen de estabilidad dinámico (Dynamic Stability Margin) |
| FBI | Imagen global del cuerpo (Full Body Image) |
| FFRT | Prueba del alcance funcional avanzada (Forward Functional Reach Test) |
| FIM | Medida de independencia funcional (Functional Independence measure) |
| FRS | Puntuación de alcance funcional (Functional Reach Score) |
| GC | Grupo control |
| GE | Grupo experimental |
| HRS-A | Escala de ansiedad de Hamiltgon (Hamiltgon Rating Scale for Anxiety) |
| HRS-D | Escala de depresión de Hamiltgon (Hamiltong Rating Scale for depression) |
| KVIQ-10 | Cuestionario de imaginación cinestésica y visual (Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire) |
| LEMS | Escala motora de la extremidad inferior (Lower Extremity Motor Score) |

| | |
|-----------------|--|
| LFRT | Prueba del alcance funcional lateral (Lateral Functional ReachTest) |
| LM | Lesión medular |
| LMC | Lesión medular completa |
| LMI | Lesión medular incompleta |
| LOS | Límite de estabilidad (Limit of Stability) |
| MMII | Miembros inferiores |
| MMSS | Miembros superiores |
| MOQ-BF | Versión corta de la escala de absorción del cuestionario de personalidad multidimensional (Absortion Scale of the multidimensional Personality Questionnaire-Brief Form) |
| NP | Neuropático |
| NPS | Escala de dolor neuropático (Neurophatic Pain Scale) |
| NRS | Escala de calificación numérica (Numeric Rating Scale) |
| PEDro | Physiotherapy Evidence Database |
| PGIC | Escala de impresión de mejoría global del paciente (Patients´Global Impression of Change) |
| PICO | Paciente, Intervención, Comparación, Resultado (Patient, Intervention, Comparision, Outcome) |
| POMA- B | Sección del equilibrio de la escala de movilidad de Tinetti (Balance section of the Tinetti Performance-Oriented Mobility Assesment) |
| RANDF-36 | Versión corta de la medida de la calidad de vida en relación con la salud (36 item Short Form of the Measure of Health-Related Quality of Life) |
| RCI | Índice de cambio confiable (Reliable Change Index) |
| RV | Realidad virtual |
| SCIM | Medida de la independenciam en la lesión medular (Spinal Cord Independence Measure mobility) |
| SNC | Sistema nervioso central |
| TBM | Morfometría basada en el sensor (Tensor-Based morphometry) |

| | |
|-----------------|---|
| TUG | Test de levantarse y caminar (Time up and Go test) |
| UDC | Universidad de A Coruña |
| VAS | Escala visual analógica (Visual Analogic Scale) |
| VBCT | Espesor cortical basado en Vóxel (Voxel-Based cortical thickness) |
| VBM | Morfometría basada en Vóxel (Voxel-Based Morphometry) |
| VLI | Imagen de las piernas virtuales (Virtual Leg Image) |
| WISCI II | Índice de evaluación de la marcha en la lesión medular II (Walking Index for Spinal cord Injury II) |
| WOS | Web of Science |
| XCoM-CoP | Centro extrapolado de masa relativo al centro de presión (Extrapolated Center of Mass relative to the Center of Pressure) |
| 2 MWT | Test 2 minutos marcha (2 Minutes Walk Test) |
| 6 MinWT | Test 6 minutos marcha (6 Minutes WalkTest) |
| 10 MWT | Test 10 metros marcha (10 metres Walk Test) |

1. RESUMEN

Introducción: La lesión medular es un proceso patológico producido por una interrupción neuronal en la comunicación bidireccional entre el cerebro y el resto del organismo, caracterizándose por una pérdida de las funciones motoras, sensitivas y autónomas. Uno de los objetivos más perseguidos por los pacientes medulares es la consecución de la marcha. Para ello, es necesario trabajar previamente todos los componentes de la misma, y una de las herramientas más innovadoras que se pueden utilizar se basa en el uso de diferentes sistemas de realidad virtual.

Objetivo: Conocer la eficacia de la realidad virtual en la mejora de los distintos componentes implicados en la recuperación de la marcha en personas con lesión medular.

Material y método: Se realiza una revisión bibliográfica en las bases de datos Cochrane Library, Pubmed, Scopus, Web of Science y PEDro, en los últimos cinco años, analizando cuatro variables principales: equilibrio (dinámico y estático), sensibilidad (dolor neuropático y tacto), patrón de marcha (velocidad, distancia frecuencia, anchura y longitud de paso) y capacidad motora (fuerza, esfuerzo, habilidad e imagen motora); así como otras secundarias.

Resultados: 10 artículos son seleccionados tras aplicar los criterios de selección: 5 ensayos clínicos, 4 estudios piloto y 1 caso clínico. De estos, 7 analizan la variable equilibrio, 3 la sensibilidad, 4 el patrón de la marcha, 3 la capacidad motora y 8 otras variables secundarias que también se tienen en consideración. Tras la aplicación de una intervención con realidad virtual, se observa una mejora del equilibrio dinámico, una reducción del dolor neuropático y un incremento de la velocidad de la marcha, la distancia recorrida y la fuerza. Mejora también los niveles de dependencia funcional, depresión y ansiedad, sin producir efectos secundarios, y con unos niveles de satisfacción, motivación e interacción elevados.

Conclusiones: La realidad virtual es eficaz para mejorar la marcha en personas con lesión medular.

Palabras clave : Realidad virtual, lesión medular, marcha, fisioterapia, nuevas tecnologías.

1. ABSTRACT

Background: The spinal cord injury is a pathological process produced by a neural interruption in the bidirectional communication between the brain and the rest of the organism, characterized by a loss of the motors, sensitives and autonomous functions. One of the most persuade aims by the medullary patients is the achievement of the gait. For this, is necessary to work previously all its components, and one of the most innovative tools that can be use bases in the use of different systems of virtual reality.

Objective: Know the effectiveness of the virtual reality in the improvement of the different components involved in the recovery of the gait in people with spinal cord injury.

Methods: A bibliographic review is performed in the databases Cochrane Library, Pubmed, Scopus, Web of Science and Pedro, in the last five years, analyzing four main variables: balance (dynamic and static), sensitivity (neuropathic pain and touch), gait pattern (speed, distance, frequency, width and length in steps) and motor capacity (strength, effort, skill and motor image); as well as other secondary.

Outcomes: 10 articles are selected after applying the selection criteria: 5 clinical trials, 4 pilot studies and 1 clinical case. Of these, 7 analyze the variable balance, 3 the sensitivity, 4 the gait pattern, 3 the motor capacity and 8 other secondary variables that also have in consideration. After the application of an intervention with virtual reality, observes an improvement of the dynamic balance, a reduction of the neuropathic pain and an increase of the speed of the gait, the covered distance and the strength. Improvement also the levels of functional dependency, depression and anxiety, without producing secondary effects, and with elevate levels of satisfaction, motivation and interaction.

Conclusions: The virtual reality is effective to improve the gait in people with spinal cord injury.

Keywords: Virtual reality, spinal cord injury, gait, physiotherapy, new technologies.

1. RESUMO

Introdución: A lesión medular é un proceso patolóxico producido por unha interrupción neuronal na comunicación bidireccional entre o cerebro e o resto do organismo, caracterizándose por unha perda das función motoras, sensitivas e autónomas. Un dos obxectivos mais perseguidos polos pacientes medulares é a consecución da marcha. Para iso, é necesario traballar previamente todos os compoñentes da mesma, e unha das ferramentas mais innovadoras que se poden utilizar baséase no uso de diferentes sistemas de realidade virtual.

Obxectivo: Coñecer a eficacia da realidade virtual na mellora dos distintos compoñentes implicados na recuperación da marcha en persoas con lesión medular.

Material e método: Realízase una revisión bibliográfica nas bases de datos Cochrane Library, Pubmed, Scopus, Web of Science y PEDro, nos últimos cinco anos, analizando catro variables principais: equilibrio (dinámico e estático), sensibilidade (dolor neuropático e tacto), patrón da marcha (velocidade, distancia, frecuencia, anchura e lonxitude do paso) e capacidade motora (forza, esforzo, habilidade e imaxe motora); así como outras secundarias.

Resultados: 10 artigos seleccionáronse tras aplicar os criterios de selección: 5 ensaios clínicos, 4 estudos piloto e 1 caso clínico. Destes, 7 analizan a variable equilibrio, 3 a sensibilidade, 4 o patrón de marcha, 3 a capacidade motora e 8 variables secundarias que tamén se teñen en consideración. Tras a aplicación dunha intervención con realidade virtual, obsérvase unha mellora do equilibrio dinámico, una redución do dolor neuropático e un incremento da velocidade da marcha, a distancia percorrida e a forza. Mellora tamén os niveis de dependencia funcional, depresión e ansiedade, sen producir efectos secundarios, e con uns niveis de satisfacción, motivación e interacción elevados.

Conclusións: A realidade virtual é eficaz para mellorar a marcha en persoas con lesión medular.

Palabras chave: Realidade virtual, lesión medular, marcha, fisioterapia, novas tecnoloxías.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 TIPO DE TRABAJO

En el presente trabajo se llevará a cabo una revisión bibliográfica con el objetivo de buscar, localizar y analizar toda la evidencia científica existente sobre la eficacia que puede tener el uso de la realidad virtual (RV) en la rehabilitación de la marcha en personas con lesión medular (LM).

La revisión bibliográfica se considera un estudio detallado, selectivo y crítico que integra la información esencial en una perspectiva unitaria y de conjunto, basándose en los principios del método científico, con el fin de garantizar que los sesgos y las limitaciones sean mínimas (1).

2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL

La idea de realizar este trabajo surge en base a mi predilección por la fisioterapia neurológica. Tras cursar esta asignatura en el segundo año de carrera, descubrí un campo de la fisioterapia completamente desconocido para mí hasta ese momento, el cual me generó una gran curiosidad. En tercer curso, las asignaturas de “Estancias clínicas” y “Fisioterapia en las discapacidades neurológicas y de la vejez” aumentaron aún más mi interés hacia esta especialidad.

Pero ha sido en el último año, realizando las estancias clínicas en la unidad de lesionados medulares del Hospital Universitario de A Coruña, donde he quedado más impactada. Nunca antes me había imaginado todo lo que la fisioterapia puede hacer por este tipo de pacientes. Poder trabajar con estas personas, viendo como mejoraban día a día y como cada pequeña acción tiene grandes repercusiones en su vida cotidiana, despertó en mí una gran curiosidad. Sentí la necesidad de saber más sobre este tipo de lesión, sobre los posibles tratamientos que se pueden realizar y los beneficios que pueden proporcionar.

Así descubrí un campo de acción muy interesante como es el tratamiento a través del uso de realidad virtual. Se trata de un procedimiento bastante novedoso, aún no muy instaurado en la mayoría de centros, por lo que tampoco cuenta con un amplio respaldo en la literatura científica.

Por todo lo descrito, decido realizar esta revisión con la que espero ampliar mis conocimientos en este ámbito de la fisioterapia incorporándolos, en un futuro próximo, a mi práctica clínica diaria.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1. ANTECEDENTES

3.1.1. Lesión medular

Definición de la lesión medular

La médula espinal es un cordón nervioso constituido por nervios motores, sensitivos y autónomos que, protegido por la columna vertebral, se extiende desde la base del cerebro hasta la región lumbar. Forma parte del sistema nervioso central (SNC) y constituye la vía principal por la que el cerebro recibe y envía información al resto del organismo (2,3).

La lesión medular (LM) es un proceso patológico producido por la interrupción de esa comunicación bidireccional (3,4). Este daño neuronal se caracteriza por la pérdida, total o parcial (5), temporal o permanente (6), de las funciones motoras, sensitivas o autónomas (5–8), lo cual va a producir importantes consecuencias psicosociales, tanto para la persona como para su familia, dando lugar a un proceso de discapacidad que puede afectar al estatus funcional de los individuos o a su calidad de vida (7,9).

Clasificación de la lesión medular

La LM se suele clasificar en función de dos criterios principales: el nivel de lesión y la extensión de la misma (10). Cuando se produce una LM aparece un daño en las células nerviosas y sus conexiones (11). En función del nivel donde se produzca esta lesión, esos daños serán mayores o menores. Mas del del 55% se producen a nivel cervical, siendo C5 el nivel de lesión más frecuente (3). Este tipo de lesiones suelen afectar a los cuatro miembros, por lo que se les conoce con el nombre de tetraplejias. El término pentaplejía se utiliza de forma específica para describir una lesión cervical muy alta que afecta no sólo a las cuatro extremidades, sino también a la movilidad del cuello (10). El resto de las lesiones se dividen más o menos equitativamente entre el nivel torácico, lumbar y sacro (3). Estos casos donde se ven más afectados los miembros inferiores (MMII), se conocen con el nombre de paraplejias (10).

Para la clasificación de las lesiones en función de su extensión o completitud, la escala más utilizada internacionalmente es la escala de la Asociación Americana de la Lesión Medular (American Spinal Injury Association, ASIA), la cual aparece reflejada en la Ilustración 1 (3,12). En ella, a través de una valoración de los niveles motores y sensitivos, se establece el segmento medular más caudal con función neurológica motora y sensitiva preservada en cada hemicuerpo respectivamente. En función de estos niveles, clasifica la LM en cinco grados diferentes: A, B, C, D y E (7,12). De esta manera, podemos hacer una diferenciación entre lesiones medulares completas (LMC), cuándo son de tipo ASIA A, y lesiones medulares incompletas (LMI), cuándo cumplen con un nivel ASIA de tipo B, C o D (3). Aproximadamente el 60% de los pacientes con LM presentan una lesión de tipo incompleto (5,13).

ASIA
STANDARD NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY

MOTOR
KEY MUSCLES

SENSORY
KEY SENSORY POINTS

0 = total paralysis
1 = palpable or visible contraction
2 = active movement, gravity eliminated
3 = active movement, against gravity
4 = active movement, against some resistance
5 = active movement, against full resistance
NT = not testable

0 = absent
1 = impaired
2 = normal
NT = not testable

TOTALS: MOTOR SCORE (MAXIMUM) (50) = PIN PRICK SCORE (max: 112) + LIGHT TOUCH SCORE (max: 112)

NEUROLOGICAL LEVEL: The most caudal segment with normal function. SENSORY MOTOR R L

COMPLETE OR INCOMPLETE? Incomplete = Any sensory or motor function in S4-S5. ASIA IMPAIRMENT SCALE

ZONE OF PARTIAL PRESERVATION: Caudal extent of partially preserved segments. SENSORY MOTOR R L

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association. 2000 Rev.

Ilustración 1. Formulario de valoración ASIA (3).

Pese a los cambios que se producen en las diferentes funciones del organismo, éstas, en la mayoría de los casos, aparecen parcialmente conservadas (14), ya que el tipo de LM más frecuente es aquel en el que no se produce una sección o daño directo de la médula, si no que ésta aparece intacta y el daño neurológico es consecuente a los eventos vasculares y patogénicos, como el edema, la inflamación o cambios en la barrera hematoencefálica (3), secundarios a un traumatismo o contusión. Esto va a permitir que muchas de las LMC sean reversibles y puedan evolucionar hasta llegar a ser incompletas (14).

Epidemiología de la lesión medular

La incidencia de la LM es variable entre los distintos países y regiones (7). La bibliografía epidemiológica sobre la LM a nivel mundial de entre 1977 y 2006 (3,15), concluye que la incidencia global oscila entre los 10 y los 80 por millón de habitantes por año, y la prevalencia, entre los 220 y los 755 casos por millón de habitantes. En España, los datos obtenidos en el 2012 muestran una prevalencia que se sitúa en los 31.000 casos y una incidencia de 1000 nuevos casos por año (15).

La población que más padece este tipo de lesión son los hombres, presentando una incidencia cuatro veces mayor que las mujeres (12,16,17), y con una edad comprendida entre los 15 y los 25 años (3,15), afectando a mayores de 45 años únicamente en un 18% de los casos (3).

Etiología de la lesión medular

La etiología de la LM es muy variada e incluye causas de origen congénito, traumático, infeccioso, tumoral o secundario a enfermedades sistémicas (7). La mayoría de la literatura establece como primera causa las lesiones de tipo traumático (3,7,15), siendo estas el 60% de los casos en los países desarrollados y cerca del 80% en los países en vías de desarrollo (18). Dentro de las lesiones de tipo traumático, la causa más frecuente en la población joven son los accidentes de coche y moto (3,15), quedando las lesiones deportivas o laborales en un segundo plano (3). En la población de más de 65 años, las caídas representan las lesiones de tipo traumático más frecuentes (15); sin embargo, el tipo de LM más común en esta población es la de origen médico o congénito, que en los últimos años se ha visto incrementada en consonancia con el aumento de la esperanza de vida (12,15).

3.1.2. Tratamiento de la lesión medular

Hace 50 años el 80% de las personas que sufrían una lesión de la medula espinal morían en los tres años siguientes (3). En las últimas décadas, los avances médicos han contribuido al aumento de la esperanza de vida en la LM (15,19), consiguiendo que sea similar a la de las personas sin dependencia (3).

Aun así, la LM puede dejar secuelas irreversibles (15), por lo que el tratamiento y cuidado de estas personas debe de ser constante a lo largo de toda la vida (12) teniendo en cuenta aspectos físicos, psíquicos y sociales . El objetivo de estos tratamientos será establecer programas y acciones con los que se consigan alcanzar los niveles de independencia y autonomía más elevados posibles (15), y se limiten o eliminen las complicaciones clínicas de la LM (20). El éxito de este proceso va a depender de un trabajo multidisciplinar coordinado (3,12,15) entre médicos, enfermeros, cirujanos, terapeutas ocupacionales, psicólogos, asistentes sociales, nutricionistas y fisioterapeutas (21).

Podemos dividir las actuaciones realizadas en los lesionados medulares en función de si estos se encuentran en una etapa más inicial, justo tras haber sufrido la lesión, o avanzada, donde la lesión se encuentra más instaurada (3).

La fase inicial se corresponde únicamente con los primeros días tras el padecimiento de la lesión, cuando el paciente aún está encamado. En este momento los tratamientos están dirigidos a minimizar la lesión de la médula, optimizar la recuperación neurológica y gestionar las discapacidades asociadas (3,15) a través de la realización de las intervenciones médicas, quirúrgicas, farmacológicas, psicológicas y fisioterapéuticas pertinentes en cada caso, de la manera lo más inmediata posible. Del mismo modo, se realiza una valoración completa y continuada con el fin de evitar las máximas complicaciones en las fases posteriores (15,20).

Cuando el paciente ya no está encamado, comienza la segunda fase del tratamiento. En esta etapa, además de continuar con el tratamiento y la prevención de las discapacidades asociadas, se iniciará un proceso de rehabilitación orientado mayormente a mejorar la calidad de vida de estos pacientes (3,15). En esta fase se tratan de recuperar las conexiones neuronales perdidas (17) a fin de mejorar las distintas funciones, el estado físico o practicar estrategias dirigidas a suplir funciones perdidas que permitan al paciente obtener una mayor autonomía (7,9). Todo este proceso supone un largo período de tiempo e implica un trabajo repetitivo e intenso de diferentes tareas (9). Por todo ello, en esta fase la fisioterapia adquiere un papel primordial, pero siempre dentro de un trabajo multidisciplinar.

Como ya hemos mencionado anteriormente, el trabajo de las discapacidades asociadas a la LM se inicia de forma inminente durante la fase aguda del tratamiento, aunque continúa durante la fase crónica en caso de ser necesario. Las posibles discapacidades o comorbilidades a las que será necesario prestar atención, a fin de eliminarlas o prevenir su aparición, serán las siguientes:

- La inestabilidad vertebral, la cual se trata en un primer momento con la inmovilización y el uso de órtesis, recurriendo a la cirugía únicamente en casos más graves (3).
- El shock espinal, caracterizado por una pérdida temporal de los reflejos mediados por la médula espinal, que aparece justo tras sufrir la lesión y cuya duración varía entre días y meses (3).
- El íleo paralítico, asociado al shock espinal, impide al paciente digerir la comida, por lo que su manejo consistirá en la colocación de sondas nasogástricas (3).
- La espasticidad, definida como una reacción exagerada al estiramiento pasivo, representa una de las complicaciones más frecuentes en los pacientes medulares (34). Su tratamiento, principalmente farmacológico (3,21), se combina con diferentes intervenciones de fisioterapia como la hidroterapia, los estiramientos, la termoterapia, la electroterapia, el ejercicio terapéutico o la cinesiterapia, a fin de evitar la aparición de otras complicaciones asociadas a la espasticidad como son el dolor, las contracturas o las úlceras por presión (3).
- La trombosis venosa profunda y la embolia pulmonar son frecuentes sobre todo durante las dos primeras semanas tras la lesión, como consecuencia de la inmovilización y la parálisis. Será necesario tener en cuenta esto a la hora de realizar las distintas movilizaciones, las cuales deben ser muy controladas (3).
- Para el tratamiento de la disreflexia autonómica, que consiste en una respuesta exagerada del sistema nervioso simpático a estímulos nocivos, será necesario en un primer momento identificar y eliminar los posibles estímulos nocivos. En caso de no ser suficiente se recurre al tratamiento farmacológico (3).
- Las úlceras por presión son otra de las complicaciones más frecuentes en lesionados medulares, siendo la sacra la más común (21). Para su tratamiento es necesario un enfoque multifacetario e interdisciplinar que incluya educación, buena nutrición, tratamiento de la espasticidad y estrategias que aseguren los cambios de postura del paciente, a fin de prevenir su aparición (3). En caso de úlceras ya instauradas que provocan la pérdida de la sensibilidad de la zona, el tratamiento pasa a ser quirúrgico (21).
- La hipotensión postural, se da sobre todo en lesiones por encima de T6, y es debido a una pérdida del control supraespinal del sistema nervioso simpático y su resultante incapacidad para regular la presión sanguínea. Esto se incrementa debido al retorno venoso empobrecido secundario a la parálisis de los MMII y al bombeo muscular de las extremidades inferiores. Por ello, en un primer momento será necesario colocar al paciente en posiciones que sean mejor toleradas (supino o sedestación), con los pies elevados y fajas compresivas abdominales. El paciente irá regulando estas respuestas gradualmente (3).

- Dentro de las alteraciones de las funciones vesicales, intestinales y sexuales, la complicación más frecuente es la infección urinaria (20), debido a la presencia de una vejiga neurogénica (21) y el uso inadecuado, o por tiempo prolongado, de catéteres para la evacuación vesical. Su tratamiento, basado en la antibioticoterapia (21), es esencial para prevenir el desarrollo de importantes disfunciones renales (3,20).
- La osificación heterotópica, también llamada osificación ectópica, consiste en la formación de hueso fuera del sistema esquelético. Se trata a través de la farmacoterapia o con cirugía en casos de que la osificación esté ya muy instaurada (3).
- La osteoporosis aparece como consecuencia a la falta de cargas y de compresión axial, así como a los cambios metabólicos que sufren los lesionados medulares. Su tratamiento consiste principalmente en la administración de fármacos en combinación con fisioterapia, basada en la bipedestación precoz y programas de electroestimulación (3).
- Las personas con lesiones medulares altas van a presentar una insuficiencia respiratoria de tipo restrictivo, secundaria a la debilidad y parálisis de los músculos respiratorios inervados por raíces que nacen por debajo del nivel de lesión. En estos casos, es necesario elaborar programas de fisioterapia respiratoria orientados a optimizar y mejorar la función pulmonar de estos pacientes (21).
- Por último, los pacientes medulares van a presentar un elevado número de problemas psicológicos dentro de los cuales, los más frecuentes serían el estrés psicológico, la depresión (20), la negación, la rabia y la apatía. Es muy importante el abordaje psicológico de los mismos ya que estos están relacionados con la capacidad de participación y mejora de los pacientes (3).

Tratamiento de fisioterapia

Como ya hemos visto, la fisioterapia tiene un papel importante en todas las etapas del tratamiento de la LM; sin embargo, ésta adquiere mayor importancia durante la fase crónica del tratamiento, en la que se inicia un proceso de rehabilitación cuyo objetivo está centrado en la resolución de los distintos problemas que se originan tras la fragmentación o distorsión de la comunicación neuronal: como la debilidad muscular, alteraciones en la calidad del movimiento, dolor o cambios en el tono del músculo (22).

Dada la variabilidad de la sintomatología dentro de un mismo diagnóstico, y para plantear un tratamiento personalizado, cobra gran importancia la valoración inicial de la persona que acude a rehabilitación (5,21).

Los objetivos del tratamiento van a depender en gran medida del momento evolutivo de la patología (5). Durante los dos primeros meses tras la lesión se produce una recuperación neurológica espontánea (3,23,24), pudiendo prolongarse durante un año (3,24). Más adelante la mejora funcional se debe al aprendizaje motor normal o al fortalecimiento muscular (23). En función de esto, vamos a clasificar los pacientes en dos grupos: pacientes agudos, cuando tienen menos de un año de evolución y, pacientes crónicos, cuando este tiempo es mayor (3). Esta recuperación espontánea tampoco ocurre por igual en todos los pacientes (17). El potencial de recuperación funcional está altamente relacionado con el nivel de lesión y la gravedad (24). Mientras que las lesiones completas suelen tener un rango de recuperación limitado (solo un 6% de las LMC acabarán siendo incompletas en un año), en el caso de las incompletas esta recuperación es mucho más frecuente (3).

Por ello, durante los primeros meses (pacientes agudos) la fisioterapia intentará potenciar esa recuperación neural espontánea, lo que permitirá alcanzar nuevos objetivos y conseguir todas las mejoras funcionales posibles. En los pacientes crónicos, el objetivo estará más centrado en mantener las funciones adquiridas y potenciar el desarrollo de las mismas, pero no tanto la búsqueda de la consecución de nuevos objetivos (3).

Una vez realizada esta evaluación inicial se plantearán los objetivos generales y específicos del tratamiento en función de las características particulares y las necesidades de cada paciente. Estos, serían los siguientes (21):

- Continuar con el tratamiento de las distintas discapacidades asociadas.
- Conservar los rangos articulares y corregir o evitar retracciones.
- Normalizar el tono, a través del fortalecimiento muscular y la reducción de la espasticidad.
- Cuidado postural, en las distintas posiciones, así como en la silla de ruedas.
- Entrenamiento de los miembros pléjicos , a fin de buscar una mayor funcionalidad en el paciente.
- Trabajo de actividades funcionales: manejo de la silla de ruedas, transferencias, sedestación, bipedestación y la marcha. Este último será uno de los objetivos más perseguidos por la mayor parte de los pacientes medulares (12), y por ello esta revisión gira en torno al mismo.

Para la consecución de estos objetivos se usan todos los recursos y métodos de los que dispone la fisioterapia; sin embargo, el tratamiento debe estar centrado principalmente en uso del ejercicio terapéutico ya que éste (3,15), realizado de manera intensa y repetitiva, muestra grandes mejoras en las disfunciones motoras así como en la consecución de diferentes progresos clínicos (14,17). Esto es debido a que el ejercicio terapéutico estimula la neuroplasticidad produciendo cambios que inducen esas mejoras (22).

3.1.3. Rehabilitación de la marcha

Los recientes avances médicos, así como las terapias pioneras, acercan al lesionado medular la posibilidad de volver a caminar (15). Las personas con LMI tienen mayor potencial de recuperar la capacidad de caminar que las que tienen una LMC (3,16). Los datos muestran que muy pocos pacientes con lesiones de tipo ASIA A en el momento de la lesión conseguirán caminar finalmente, con o sin asistencia (3). Dentro de las incompletas, las lesiones de tipo B son las que peor pronóstico de mejoría tienen, alcanzándose en la mayor parte de los casos con el uso de asistencias. En cambio, en las ASIA C y D sí será más fácil adquirir la marcha comunitaria (3,12). Por otro lado, los pacientes con LMI que no han perdido la capacidad de deambulación, tendrán un patrón de la marcha alterado, presentando disminuciones en la velocidad e importantes déficits en el equilibrio (25).

Pese a todas estas diferencias, la rehabilitación de la marcha se incluye en el plan de terapia de todos los tipos de lesiones medulares (3,11) aunque persiguiendo objetivos muy distintos en cada caso, ya sea buscando mejorar o alcanzar la deambulación, o bien trabajándola con el único fin de mejorar la condición física, espasticidad, presión arterial o de más problemas asociados (11). Así, la marcha que se va a conseguir puede ser de varios tipos:

- Comunitaria, cuando el paciente es capaz de caminar por casa o la comunidad de manera autónoma (3,11).
- Para andar por casa, aunque continúa usando una silla de ruedas como forma principal de desplazamiento por la comunidad (11).
- Como ejercicio, cuando la silla de ruedas se usa para desplazarse por la comunidad y por la casa, y se camina con ayuda una o dos veces al día, para hacer ejercicio (11).

- Pacientes no-ambulatorios, son aquellos que únicamente usan la silla de ruedas para desplazarse. Aun así, en estos pacientes también se trabajan los distintos componentes de la marcha a fin de mejorar el estado de salud (11).

Para poder realizar un correcto trabajo de la marcha es necesario una intervención previa de todos los factores que influyen en ella (11,22). El objetivo del proceso de rehabilitación de la marcha será, por tanto, la mejora de las diferentes variables que van a condicionar este proceso.

Dentro de estos factores, hay que señalar la existencia de algunos sobre los que no vamos a poder intervenir como son la edad, el nivel, la severidad, o el tiempo transcurrido desde la lesión (11,16,24). Sin embargo, hay otros sobre los que sí podemos actuar, obteniendo grandes beneficios (11).

Como vimos, tras sufrir una lesión medular se produce una interrupción del nervio que altera la comunicación neuronal, lo que produce una serie de complicaciones (11) como son la debilidad muscular, alteraciones en la calidad del movimiento, dolor o cambios en el músculo que influirán en el proceso de recuperación de los pacientes (22).

Por lo tanto, los factores sobre los que tendremos que incidir en el proceso de rehabilitación de la marcha serán los siguientes (11,22):

Equilibrio

El equilibrio es uno de los principales factores que conducen al control postural y la recuperación de la marcha (13,24). Es la habilidad de controlar el centro de gravedad (CDG) dentro de la base de sustentación para compensar las perturbaciones externas a través de una correcta coordinación visual, vestibular, propioceptiva y de control de tronco (24,26). Es un factor clave a la hora de mantener una postura estática que permita realizar actividades de la vida diaria, como es en este caso caminar (25,26). Los pacientes deben trabajar el equilibrio junto con la fuerza muscular, el tono y la propiocepción, para restaurar la función motora de las extremidades inferiores y el tronco, favoreciendo así la restauración de la marcha (26).

Dolor

La mayoría de los pacientes medulares desarrollan dolor tras la lesión (3). Este dolor puede ser de tipo musculoesquelético, neuropático (NP) o mixto (19). En la mayoría de los casos el dolor que va a aparecer va a ser de tipo NP. Se trata de un dolor cuyas características suelen ser controvertidas, siendo la sensación de ardor la más común (15) y que no suele responder bien a los tratamientos (3,18). La presencia de dolor condiciona mucho la recuperación motora por lo que su reducción será uno de los puntos principales a tratar durante el proceso de rehabilitación (18).

Sensibilidad

Cuando se produce una LM las señales nerviosas de la sensibilidad pueden verse dañadas y alteradas (27) apareciendo así déficits de sensibilidad, o bien, sensaciones anormales como ardor u hormigueos. También es muy frecuente la aparición de déficits propioceptivos. Es común que estos problemas deriven en la dificultad para caminar (11).

Imagen motora

La capacidad para crear imágenes motoras va a ser necesaria para la consecución de ciertos beneficios a la hora de mejorar los diferentes parámetros de la marcha (rango articular, fuerza, realización del movimiento...). Es importante incidir en este aspecto con el fin de que los beneficios de la rehabilitación sean mejores (18).

Debilidad muscular

Muchos pacientes sufren déficits de fuerza en el nivel o por debajo del nivel de lesión (11,25), siendo muy importante el trabajo de fuerza ya que va a permitir incrementar el equilibrio (13,24) y realizar un correcto trabajo de la marcha (26).

Tono muscular

El tono de los pacientes con lesiones medulares suele estar alterado, presentando espasticidad en un 70% de los casos y, en menor medida, flacidez (15). La presencia de espasticidad trae consigo muchos problemas asociados (25). Niveles bajos de espasticidad se relacionan con un buen pronóstico de recuperación de la marcha (12) por lo que es muy

importante la reducción de la misma en el proceso de rehabilitación. Además, el simple hecho de realizar la bipedestación precoz o de caminar, ya reduce la espasticidad (12) por lo que, en pacientes no-ambulatorios, el trabajo de la marcha para el tratamiento de la espasticidad puede tener una gran relevancia (11). Por otro lado, las contracturas musculares también son relativamente frecuentes en pacientes con LM, siendo necesario un trabajo de reducción de las mismas (7).

Coordinación muscular

La coordinación muscular permite un mejor control postural y, por tanto, un mejor equilibrio. Además, es muy importante el trabajo de la coordinación de las extremidades inferiores (22) a la hora de mejorar diferentes parámetros de la marcha como pueden ser la velocidad, la frecuencia o la longitud del paso, ya que esto garantiza la realización de una marcha más funcional (25).

Rangos articulares

Es muy importante garantizar unos rangos articulares funcionales, en especial a nivel de cadera, rodilla y tobillos (11), ya que esto es un indicador de buen pronóstico en el proceso de recuperación de la marcha (12).

Trastornos asociados

El trabajo de la marcha, incluso el de la bipedestación precoz, van a favorecer la prevención de problemas asociados como pueden ser el dolor, la osteoporosis, problemas cardíacos, respiratorios, deterioro neurológico, aumento de peso, úlceras por presión o artritis reumatoide (7,12,15). Por ello, el trabajo de la marcha adquiere gran importancia en este aspecto pese a que el paciente no vaya a conseguir deambular. En caso de que algunos de estos problemas ya estén presentes, es necesario tenerlos en cuenta a la hora de planificar el tratamiento ya que, éstos, pueden hacer a los pacientes más susceptibles para padecer fracturas, luxaciones de caderas, deformidades óseas o esguinces (15).

Antes de iniciar el proceso de rehabilitación de la marcha es necesario realizar una valoración exhaustiva de cada paciente, analizando que variables presentan una mayor afectación (11).

El objetivo de la intervención será tratar de favorecer la plasticidad neural a través de la neurorehabilitación intensa, pues se ha visto, que esto es lo que mejores resultados muestra a la hora de alcanzar las diferentes mejoras motoras y la capacidad de caminar (14,16,22). Estas teorías de neuroplasticidad se centran en la realización de tareas específicas. En el caso de la marcha, será necesario incidir en los componentes específicos de la misma para así poder alcanzar la deambulación (22). Sin embargo, estos tratamientos de alta intensidad son difíciles de alcanzar con las terapias convencionales y pueden llegar a resultar frustrantes y desmotivadoras para los pacientes, lo cual se refleja en la elevada tasa de abandonos (25% de los casos) que muestra la recuperación funcional de la marcha (12).

El uso de nuevas tecnologías como la RV puede suponer un punto a favor para la rehabilitación de la marcha, ya que nos permitirá alcanzar esos niveles de intensidad tan altos de manera más sencilla, obteniendo mejores resultados y generando una mayor adherencia en los pacientes gracias al beneficio extra que aporta el hecho de interactuar a través de videojuegos (12,27) .

3.1.4. Realidad virtual

El término de RV hace referencia a la tecnología basada en el ordenador para construir ambientes artificiales que simulan el mundo real (6,12,26,28) y con los que se puede interactuar (6,28) a través de inputs sensoriales visuales, auditivos y hápticos (13,26).

Gracias a estos escenarios virtuales, el SNC recibe un mayor feedback sensorial que induce la neuroplasticidad a través de la activación de las neuronas espejo, el córtex prefrontal, las áreas parietocorticales y otras áreas motoras que permiten una reorganización neuronal de la corteza cerebral (26). Todo esto trae consigo la aparición de cambios en el aprendizaje motor (6,26).

Aunque es cierto que esta neuroplasticidad se puede inducir a través de las terapias convencionales, para ello es necesario una intensidad de entrenamiento bastante elevada, difícil de alcanzar por lo que cada vez se está pensando más en estas nuevas tecnologías con el fin de aumentar esas repeticiones con mayor facilidad (23). Surge así lo que se conoce como rehabilitación virtual (6).

Los métodos de neurorehabilitación basados en la RV han tenido un papel creciente en los últimos años en el tratamiento de diferentes desórdenes neurológicos (6,27). Estos, tienen cierto interés ya que promueven la realización de actividades funcionales (27) y estimulan actividades de la vida diaria que no son accesibles para personas con discapacidad (6).

En ellos se combinan las ventajas de la estimulación cognitiva y motora, por lo que la motivación, atención y el placer de los pacientes durante las sesiones aumenta (13), dotándolos de una experiencia óptima para la consecución de unos mejores resultados (17). Gracias al feedback que recibe el usuario en tiempo real y graduado, éste, es capaz de corregir sus movimientos de forma autónoma (12,13) y realizar ejercicios adecuados a su dificultad. Este aumento en la participación puede promover tanto la sociabilización como la coordinación (27). Además, el entorno virtual puede ser modificado fácilmente y las interacciones pueden ser programadas para motivar al paciente en la realización de actividades de manera repetitiva e intensa (17), o bien para la práctica de tareas que en un medio real no resultan seguras pero en uno virtual sí (9,26).

Por otro lado, hay que añadir un beneficio extra como es el aspecto lúdico que aporta el hecho de interactuar a través de videojuegos, y que permite a los pacientes reducir su sensación rutinaria y aumentar tanto la percepción de mejorar su entrenamiento físico como su motivación (12,27). Destacar que este tipo de rehabilitación permite también una reducción de los costes sociales (17).

Podemos clasificar la RV dentro de tres modalidades en inmersiva, seminmersiva y no inmersiva (12,24,26):

- La modalidad inmersiva es un tipo de RV que abarca dispositivos que se colocan en la cabeza y bloquean la visión del mundo generando una completa introducción en el ambiente virtual (24,28).
- En la modalidad seminmersiva se superponen imágenes virtuales en imágenes reales (no avatares) para aumentar el contenido de la información (24).
- En la realidad virtual de tipo no inmersivo, un ordenador genera un ambiente que se proyecta en frente del paciente (24), lo que permite a los usuarios mantener cierta conexión con el mundo real (28).

Estudios previos mostraron que la RV tenía grandes efectos en la mejora de la orientación espacial, la función motora, el equilibrio o la marcha, en numerosas patologías neurológicas debido a la gran cantidad de beneficios que ésta aporta (24–27).

En el caso de la rehabilitación de la marcha, la terapia convencional suele centrarse en el uso de una cinta de correr, lo cual resulta muy limitado. Sin embargo, gracias a la aparición de esta nueva tecnología, podemos simular una marcha virtual que se asemeje a la marcha de las personas sanas a la vez que se llevan a cabo correcciones en el movimiento y se recibe una retroalimentación visual que el paciente puede tratar de imitar al caminar por su cuenta (17).

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La LM es una patología relativamente frecuente en la sociedad (15). Los avances médicos y tecnológicos han permitido aumentar la esperanza de vida de este tipo de pacientes por lo que, al tratarse de una patología crónica, es necesaria una atención y cuidado de los mismos a lo largo de toda su vida (15,19).

Uno de los objetivos principales que se busca para este tipo de pacientes es la recuperación de la marcha a través del trabajo de sus diferentes componentes (12). Para poder alcanzar esta recuperación funcional es necesario llevar a cabo un entrenamiento físico de alta intensidad y elevado número de repeticiones, basado en la realización de actividades específicas que permitan desarrollar la neuroplasticidad (14,16,22). Esto es difícil de conseguir a través del tratamiento físico convencional por lo que, en los últimos años, se está integrando el uso de nuevas tecnologías en la neurorrehabilitación, entre las que destaca la RV (12,27).

El uso de la RV permite realizar estas intervenciones de alta intensidad en entornos seguros que resultan motivadores y satisfactorios para los pacientes, mostrando mejores resultados y niveles de adherencia que con las terapias convencionales (29).

La literatura disponible estudia los efectos de la RV en aspectos específicos de los lesionados medulares como son el dolor, el equilibrio o la funcionalidad de los miembros superiores (MMSS) entre otros; sin embargo, en ningún momento se centra en la recuperación de los MMII o en la rehabilitación de la marcha como tal (8).

Por ello, se decide realizar esta revisión bibliográfica, tratando de conocer los diferentes efectos que puede tener el uso de la RV a la hora de rehabilitar los diferentes componentes que van a condicionar la recuperación de la marcha de los pacientes con lesiones medulares.

4. OBJETIVOS

4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se tratará de dar respuesta al siguiente interrogante de investigación:

¿Cuál es la eficacia del uso de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha en personas con lesión medular?

Esta pregunta está formulada a través de la estrategia PICO, descrita por el doctor Mark Ebell, con el fin de garantizar la calidad y precisión de los resultados obtenidos, así como para mejorar la especificidad y claridad conceptual de los problemas a estudiar (30).

- Patient (situación, paciente o grupos de pacientes con una misma condición): sujetos con lesión medular.
- Intervention (intervención): realidad virtual.
- Comparision (comparación): situación pre-post o grupo control (GC).
- Outcome (resultados): repercusión de la intervención en la recuperación de la marcha.

4.2 OBJETIVOS

4.2.1 General

Conocer la eficacia de la realidad virtual en la mejora de los distintos componentes implicados en la recuperación de la marcha en personas con lesión medular.

4.2.2 Específicos

Teniendo en cuenta la utilización de la RV en pacientes con LM se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las variables estudiadas en relación a la rehabilitación de la marcha.
- Establecer qué variable es la más estudiada en la rehabilitación de la marcha.
- Conocer los métodos de valoración más utilizados en el estudio de dichas variables.
- Determinar los efectos de la intervención en cada una de las variables estudiadas.
- Identificar las modalidades de RV utilizadas en el estudio de la reeducación de la marcha del paciente medular.
- Indicar cuál de estas modalidades de RV es la más utilizada.

5. METODOLOGÍA

5.1 FECHA Y BASES DE DATOS

Para poder llevar a cabo esta revisión, se ha realizado una búsqueda bibliográfica durante el mes de marzo del año 2020 dentro de las principales bases de datos de ámbito sanitario.

- Cochrane.
- Pubmed.
- Scopus.
- Web of Science (WOS).
- Physiotherapy Evidence Database (PEDro).

5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Fecha de publicación: últimos cinco años (2015 -2020).
- Idiomas: español, inglés y portugués.
- Estudios realizados en seres humanos.
- Tipos de artículos: ensayos clínicos, estudios pilotos y estudios de casos.
- Relacionados con la temática de estudio: RV en pacientes medulares.

Criterios de exclusión

- Duplicados.
- Tratamiento no realizado exclusivamente en lesionados medulares.
- Combinación de terapias, donde no sea posible separar los efectos de la RV del de las otras técnicas.
- Estudios no completados o mal documentados.

5.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

En primer lugar se realiza una búsqueda en la base de datos Cochrane Library Plus, especializada en revisiones sistemáticas, para comprobar que no existen revisiones de los últimos cinco años en las que se dé respuesta al interrogante de investigación planteado. Una vez comprobado, se procede a la realización de la búsqueda en las distintas bases de datos especializadas en ciencias de la salud.

5.3.1 Cochrane

En la Tabla I se muestra la estrategia de búsqueda utilizada en la base de datos Cochrane.

Tabla I. Estrategia de búsqueda Cochrane

| Límites | Primer término | Conector booleano | Segundo término | Resultados |
|---|--|----------------------|---|---|
| Tipo de búsqueda: avanzada. Fecha publicación: entre marzo 2015 y marzo 2020. Búsqueda en: título, resumen y palabras clave. | "virtual reality" OR "virtual reality exposure therapy" | AND | "spinal cord injuries" OR "spinal cord regeneration" | Total: 21 Selección: 2 |

5.3.2 Pubmed

A continuación, procedemos a la realización de la búsqueda en la base de datos Pubmed, tal y como se refleja en la Tabla II.

Tabla II. Estrategia de búsqueda en Pubmed

| Límites | Primer término | Conector booleano | Segundo término | Resultados |
|--|--|----------------------|---|---|
| Tipo de búsqueda: avanzada. Fecha de publicación: últimos cinco años. Especies: humanos. Idiomas: español, inglés y portugués | "Virtual Reality"[Mesh] OR "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh] OR "Virtual Reality"[TIAB] | AND | "Spinal Cord Injuries"[Mesh] OR "Spinal Cord Regeneration"[Mesh] OR "Spinal Cord Injuries"[TIAB] | Total: 20 Selección: 3 |

5.3.3 Scopus

En la Tabla III se muestra la estrategia de búsqueda utilizada en la base de datos Scopus.

Tabla III. Estrategia de búsqueda Scopus.

| Limites | Primer término | Conector booleano | Segundo término | Resultados |
|--|--|-------------------|---|---|
| <p>Tipo de búsqueda: avanzada.</p> <p>Fecha: 2015 a 2020 (ambos incluidos).</p> <p>Búsqueda en: título, resumen y palabras clave.</p> <p>Idiomas: español, inglés y portugués.</p> | <p>“virtual reality” OR “virtual reality exposure therapy”</p> | AND | <p>“spinal cord injuries” OR “spinal cord regeneration”</p> | <p>Total: 85 Selección: 4</p> |

5.3.4. Web of Science

La estrategia de búsqueda empleada en la base de datos WOS aparece detallada en la Tabla IV.

Tabla IV. Estrategia de búsqueda WOS

| Limites | Primer término | Conector booleano | Segundo término | Resultados |
|--|--|-------------------|--|---|
| <p>Tipo de búsqueda: avanzada.</p> <p>Fecha: últimos cinco años.</p> <p>Idiomas: inglés, español y portugués.</p> <p>Búsqueda en: TS= tema</p> | <p>TS = (spinal cord injuries OR spinal cord regeneration)</p> | AND | <p>TS= (virtual reality OR virtual reality exposure therapy)</p> | <p>Total: 82 Selección: 1</p> |

5.3.5. PEDro

Finalmente, se realiza la búsqueda en la base de datos especializada en fisioterapia PEDro, tal y como refleja la Tabla V.

Tabla V. Estrategia de búsqueda PEDro

| Limites | Ecuación de búsqueda | Resultados |
|--|---|--|
| <p>Tipo de búsqueda: avanzada.</p> <p>Publicaciones desde: 2015</p> <p>Búsqueda en: título y resumen.</p> | <p>spinal cord injury AND virtual reality spinal cord injury AND virtual reality exposure therapy (0 resultados)</p> <p>spinal cord injuries AND virtual reality (0 resultados)</p> <p>spinal cord injuries AND virtual reality exposure therapy (0 resultados)</p> | <p>Total: 5 Selección: 0</p> |

5.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA

Con el fin de facilitar la gestión de las referencias bibliográficas de este trabajo, se usará el programa Mendeley.

Se trata de un gestor bibliográfico que combina una versión web con una versión de escritorio, que nos permite extraer y trabajar la información bibliográfica usada durante el estudio.

Además, da la posibilidad de sincronizarlo con varios ordenadores, administrarlo de manera online, editar y compartir documentos e integrarlo en editores de texto, como puede ser Word (31).

5.5 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

En el siguiente diagrama de flujo aparece reflejado el proceso de selección de los artículos utilizados en esta revisión. La justificación detallada de cada uno de ellos aparece recogida en la Tabla XVI (ver Anexo 1).

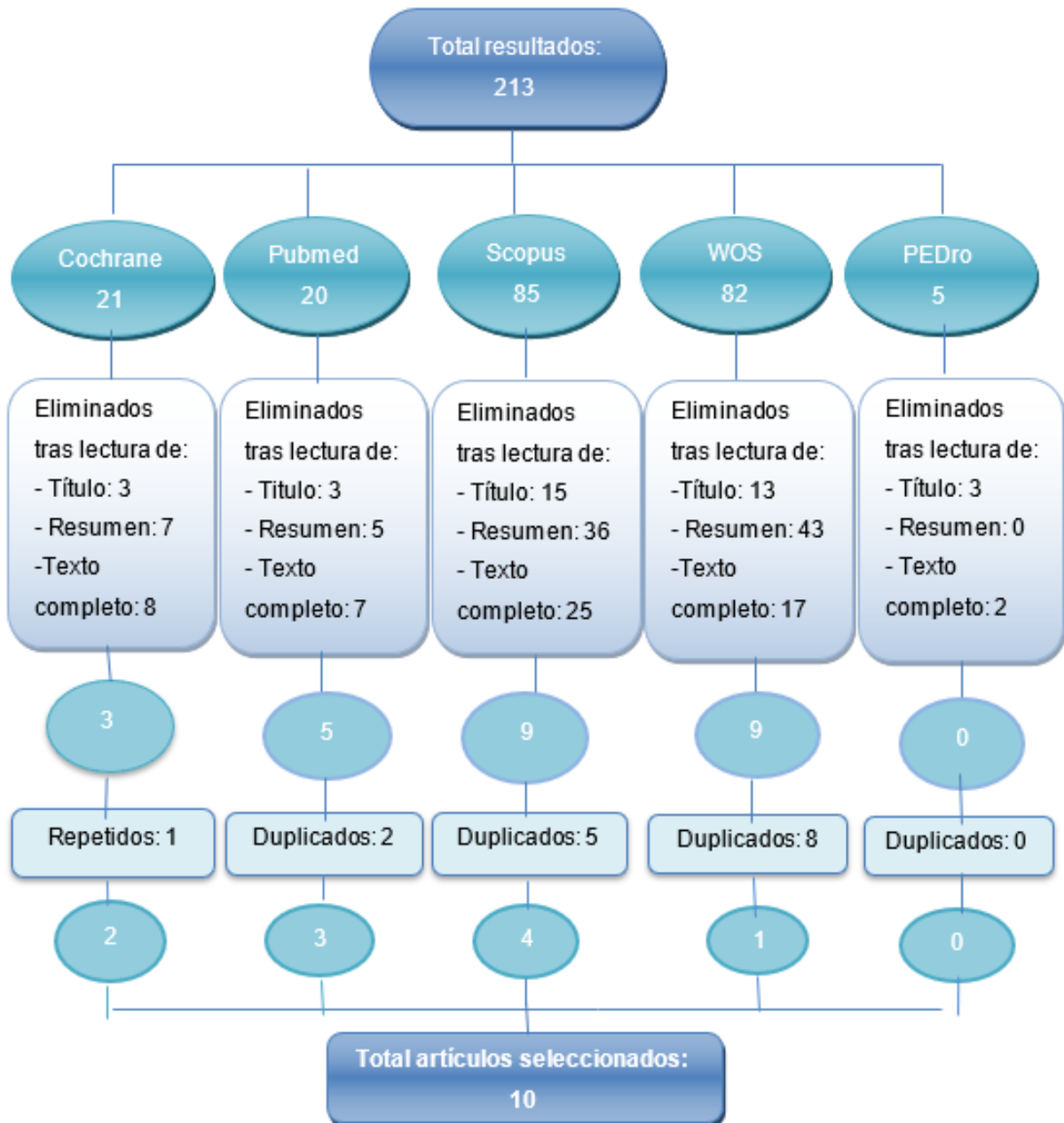


Ilustración 2. Diagrama de flujo

5.6 VARIABLES DE ESTUDIO

En esta revisión se analizan 4 variables implicadas en el proceso de recuperación de la marcha a través de la RV en lesionados medulares: equilibrio, sensibilidad, patrón de marcha y capacidad motora. Cada una de ellas está formada a su vez por diversas subvariables que se detallan a continuación junto con los diferentes métodos empleados para su evaluación.

5.6.1.Variable equilibrio

En la variable equilibrio se tiene en cuenta tanto el equilibrio dinámico como el estático.

Por un lado, el dinámico es valorado a través de 8 métodos distintos, 4 escalas y 4 pruebas:

Escalas:

- Escala del equilibrio de Berg (Berg Balance Scale, BBS): constituida por 14 ítems puntuados entre 0 y 4.
- Sección del equilibrio de la escala de movilidad de Tinetti (Balance Section of the Tinetti Performance-Oriented Mobility, POMA-B): formada por 9 ítems a los que se les da una puntuación de entre 0 y 3.
- Índice de evaluación de la marcha en la lesión medular II (Walking Index for Spinal Cord Injury II, WISCI II): valora la marcha en pacientes medulares, dando una puntuación máxima de 20 en caso de realizarla de manera autónoma y sin ayudas.
- Actividades específicas de la escala del equilibrio (Activities-specific Balance Confidence Scale, ABC scale): valora el equilibrio durante la realización de diferentes actividades con los MMSS, obteniendo una puntuación comprendida entre 0 y 100.

Pruebas:

- Límite de estabilidad (Limit of Stability, LOS): se pide al paciente que mueva rápidamente el centro de gravedad (CDG) en diferentes direcciones y vuelva a la posición original, obteniendo diferentes puntuaciones en función de si se realiza la prueba mejor o peor.
- Margen de estabilidad dinámico (Dynamic Stability Margin, DSM): relaciona los distintos grados de movilidad del CDG con una puntuación específica.

- Test de levantarse y caminar (Time Up and Go Test, TUG): el paciente se encuentra sentado en una silla y se le pide que se levante, camine 3 metros hasta un cono, lo rodee y vuelva a la silla en el menor tiempo posible.
- Centro extrapolado de masa relativo al centro de presión (Extrapolated center of Mass relative to the center of pressure, XCoM-CoP): se valora la posición del CDG en un momento determinado a través de 9 marcas reflectantes situadas en el cuerpo del paciente.

Por otro lado, para la valoración del equilibrio estático se usan 3 pruebas distintas:

- Prueba del alcance funcional avanzada (Forward Functional Reach Test, FFRT): el paciente se coloca en bipedestación con los hombros en antepulsión de 90° y los codos en extensión, y desde ahí, tiene que tratar de llegar con sus manos lo más lejos posible hacia delante, sin mover los pies. Se mide la máxima distancia alcanzada.
- Prueba del alcance funcional lateral (Lateral Functional Reach Test, LFRT): el paciente se coloca con los hombros en abducción y antepulsión de 90° y, desde esa posición, se le pide que trate de tocar con las manos lo más lejos posible hacia ambos lados, sin desplazar los pies. En ambas pruebas se mide la máxima distancia alcanzada.
- Puntuación de alcance funcional (Functional Reach Score, FRS): mide la máxima distancia que el paciente es capaz de alcanzar hacia los lados, con los hombros en 90° de flexión y abducción, pero en este caso el paciente se encuentra sentado y no en bipedestación como en el LFRT.

5.6.2. Variable sensibilidad

En la medición de la sensibilidad se tiene en cuenta dos subvariables, dolor NP y tacto.

Para la medición de la subvariable dolor NP se usan 3 escalas diferentes:

- Escala visual analógica (Visual Analogic Scale, VAS): valora la intensidad del dolor con una puntuación comprendida entre el 0 y 100.
- Escala de calificación numérica (Numeric Rating Scale, NRS): valora la intensidad del dolor a través de una escala comprendida entre el 0 y el 100.
- Escala del dolor NP (Neurophatic Pain Scale, NPS): valora la intensidad y otros aspectos globales del dolor con un cuestionario formado por 11 ítems, 10 de ellos valorados numéricamente.

Para la valoración del tacto se usan dos cuestionarios.

- Imagen de las piernas virtuales (Virtual Leg Image, VLI): valora la propiocepción de las piernas, la ilusión del tacto y el tacto referido a través de las puntuaciones obtenidas en un total de 9 ítems.
- Imagen global del cuerpo (Full Body Image, FBI): valora el tacto general del cuerpo a través de 11 ítems distintos.

5.6.3. Variable patrón de marcha

En la variable patrón de la marcha se tienen en cuenta 5 subvariables: velocidad, distancia, frecuencia del paso, ancho y longitud del mismo.

Para la medición de la velocidad y la distancia, se usan las mismas pruebas.

- Test 10 metros marcha (10 metres Walk Test, 10MWT): contabiliza el tiempo en segundos que se tarda en recorrer esta distancia.
- Test 6 minutos marcha (6 minutes Walk Test, 6minWT): mide la distancia en metros recorrida durante 6 minutos.
- Test 2 minutos marcha (2 minutes walking Test, 2MWT): mide la distancia en metros recorrida en 2 minutos.

Para la valoración de las otras tres subvariables, frecuencia, ancho y longitud de paso, se realiza una medición centimétrica de las mismas.

5.6.4. Variable capacidad motora

La cuarta variable estudiada, la capacidad motora, está formada por 4 subvariables: fuerza, esfuerzo, imagen motora y habilidad motora.

La fuerza se mide a través de la escala motora de la extremidad inferior (Lower Extremity Motor Score, LEMS), donde se le otorgan diferentes puntuaciones a cada grupo muscular, siendo 0 la mínima y 50 la máxima fuerza.

La segunda subvariable, el esfuerzo, se valora a través de un cuestionario donde se le otorga una puntuación numérica a cada pregunta de entre 0 (ningun esfuerzo) y 100 (máximo esfuerzo).

Lo mismo ocurre con la imagen motora, en este caso, también se usa un cuestionario donde cada ítem puede recibir una puntuación comprendida entre el 0 y el 100.

Para la valoración de la última subvariable, habilidad motora, se usa el cuestionario de imaginación cinestésica y visual (Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire, KVIQ-10).

5.6.5. Variables secundarias

En algunos de los estudios se recogen también otras variables, no tan relacionadas con componentes de la marcha pero que sí pueden tener un efecto en el tratamiento. Estas, aparecen recogidas en la Tabla VI con el nombre de variables secundarias.

Dentro de estas, para la valoración de la variable independencia funcional se usan dos métodos.

- Medida de la independencia en la lesión medular (Spinal Cord Independence Measure mobility, SCIM): valora la movilidad en personas con LM a través de una puntuación que puede ir del 0 al 40.
- Medida de independencia funcional (Functional Independence Measure, FIM): formada por 18 ítems, agrupados en 6 categorías, cada uno de ellos valorado con una puntuación comprendida entre 1 (inexistente) y 7 (máxima puntuación).

La medición de los efectos secundarios se lleva a cabo de dos formas:

- Escala de despersonalización de Cambridge (Cambridge Despersonalization Scale, CDS): pregunta por la aparición de experiencias inusuales, su frecuencia y duración a través de 29 ítems.
- Un cuestionario específico donde se pregunta directamente por la presencia de algún efecto secundario, así como por la descripción del mismo.

Tanto la variable motivación como la de satisfacción se miden con una escala de graduación numérica de 11 puntos (11-point numeric rating scale), donde cada ítem se valora con una puntuación de entre 0 (peor puntuación) y 10 (máxima puntuación).

La interacción con el avatar se evalúa a través de un test específico constituido por preguntas del cuestionario de presencia en ambientes virtuales (Presence Questionnaire). Cada una de estas preguntas puede puntuarse entre el 1 y el 7.

Para la medición de la percepción de los cambios, se usan dos métodos diferentes.

- Escala de Impresión de mejoría global del paciente (Patients' Global Impression of Change, PGIC), adaptado a la función motora: realiza preguntas sobre los cambios percibidos, valorados entre 0 (mínimo cambio) y 5 (mucho cambio).
- Índice de cambio confiable (Reliable Change Index, RCI): mide las diferencias entre las puntuaciones de antes y después de la intervención.

Dentro de la variable factores de salud, se utilizan dos escalas:

- La versión corta de la medida de la calidad de vida en relación con la salud (RANDF-36): formado por 36 preguntas que valoran 8 dimensiones de la salud.
- Versión corta de la escala de absorción de personalidad multidimensional (Absortion Scale of the multidimensional Personality Questionnaire- Brief Form, MPQ-BF): realiza una valoración a través de 12 ítems.

Para la valoración de los volúmenes cerebrales se realizaron tres mediciones.

- Morfometría basada en Vóxel (Voxel-Based Morphometry, VBM) y espesor cortical basado en Vóxel (Voxel-Based cortical thickness, VCBT): ambas realizan una medición de la sustancia gris y la sustancia blanca del cerebro.
- Morfometría basada en el sensor (Tensor- Based Morphometry, TBM): realiza una medición longitudinal del cerebro así como de los cambios longitudinales volumétricos que se producen con el tiempo.

Para la medición de la depresión se usa la escala de depresión de Hamilton (Hamilton Rating Scale for depression, HRS-D), formada por 17 ítems, cada uno valorado con una puntuación diferente.

Por último, la valoración de la ansiedad se realiza usando la escala de ansiedad de Hamilton (Hamilton Rating Scale for Anxiety), formada por 14 ítems a los que se les da una puntuación comprendida entre el 0 y el 4.

En la Tabla VI se recogen de forma sintetizada todas las variables analizadas en esta revisión junto con los métodos de valoración utilizados.

Tabla VI. Síntesis de las variables de estudio

| Variables de estudio | Subvariables de estudio | Método de valoración |
|-----------------------|---------------------------|--|
| Equilibrio | Dinámico | BBS, POMA-B, com-xop, LOS, DSM, TUG, WISCI II, ABC scale |
| | Estático | FFRT, FRS, LFRT |
| Sensibilidad | Dolor NP | VAS, NRS, NPS |
| | Tacto | Cuestionario VLI, cuestionario FBI |
| Patrón de la marcha | Velocidad | 10 MWT, 6MinWT, 2MWT |
| | Distancia | 10MWT, 6MinWT, 2MWT |
| | Longitud de paso | Medición centimétrica |
| | Frecuencia de paso | Medición centimétrica |
| | Anchura paso | Medición centimétrica |
| Capacidad motora | Fuerza | LEMS |
| | Esfuerzo | Cuestionario de esfuerzo percibido |
| | Imagen motora | Cuestionario específico |
| | Habilidad motora | HKIVQ-10 |
| Variables secundarias | Independencia funcional | SCIM, FIM |
| | Efectos secundarios | CDS, cuestionario específico |
| | Satisfacción | 11-point numeric rating scale |
| | Motivación | 11-point numeric rating scale |
| | Interacción con el avatar | Cuestionario de presencia en la RV |
| | Percepción cambios | PGI, RCI |
| | Factores de salud | RAND-SF 36, MPQ-BF |
| | Volúmenes cerebrales | TBM, VBM, VBCT |
| | Ansiedad | HRS-D |
| | Depresión | HRS-A |

5.7 NIVELES DE EVIDENCIA

Los artículos seleccionados para la realización de la presente revisión bibliográfica son analizados a través de la escala del Centro de medicina basada en la evidencia (Centre for Evidence-Based Medicine, CEBM) de Oxford, adjuntada como Anexo 2, la cual valora la evidencia según el área temática o escenario clínico y el tipo de estudio que involucra (32).

En la Tabla VII se refleja el nivel de evidencia alcanzado en cada uno de los artículos seleccionados.

Tabla VII. Niveles de evidencia según la escala CEBM

| Artículo | Nivel de evidencia |
|---------------------------------|--------------------|
| Pozeg P. y col. 2017 (8) | 1b |
| Richardson EJ. y col. 2019 (19) | 1b |
| Roosink M. y col. 2016 (18) | 4 |
| Villiger M. y col 2017 (29) | 2b |
| Villiger M. y col. 2015 (14) | 2b |
| Wall T. y col. 2015 (22) | 4 |
| Dijsseldonk RV y col. 2018 (25) | 2b |
| Sengupta M. y col. 2019 (26) | 1b |
| Chang-Man An y col. 2017 (24) | 4 |
| Maresca, G. y col. 2018 (6) | 4 |

5.8. GRADOS DE RECOMENDACIÓN

La escala CEBM, permite relacionar los niveles de evidencia alcanzados en cada artículo, con unos grados de recomendación, tal y como se refleja en el Anexo 2. En la Tabla VIII podemos observar el grado de recomendación obtenido en cada artículo.

Tabla VIII. Grados de recomendación según la escala CEBM

| Artículo | Grado de recomendación |
|---------------------------------|------------------------|
| Pozeg P. y coll. 2017 (8) | A |
| Richardson EJ. y col. 2019 (19) | A |
| Roosink M. y col. 2016 (18) | C |
| Villiger M. y col. 2017 (29) | C |
| Villiger M. y col. 2015 (14) | B |
| Wall T. y col. 2015 (22) | C |
| Dijsseldonk RV y col. 2018 (25) | B |
| Sengupta M. y col. 2019 (26) | A |
| Chang-Man An y col. 2017 (24) | C |
| Maresca, G. y col. 2018 (6) | C |

6. RESULTADOS

Tras la realización de la búsqueda en las distintas bases de datos se obtuvo un total de 213 resultados. Siguiendo los criterios de selección, 10 trabajos fueron analizados en la presente revisión: 5 ensayos clínicos, 4 estudios piloto y 1 caso clínico.

6.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

La muestra total está formada por 207 sujetos, 133 hombres y 34 mujeres. De los 40 sujetos restantes no se especifica el género. Las edades oscilan entre 22 y 74 años, situándose la media total en 48 años.

Dentro de la muestra total, el grupo experimental está formado por 132 sujetos, oscilando entre 1 y 30 participantes. Por lo general, se trata de muestras pequeñas que no superan los 15 individuos. El género de los sujetos no aparece especificado en todos los estudios, sin embargo, con los datos aportados, podemos observar una clara predominancia del género masculino, ya que se analiza a 105 hombres y solo a 30 mujeres. Las edades oscilan entre 22 y 74 años, situándose la media total en 50 años.

Todos los sujetos de este grupo padecen una LM a nivel de C4 o inferior, 50 de ellas completas y 111 incompletas. El tiempo de evolución de la lesión, aunque no se menciona en todos los estudios, oscila entre 3 meses y medio y 71 años. En 105 de estos casos la lesión tiene más de 1 año de evolución y solo en 21 pacientes aparece un tiempo de evolución menor.

Las características de este grupo aparecen reflejadas en la Tabla IX.

Tabla IX. Características del grupo experimental

| | | Pozeg P. y col. 2017 (8) | Richardson E.J. y col. 2019 (19) | Roosink M. y col. 2016 (18) | Villiger M. y col. 2017 (29) | Villiger M. y col. 2015 (14) | Wall T. y col. 2015 (22) | Dijsseldonk RV y col. 2018 (25) | Sengupta M. y col. 2019 (26) | Chang-Man An y col. 2017 (24) | Maresca, G. y col. 2018 (6) |
|---------------------|---------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Tamaño grupo | | 20 | 30 | 9 | 12 | 9 | 5 | 15 | 21 | 10 | 1 |
| Edad muestra | | 23-71 (47.3 +/- 12 años) | 22-69 (44.8 +/- 10.8) | 25-72 (53+13) | 4-17 años (8 años) | 28-71 (55.1 +/- 15.8) | 50-64 (58.6) | 59+-12 | 24-35 (28) | 29-54 (44.2+-8.66) | 60 |
| Sexo | Hombres | 18 | - | 7 | - | 5 | - | 11 | 17 | 6 | 1 |
| | Mujeres | 2 | - | 2 | - | 4 | - | 4 | 4 | 4 | 0 |

De los 10 artículos seleccionados 4 (8,14,19,26) cuentan con grupo control, sumando un total de 75 individuos; de ellos 28 son hombres y solo 4 son mujeres, con una edad que oscila entre 22 y 70 años, siendo la media total de 41 años.

En los artículos de Pozeg P. y col. 2017 (8) y Villiger M. y col. 2015 (14), este grupo está constituido por gente sana, al contrario que los estudios de Richardson EJ y col. 2019 (19) y Sengupta M. y col. 2019 (26), donde se compone de lesionados medulares.

En la Tabla X se reflejan las características del grupo control.

Tabla X. Características del grupo control

| | | Pozeg P. y col. 2017 (8) | Richardson E.J. y col. 2019 (19) | Villiger M. y col. 2015 (14) | Sengupta M. y col. 2019 (26) |
|-----------------------|---------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Tamaño muestra | | 20 | 29 | 14 | 12 |
| Edad muestra | | 23-70 años (43+/- 11.8) | 22-69 años (44.8 +/- 10.8) | 25-61 años (47.1) | 23-38 años (30.5) |
| Sexo | Hombres | 18 | - | 7 | 10 |
| | Mujeres | 2 | - | 7 | 2 |
| Sanos | | Si | No | Si | No |

6.2. VARIABLES

Todos los artículos seleccionados analizan variables directamente relacionadas con el proceso de rehabilitación de la marcha en personas con LM.

Así, 7 de los estudios (6,14,22,24–26,29) se centran en la medición del equilibrio, uno de los componentes primordiales para la consecución de la marcha. Todos ellos miden el equilibrio dinámico. Además, en los estudios de Wall T. y col. 2015 (22) y Sengupta M. y col. 2019 (26), se evalúa también el equilibrio estático.

Dentro de la variable sensibilidad, el dolor neuropático se analiza en 3 artículos (8,18,19) diferentes, mientras que el tacto, es valorado únicamente en el estudio de Pozeg P. y col (8).

Por otra parte, se evalúa el patrón de la marcha en un total de 4 artículos (14,22,25,29) a través de la medición de la velocidad y la distancia recorrida. El estudio de Dijsseldonk RV. y col. (25) estudia a mayores la longitud, anchura y frecuencia del paso.

La capacidad motora de los MMII se evalúa en un total de 3 (14,18,29) estudios, mediante el análisis de la fuerza (14,29), esfuerzo (18), imagen y habilidad motora (18).

En 8 de los artículos (6,8,14,18,19,22,25,29) se analizan además otras variables secundarias, no tan directamente relacionadas con componentes de la marcha, pero a tener en cuenta durante el tratamiento como son: la independencia funcional, los efectos secundarios, la satisfacción, motivación, interacción con el avatar, percepción de los cambios, factores de salud, volúmenes cerebrales y niveles de ansiedad y depresión.

A continuación, en la Tabla XI, se representa las distintas variables estudiadas en cada artículo.

Tabla XI. Variables estudiadas en cada artículo.

| | | Pozeg P. y col. 2017 (8) | Richardson EJ y col. 2019 (19) | Roosink M. y col. 2016 (18) | Villiger M. y col. 2017 (29) | Villiger M. y col. 2015 (14) | Wall T. y col. 2015 (22) | Dijsseldonk RV y col. 2018 (25) | Sengupta M. y col. 2019 (26) | Chang-Man An y col. 2017 (24) | Maresca, G. y col. 2018 (6) |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Equilibrio | Dinámico | | | | X | X | X | X | X | X | X |
| | Estático | | | | | | X | | X | | |
| Sensibilidad | Dolor NP | X | X | X | | | | | | | |
| | Tacto | X | | | | | | | | | |
| Patrón de la marcha | Velocidad | | | | X | X | X | X | | | |
| | Distancia | | | | X | X | X | X | | | |
| | Longitud paso | | | | | | | X | | | |
| | Anchura paso | | | | | | | X | | | |
| | Frecuencia paso | | | | | | | X | | | |
| Capacidad motora | Fuerza | | | | X | X | | | | | |
| | Esfuerzo | | | X | | | | | | | |
| | Imagen motora | | | X | | | | | | | |
| | Habilidad motora | | | X | | | | | | | |
| Variables secundarias | Independencia funcional | | | | X | X | | | | | X |
| | Efectos secundarios | X | | X | | | | | | | |
| | Satisfacción | | | | | X | X | | | | |
| | Motivación | | | | | X | X | | | | |
| | Interacción con el avatar | | | X | | | | | | | |
| | Percepción cambios | | | | X | | | | | | X |
| | Factores de salud | | X | | | | | X | | | |
| | Volúmenes cerebrales | | | | | X | | | | | |
| | Ansiedad | | | | | | | | | | X |
| | Depresión | | | | | | | | | | X |

6.3. REGISTRO DE VARIABLES

El método de análisis de estas variables varía en cada artículo a través del uso de diferentes escalas y cuestionarios.

Para la valoración del equilibrio se usan un total de 11 métodos distintos, resultando la escala BBS, usada en 5 artículos (6,14,24,26,29), el método más común, seguido de las escalas WISCI II y el TUG test, usadas ambas en tres estudios (22,24,29).

En lo relativo a la variable sensibilidad, se analiza el dolor NP a través de tres escalas diferentes, resultando la escala VAS, utilizada en dos (8,18) de los tres artículos que analizan este parámetro, la más popular. Por otro lado, el tacto se valora únicamente en el artículo de Pozeg P. y col. 2017 (8) a través de dos escalas específicas, la VLI y la FBI.

Para la valoración del patrón de la marcha se usan diferentes métodos. Destacar que la velocidad y distancia es valorada de 3 maneras diferentes, siendo el 10MWT el método más frecuente. También se valoran aspectos espacio-temporales de la marcha en el artículo de Dijsseldonk RV. y col. 2018 (25), a través de las mediciones de la longitud, anchura y frecuencia del paso.

La valoración de la fuerza es analizada a través de la escala LEMS en un total de 2 artículos (14,29). El resto de los parámetros que conforman la variable capacidad motora (esfuerzo, imagen y habilidad motora) son evaluados a través de cuestionarios específicos, los cuales aparecen reflejados en la Tabla XII.

Dentro de las variables secundarias, señalar que la más estudiada es la independencia funcional. El método más frecuente para su evaluación es la escala SCIM II, usada en dos (14,29) de los tres artículos donde se tiene en cuenta esta variable.

Se analizaron otras variables como las sensaciones percibidas, los efectos secundarios, la satisfacción, motivación, atención, interacción con el avatar y percepción de los cambios a través de diferentes cuestionarios tal y como se indica en la Tabla XII.

Tabla XII. Métodos de valoración de las variables.

| | | | Pozeg P y col. 2017 (8) | Richardson EJ y col. 2019 (19) | Roosink M. y col. 2016 (18) | Villiger M. y col. 2017 (29) | Villiger M. 2015 (14) | Wall T. y col. 2015 (22) | Dijsseldonk RV y col. 2018 (25) | Sengupta M. y col. 2019 (26) | Chang-Man An y col. 2017 (24) | Maresca, G. y col. 2018 (6) | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| Equilibrio | Equilibrio dinámico | BBS | | | | X | X | | | X | X | X | |
| | | ABC Scale | | | | | | | | | X | | |
| | | POMA-B | | | | | | | | | X | | |
| | | Com-xop | | | | | | | | X | | | |
| | | LOS | | | | | | | | | | X | |
| | | DSM | | | | | | | | X | | | |
| | | TUG | | | | | X | | X | | | X | |
| Equilibrio estático | Equilibrio estático | WISCI II | | | | X | | X | | | X | | |
| | | LFRT | | | | | | X | | | | | |
| | | FFRT | | | | | | X | | | | | |
| Sensibilidad | Dolor NP | FRS | | | | | | | | X | | | |
| | | VAS | X | | X | | | | | | | | |
| | | NRS | | X | | | | | | | | | |
| Sensibilidad | Tacto | NPS | | X | | | | | | | | | |
| | | Cuestionario VLI | X | | | | | | | | | | |
| Patrón de la marcha | Velocidad | Cuestionario FBI | X | | | | | | | | | | |
| | | 10MWT | | | | X | X | X | | | | | |
| | Distancia | 6MWT | | | | X | | | | | | | |
| | | 2MW | | | | | | | X | | | | |
| | | 10 MWT | | | | X | X | X | | | | | |
| | Patrón de la marcha | Longitud paso | 6MWT | | | | X | | | | | | |
| | | | 2MW | | | | | | | X | | | |
| Medición | | | | | | | | | X | | | | |
| Ancho paso | | | | | | | | | X | | | | |
| Capacidad motora | Fuerza | Frecuencia paso | | | | | | | X | | | | |
| | | Medición | | | | | | | X | | | | |
| | | Medición | | | | | | | X | | | | |
| Variables secundarias | Independencia funcional | LEMS | | | | X | X | | | | | | |
| | | Cuestionario | | | X | | | | | | | | |
| | Efectos secundarios | Imagen motora | | | X | | | | | | | | |
| | | Cuestionario específico | | | X | | | | | | | | |
| | Satisfacción | Habilidad motora | | | X | | | | | | | | |
| | | Cuestionario | | | | | X | X | | | | | |
| | Percepción cambios | Cuestionario | | | X | | | | | | | | |
| | | Cuestionario | | | | X | | | | | | | |
| | Factores de salud | Percepción cambios | PGI | | | | X | | | | | | |
| | | RCI | | | | | | | | | | X | |
| Volúmenes cerebrales | Depresión | RAND-SF-36 | | X | | | | | | | | | |
| | | MPSQ-BF | | | | | | | X | | | | |
| | | TBM | | | | | X | | | | | | |
| Ansiedad | Ansiedad | VBCT | | | | | X | | | | | | |
| | | HRS-D | | | | | | | | | | X | |
| | | HRS-A | | | | | | | | | X | | |

6.4. INTERVENCIÓN

Esta revisión bibliográfica analiza una intervención a través del uso de diferentes sistemas de RV, los cuales aparecen descritos en la Tabla XIII. Casi todos son o de modalidad no inmersiva (18,19,22,24,26) o seminmersiva (6,14,25,29) salvo el usado en el trabajo de Pozeg P. y col. 2017 (8), que es de tipo inmersivo. En cada artículo se usa un sistema de RV diferente a excepción de los estudios de Villiger M. y col. 2017 (29) y Villiger M. 2015 (14), que comparten el mismo.

Por lo general, el método de tratamiento se basa en el uso exclusivo de la RV, sin embargo, esto no ocurre en los artículos de Sengupta M. y col. 2019 (26) y Maresca, G. y col. 2018 (6), en los cuales, aparece en combinación con programas de terapia convencional (aplicada también en los GC) con el objetivo de potenciar los resultados de la misma.

Tabla XIII. Descripción de los métodos de intervención.

| | Tipo de RV | Intervención |
|--------------------------------|--------------|--|
| Pozeg P y col. 2017 (8) | Inmersiva | <p>Tanto el grupo control (GC) como el grupo experimental (GE) se exponen a dos experimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Imagen virtual de las piernas (Virtual Leg Image, VLI): Se coloca al paciente en sedestación con un dispositivo con pantalla en la cabeza con el que mira hacia sus piernas. Detrás se coloca una silla con unas piernas falsas y una cámara justo encima grabándolas. Se realizan diferentes estímulos en estas piernas y el paciente visualiza esta imagen en tiempo real en la pantalla (como si fuese en sus piernas). Además, simultáneamente se aplican estímulos síncronos y asíncronos en la espalda del paciente. -Imagen virtual del cuerpo (Full Body Image, FBI): el paciente como antes. En este caso se coloca un cuerpo falso delante del paciente sobre el que se proyecta la imagen de su propia espalda en tiempo real recibiendo la estimulación. |
| Richardson EJ y col. 2019 (19) | No inmersiva | <p>Se distribuye a los pacientes de manera aleatoria entre los grupos. Se realiza en una habitación tranquila con un monitor 3D en el que se proyectan los diferentes videos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El GE visualiza un video de un avatar caminando, mientras se les pide que imaginen que son ellos quienes realizan esta acción. - El GC observa un video de un avatar andando en silla de ruedas por el mismo escenario mientras se imaginan que son ellos quienes realizan esta acción. |
| Roosink M. y col. 2016 (18) | No inmersiva | <p>El paciente se coloca en sedestación con unas gafas 3D, sensores de movimiento en los brazos y dos proyectores a su espalda que emiten imágenes en la pantalla situada frente al paciente.</p> <p>En la pantalla se observa un avatar que camina en función del balanceo de los brazos.</p> <p>Se realizan 12 pruebas distintas, combinando las siguientes variables: marcha con avatar, estática sin avatar, hacia delante y hacia atrás.</p> |
| Villiger M. y col. 2017 (29) | Seminmersiva | <p>Se sitúa al paciente en sedestación con sensores de movimiento en pies y piernas, mirando una pantalla donde observa sus pies inmersos en diferentes entornos virtuales.</p> <p>Gracias a los sensores, el paciente mueve los pies virtuales para la realización de diferentes juegos.</p> <p>En total se realizan 5 juegos distintos, 3 de ellos encaminados al trabajo de la flexión dorsal de tobillo, 1 para la extensión de rodilla y 1 para la abducción y aducción de la pierna.</p> |

| | | |
|---------------------------------|--------------|---|
| Villiger M. 2015 (14) | Seminmersiva | Misma intervención que en el artículo anterior |
| Wall T. y col. 2015 (22) | No inmersiva | Se sitúa al paciente delante de una pantalla conectada a la consola WII. El paciente, a través de los movimientos de su cuerpo, realiza diferentes juegos encaminados a la mejora en el cambio de peso, la estabilidad, el equilibrio y la coordinación. Los juegos de cada sesión se eligen al azar. |
| Dijsseldonk RV y col. 2018 (25) | Seminmersiva | Se usa el dispositivo GRAIL. Este consiste en una cinta de correr con 2 placas de fuerza incrustadas (con capacidad para moverse en diferentes direcciones y crear perturbaciones) y un sistema de captura de movimiento (VICON). Delante se sitúa una pantalla de 180° donde se proyectan los diferentes entornos virtuales. El entorno virtual va cambiando a medida que el paciente va caminando. |
| Sengupta M. y col. 2019 (26) | No inmersiva | -El GC recibirá la terapia convencional (programa de ejercicio terapéutico). El GE a mayores recibe un tratamiento a través del sistema Xbox Kinect. Este sistema consta de sensores de movimiento que permiten controlar el avatar visualizado en la pantalla. Se realizan diferentes juegos encaminados a la mejora del equilibrio, tanto estático como dinámico. |
| Chang-Man An y col. 2017 (24) | No inmersiva | Se usa el sistema IREX formado por una cámara, unos guantes, una pantalla de TV y una pantalla verde de fondo. A través de este sistema el paciente puede controlar un avatar con sus movimientos mientras realiza los distintos programas propuestos. En total se realizan 6 programas distintos encaminados al desarrollo del control de tronco, traslado de peso en diferentes direcciones y mejora de movimientos de los MMSS. La dificultad se va incrementando progresivamente. |
| Maresca, G. y col. 2018 (6) | Seminmersiva | Se realiza en dos fases. La primera tiene una duración de tres meses y en ella se aplica terapia convencional (combinación de fisioterapia, tratamiento psicológico y cognitivo). Se deja un mes de descanso y se comienza con la segunda fase, también de 3 meses de duración, en la que se combina la terapia convencional con la RV. Se sitúa al paciente delante de una pantalla para la realización de diferentes juegos, algunos de ellos enfocados a la mejora cognitiva (trabajo de la memoria, atención...) y otros encaminados al trabajo motor (trabajo de la fuerza, estiramientos, mejora de la postura, movilidad de la pelvis y equilibrio tanto estático como dinámico). |

En la Tabla XIV podemos observar que la duración de los estudios varía ampliamente. En los estudios de Pozeg P. y col. 2017 (8) y Richardson EJ. y col. 2019 (19) es donde menos tiempo se emplea, 1 único día, lo cual contrasta con el artículo de Maresca, G. y col. 2018 (6) donde se realiza la intervención de mayor duración, de un total de 6 meses. Sin embargo, la duración más frecuente evidenciada en esta revisión es de 4 o 6 semanas.

Cada estudio hace un uso diferente de este periodo de tiempo en función del número de sesiones necesarias y la duración de las mismas. La sesión más corta, de 20 minutos, se realiza en el trabajo de Richardson EJ. y col. 2019 (19), mientras que la más larga, de hora y media, la observamos en el estudio de Roosink M. y col. 2016 (18). La duración de las sesiones más utilizada oscila entre los 30 y los 60 minutos.

De la misma manera, el número de sesiones que realiza cada estudio es muy dispar. Mientras que en los trabajos de Pozeg P. y col. 2017 (8) y Richardson EJ. y col. 2019 (19) únicamente se realiza una sesión, en los de Villiger M. y col. tanto de 2015 (14) como de 2017 (29), se realizan 20.

La recogida de datos se realiza en todos los estudios en dos momentos diferentes: antes y después de la intervención. En cuatro de los artículos (14,22,25,29), a mayores, se realiza una tercera recogida de datos meses después de la intervención para la realización de una evaluación de seguimiento.

En la Tabla XIV aparece reflejado el tipo de recogida de datos usada en cada artículo así como el número de sesiones empleado en cada estudio, con su tiempo y duración exacta.

Tabla XIV. Recogida de datos y duración del tratamiento.

| | Recogida de datos | Duración y sesiones |
|---|--|---|
| Pozeg P. y col. 2017 (8) | Pre-intervención Post-intervención | 1 única sesión de 1 hora. |
| Richardson EJ. y col. 2019 (19) | Pre-intervención Post-intervención | 1 única sesión de 20 minutos. |
| Roosink M. y col. 2016 (18) | Pre-intervención Post-intervención | 2 semanas. 2 sesiones de 1h 30 min. 1 sesión/semana. |
| Villiger M. y col. 2017 (29) | Pre-intervención, 4 semanas antes. Pre-intervención, justo antes de empezar. Post-intervención Seguimiento 2-3 meses después. | 4 semanas 16-20 sesiones de 30-45 min. 4 sesiones /semana |
| Villiger M. y col. 2015 (14) | Pre-intervención. Post-intervención. Seguimiento, 4 meses después. | 4 semanas. 16-20 sesiones de 45 min. 4 sesiones /semana. |
| Wall T. y col. 2015 (22) | Pre-intervención, las 3 semanas antes. Post-intervención, 1 semana después Seguimiento, 4 semanas después. | 7 semanas. 14 sesiones de 1 h. 2 sesiones/semana |
| Dijsseldonk RV. y col. 2018 (25) | Pre-intervención Segunda, tercera y última sesión. Seguimiento, 6 meses después. | 6 semanas 12 sesiones de 1 h. 2 sesiones/semana |
| Sengupta M. y col. 2019 (26) | Pre-intervención Post-intervención | 3 semanas 15 sesiones de 30 min. 5 sesiones/semana |
| Chang-Man An y col. 2017 (24) | Pre-intervención, 2 semanas antes. Post-intervención. | 6 semanas. 18 sesiones de 30 min. 3 sesiones/semana. |
| Maresca, G. y col. 2018 (6) | Pre-intervención Post-intervención | 6 meses. |

6.5. RESULTADOS

En el total de los 7 artículos (6,14,22,24–26,29) en los que se analiza el equilibrio (estático y dinámico), se observa un aumento generalizado de las puntuaciones en todas las escalas tras el tratamiento con RV. En la escala WISCI II, es en la única donde las puntuaciones no se incrementan en todos los casos, ya que no muestra mejoría en dos (22,29) de los tres artículos donde se usa (22,24,29), junto con el TUG test, que no muestra mejorías en el estudio de Wall T. y col. 2015 (22) pero sí en los otros dos trabajos donde es utilizado (24,29). Señalar también que la medición del equilibrio estático realizada en el artículo de Dijsseldonk RV. y col. 2018 (25), a través de la medición Com-Xom, muestra una mejoría del mismo en el sentido antero-posterior, pero no en el latero-medial o combinado.

Destacar también que los resultados de las escalas WISCI, ABC scale y del TUG test, muestran una mejora mayor en pacientes con LM crónica que en lesiones medulares agudas. En cuanto a la variable sensibilidad, el dolor NP presenta una reducción en 2 (8,19) de los 3 (8,18,19) artículos donde se analiza. El artículo de Richardson EJ. y col. 2019 (19) hace referencia a una disminución en el dolor frío y profundo, pero no así en el dolor superficial o caliente. Por otro lado, el tacto solo se mide en el artículo de Pozeg P. y col. 2017 (8), observándose una mejoría únicamente en una de las pruebas realizadas, pero no en el resto.

Al analizar los resultados que se obtienen en lo relativo al patrón de la marcha, se aprecia que la velocidad y la distancia de marcha no muestran mejoras en el estudio de Villiger M. y col. 2017 (29), sin embargo, sí en los otros tres estudios donde se analizan estos parámetros (14,22,25), pudiendo observarse un incremento significativo de las puntuaciones obtenidas en el 10MWT y 2MWT. Los parámetros espacio temporales de la marcha, analizados en el artículo de Wall T. y col. 2015 (22), muestran un aumento de la longitud del paso, pero no del ancho ni de la frecuencia.

En el estudio de la capacidad motora, lo más destacable son las puntuaciones obtenidas en la escala LEMS para la valoración de la fuerza, donde se aprecia un aumento de las puntuaciones en los 2 artículos (14,29) donde se utiliza. Además, siguiendo con el estudio de esta variable, aparece también una significativa reducción del esfuerzo en el estudio de Roosink M. y col. 2016 (18), único en el que se incluye esta subvariable. En cuanto al estudio de la imagen y la habilidad motora no se observa ninguna modificación tras la intervención.

Dentro de las variables secundarias, aparece una mejora de la independencia funcional en el total de los 3 artículos donde se analiza (6,14,29), no aparecen efectos secundarios en ningún caso, los niveles de atención, motivación y satisfacción que se obtienen resultan muy elevados, y se aprecia una disminución de la depresión y de la ansiedad así como cambios en la composición y corteza cerebral.

Finalmente, en la Tabla XV podemos observar las características generales de cada artículo analizado, así como los resultados y conclusiones obtenidos en cada uno de ellos.

Tabla XV. Características generales de los artículos.

| Título | Autor y año | Tipo de artículo | Objetivos | Características muestra | Variables de estudio | Medición variables | Intervención | Duración | Resultados y conclusiones |
|---|--|------------------|---|---|---|---|---|------------------------------|---|
| Virtual reality improves embodiment and neuropathic pain caused by spinal cord injury (8) | Pozeg P, Palluel E, Ronchi R y col. 2017 | Ensayo clínico | Observar los cambios en la percepción del cuerpo y en el dolor en pacientes con LM a través de un programa de RV. | <u>GE</u> : 20 LM (>3.5 meses de evolución), inferiores a T2 (15 completas y 5 incompletas). 18 hombres y 2 mujeres. 11 presentan dolor NP. Entre 23-71 años. <u>GC</u> : 20 individuos sanos (2 mujeres). Entre 23-70 años. | - Ilusiones del tacto. - Propiedad de las piernas y del cuerpo virtual. - Tacto cuerpo. - Dolor NP. - Experiencias inusuales. | -Cuestionario VLI. -Cuestionario FBI. - Escala VAS. - Escala CDS. Se realiza una evaluación antes y después de la intervención. | Dos experimentos: ilusión de la pierna virtual o ilusión global del cuerpo. Se distribuye los pacientes al azar entre ambos. Se usa la RV y la estimulación táctil de la espalda simultáneamente, en diferentes modalidades (síncrona o asíncrona). | 1 única sesión de 1 hora. | - En VLI, la manipulación sincronizada provoca una mayor irrigación, por lo que aumenta la sensación del tacto en las piernas (tanto en GC como GE, pero más en GC) (tacto en espalda provoca tacto referido en las piernas). - Resultados peores en lesiones con más tiempo de evolución. - No hay diferencias entre la estimulación de una parte u otra de la espalda. - Disminución del dolor NP con la estimulación síncrona (asociada a mayor experiencia de tacto en VLI). -No diferencias en FBI entre los grupos. Se encuentra una suave analgesia (relacionada con analgesia visual) |
| Effects of virtual walking on spinal cord injury-related neuropathic pain: a randomized, controlled trial (19) | Richardson EJ, McKinley EC y col. 2019 | Ensayo clínico | Examinar los efectos de la caminata virtual en la reducción del dolor en personas con LM. | 59 individuos con LM (>3 meses de evolución), 38 LMC y 21 LMI. 47 hombres y 12 mujeres. Todos con dolor NP. Entre 22 y 69 años. Aleatoriamente, 30 forman el GE y 29 el GC. | - Intensidad del dolor. -Características del dolor NP. - Factores personales subyacentes | - NRS. -NPS. -MPQ-BF | GE: Se proyecta en una pantalla un video de un avatar caminando. Los pacientes están en silla de ruedas delante del monitor 3D mientras tratan de imaginar que son ellos quienes caminan. GC: Igual que antes, pero ahora el avatar va en silla de ruedas, y los pacientes se imaginan que realizan esta acción. | 1 única sesión de 20 minutos | -Se encuentran beneficios en algunos aspectos del dolor NP (dolor desagradable y aspectos del dolor como dolor frío o profundo). - Disminución del dolor en ambos grupos, pero 3 veces mayor en el GE. - Mayor reducción del dolor en LM con mayor tiempo de evolución. - El alivio del dolor está relacionado con la capacidad de inmersión de las personas así como de factores personales, como nivel educacional. - Solo es una sesión y no se puede saber si los efectos perduran a largo plazo -Mejores resultados en personas que usaron anticonvulsivos durante bastante tiempo. |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|--|--|---|---|--|---|--|
| <p>Interactive virtual feedback improves gait motor imagery after spinal cord injury: An exploratory study (18)</p> | <p>Roosink M. Robitaille N, Jackson P, Laurent J. Bouyer Land Merciera C. 2016</p> | <p>Estudio piloto</p> | <p>- Evaluar los efectos de la caminata virtual en el rendimiento de las imágenes motoras: viveza, esfuerzo y velocidad. - Evaluar cambios en el dolor NP. - Evaluar la inmersión distracción y efectos secundarios.</p> | <p>9 LM (>3 meses de evolución), desde C4. 6 LMC y 3 LMI. 7 hombres y 2 mujeres, de 25 a 72 años. 7 presentaban dolor NP.</p> | <p>- Imágenes motoras. - Viveza. - Esfuerzo. - Velocidad. - Dolor NP. - Interacción con el avatar - Efectos secundarios</p> | <p>- Escalas para la imagen motora. - Escala esfuerzo. - Escala VAS. - KVIQ-10 - Cuestionario efectos secundarios. Medición antes y después del tratamiento.</p> | <p>El paciente se sitúa en sedestación con unas gafas 3D y sensores en los brazos, delante de una pantalla en la que se observa un avatar que camina con el balanceo de los brazos del paciente. Se camina hacia delante y hacia atrás, con un avatar o con escena estática para ver diferencias. Total: 12 pruebas (3 de cada tipo)</p> | <p>2 sesiones de hora y media con una semana de por medio</p> | <p>- Mejores resultados en la imagen motora, velocidad y esfuerzo al usar el avatar (no se sabe si por avatar o por la escena dinámica). Gran importancia del feedback visual en la consecución de este objetivo. - Buena inmersión. - Mejores resultados en cuanto a la velocidad al imaginar que se camina hacia delante. - Altos niveles de satisfacción, atención y motivación. - No efectos secundarios -No cambios en el dolor NP. -Varios pacientes sorprendidos por la sensación de las piernas.</p> |
| <p>Home-based virtual reality-augmented training improves lower limb muscle strength, balance, and functional mobility following chronic incomplete spinal cord injury (29)</p> | <p>Villiger M, Liviero J, Awail, Stoop R y col. 2017</p> | <p>Ensayo clínico</p> | <p>- Comprobar si el entrenamiento en casa no supervisado con RV es factible en LM. - Comprobar si el entrenamiento mejora las funciones motoras.</p> | <p>12 LMI y crónicas (> 1 año de evolución), por debajo de C4.</p> | <p>- Fuerza muscular MMII. - Equilibrio funcional. - Movilidad funcional. - Independencia. -Velocidad de marcha/distancia. - Cambios percibidos</p> | <p>- LEMS. - BBS. - TUG. - SCIM. -WISCI II. -10 MWT - 6MWT - PGIC Valoración antes, después y 2-3 meses después de la intervención.</p> | <p>Programa de RV en el que se colocan sensores (conectados al ordenador por bluetooth) en los pies del paciente y unas gafas a través las que mira a los pies y en las que se proyectan los distintos juegos. Estos juegos se realizan a través del movimiento de los pies, desde la posición de sedestación o bipedestación. Se realizan un total de 4 juegos distintos.</p> | <p>4 semanas. 16-20 sesiones de 30-45 minutos cada una.</p> | <p>-Mejora la dorsiflexión de tobillo. -Aumenta la fuerza de los MMII. - Mejora del equilibrio (BBS) -Mejora la estabilidad y la movilidad (TUG) (puede relacionarse con la ganancia de flexión dorsal de tobillo y de fuerza MMII) - No cambia la velocidad ni la distancia de la marcha (SCIM, WISCI, 6MWT, 10MWT). - Aumenta la función motora (PGIC). - Alta motivación y cambios percibidos. - No aparece dolor. -Después de cuatro semanas aparecen mejoras en actividades como andar o nadar. -Buen uso en domicilio.</p> |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------|---|---|--|--|--|---|--|
| <p>Relationship between structural brainstem and brain plasticity and lower-limb training in spinal cord injury: A longitudinal pilot study (14)</p> | <p>Villiger M, Grabher P, Hepp-Reymond M-C y col. 2015</p> | <p>Estudio piloto</p> | <p>- Analizar si el entrenamiento con RV aumenta, o induce, la plasticidad cerebral en pacientes con LMI. - Valorar efectos del entrenamiento con RV en las extremidades inferiores</p> | <p><u>GE:</u> 9 LMI crónica (más de 1 año de evolución) por debajo de C4. 4 mujeres, 5 hombres, de entre 28 y 71 años. 5 presentan dolor NP. <u>GC:</u> 14 sujetos sanos. 7 hombres y 7 mujeres de entre 25 y 61 años.</p> | <p>- Volumen longitudinal del cerebro. - Grosor cortical. - Volúmenes de sustancia gris y sustancia blanca del SNC. - Velocidad de marcha. -Equilibrio - Fuerza MMII. - Movilidad. - Motivación. - Nivel de atención</p> | <p>- TBM. - VBM,VBCT. - 10MWT. - BBS. - LEMS. - SCIM. -Cuestionario satisfacción, motivación y atención (al final de cada sesión). Antes, después y 4 meses después de la intervención.</p> | <p>Programa de realidad virtual en el que se colocan sensores en los pies del paciente y unas gafas a través de las que mirara a los pies. En ellas saldrán juegos que tendrá que realizar con el movimiento de sus pies. Sentado o de pie. 4 juegos distintos. Se usa un GC para comparar datos, pero este grupo no participa en la intervención.</p> | <p>16/20 sesiones de 45 minutos, divididas en 4 semanas de entrenamiento.</p> | <p>- Mejora en control de tronco, equilibrio, velocidad de caminar, ambulación y fuerza muscular, que se mantienen a los tres meses (10 MWT, BBS, LEMS, SCIM). - Alta satisfacción. motivación y atención. - Relación muy cerrada entre los cambios estructurales en regiones del SNC relacionadas con tareas de aprendizaje motor en LMI(aumento SG de determinadas zonas y aumento del volumen cerebral). Esto muestra la plasticidad neural dinámica asociada al aprendizaje motor.</p> |
| <p>The effects of the Nintendo wii fit on gait, balance and quality of life in individuals with incomplete spinal cord injury (22)</p> | <p>Tracy Wall, Richard Feinn, Kevin Chui, M. Samuel Cheng . 2015</p> | <p>Estudio piloto</p> | <p>- Investigar los efectos del uso de un sistema de entrenamiento de RV (Nintendo Wii fi), en la marcha, equilibrio y calidad de vida en individuos con LMI.</p> | <p>5 LMI crónica (mas de 1 año de evolución)con buena movilidad y equilibrio estático. Por debajo de C4. Entre 50 y 64 años.</p> | <p>- Velocidad de la marcha. - Equilibrio (estabilidad postural y movilidad). - Movilidad funcional. - Satisfacción. - Dimensiones de salud importantes.</p> | <p>- WISCI II. - 10MWT. - TUG. - FFRT y LFRT, RAND SF-36. - Encuesta de satisfacción. Valoración antes, después y 4 semanas después de la intervención.</p> | <p>Las sesiones consisten en la realización de múltiples juegos de la Nintendo Wii fit para promover el cambio de peso, la estabilidad, el equilibrio y la coordinación. Los juegos son escogidos al azar en cada sesión.</p> | <p>Sesiones de una hora, dos veces a la semana, durante siete semanas.</p> | <p>-Aumenta la velocidad de la marcha (se mantiene en la evaluación de seguimiento). - Mejora de las puntuaciones en el FFRT y LFRT, lo que se traduce en un incremento de la estabilidad postural. - No mejora el TUG (en la Wii no se trabaja acción de sentarse-levantarse). - Alta motivación. - Aumenta la movilidad.</p> |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|--|--|--|--|--|---|--|
| <p>Gait stability training in a virtual environment improves gait and Dynamic balance capacity in incomplete spinal cord injury patients (25)</p> | <p>Dijssel donk RV, Jong LD, Groen B. 2018</p> | <p>Ensayo clinico</p> | <p>Evaluar los efectos del entrenamiento en el GRAIL en la marcha y el equilibrio dinámico en pacientes ambulatorios con LMI.</p> | <p>15 LMI crónica (más de 6 meses desde la lesión). Capacidad de deambulacion 2 minutos sin asistencia. 11 hombres y 4 mujeres con una media de edad de 59 años.</p> | <p>- Velocidad y estabilidad de la marcha. - Parámetros espacio-temporales (longitud del paso, ancho de paso, frecuencia de paso) Valoración antes, después y seis meses después de la intervención</p> | <p>- 2MWT. - longitud paso y anchura paso (distancia entre talones). - Frecuencia (inversa al intervalo de los golpes del talón de un lado). - DSM. - Distancia XCom-CoP en dirección medial y lateral. - Ángulos de inclinación CoM-CoP en AP y ML.</p> | <p>Cinta de correr equipada con un sistema de captura de movimiento y capacidad de generar perturbaciones. En frente de la cinta se proyectan entornos virtuales en una pantalla semicilíndrica de 180°.</p> | <p>12 sesiones de una hora, durante 6 semanas.</p> | <p>-Aumento de la velocidad de marcha y longitud de paso, pero no hay cambios en la anchura del paso ni en la frecuencia. - Se incrementa la estabilidad en la dirección AP, pero no en la dirección ML o combinadas. -Mejora confianza en el equilibrio (lo que puede influir en el incremento de la longitud del paso). - El feedback visual permite realizar correcciones en tiempo real, lo que mejora el aprendizaje motor.</p> |
| <p>Role of virtual reality in balance training in patients with spinal cord injury: a prospective comparative pre-post study (26)</p> | <p>Sengupta M, Gupta A, Khanna M y col. 2019</p> | <p>Ensayo clinico</p> | <p>- Evaluar los efectos de un juego de entrenamiento basado en la RV para el control postural del tronco y equilibrio (estático y dinámico) en pacientes con LM</p> | <p><u>GE</u>: 21 LM (menos de 6 meses de evolución), 11 LMC y 6 LMI. 17 hombres, 4 mujeres, de entre 24 y 35 años. <u>GC</u>: 12 LM, 4 LMC y 8 LMI. 10. 10 hombres y 2 mujeres de entre 23 y 38 años.</p> | <p>- Equilibrio dinámico. - Equilibrio estático. - Estabilidad postural</p> | <p>- BBS. - POMA-B. - FRS Se valora antes, después y tras seis meses de la intervención.</p> | <p>Ambos grupos reciben un programa de ejercicio convencional. El GE a mayores recibe un tratamiento con RV no inmersiva, a través del sistema Xbox Kinect (varios juegos).</p> | <p>Total de 15 sesiones de 30 minutos cada una, distribuidas en 3 semanas. 5 sesiones por semana.</p> | <p>- Aumenta la puntuación de todas las escalas en ambos grupos, sin mostrar apenas diferencias. - No aparecen efectos adversos. - LMI obtuvieron mejores resultados en el BBS y el POMA-B. - Mejoras en POMA- B en LMC pueden deberse a que dos pacientes durante el tratamiento pasaron a ser LMI.</p> |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|---|---|---|---|---|--|---|
| <p>The effects of semi-immersive virtual reality therapy on standing balance and upright mobility function in individuals with chronic incomplete spinal cord injury: a preliminary study (24)</p> | <p>Chang -Man An & Young -Hyun Park. 2017</p> | <p>Estudio piloto</p> | <p>Evaluar los efectos de la RV no inmersiva en el equilibrio en bipedestación y la función de movilidad en posiciones verticales en LMI crónica.</p> | <p>10 LMI crónica (> 1 año de evolución). 6 hombres y 4 mujeres, de entre 29 y 54 años. - Capacidad para andar más de 10 metros con o sin ayuda. - Capacidad de mantenerse sentado sin asistencia 5 minutos.</p> | <p>-Equilibrio en bipedestación. - Movilidad en posición vertical.</p> | <p>- LOS. - BBS. - TUG. - ABC Scale. - WISCI II. Se valora antes y después del tratamiento.</p> | <p>Los participantes realizan 6 juegos del sistema de RV IREX (pantalla de TV, cámara guantes y pantalla verde de fondo). Cada juego se realiza durante 4 min con descansos entre ellos de 1 min.</p> | <p>6 semanas. Sesiones de 30 minutos, 3 días a la semana.</p> | <p>- Aumenta el equilibrio en bipedestación (aumenta puntuación escala BBS y LOS en el plano frontal). - Aumenta la movilidad en vertical (aumenta escala ABC, WISCI II, y disminuye TUG) - Las mejoras en el equilibrio suponen una disminución del uso de ayudas o asistencia durante la marcha.</p> |
| <p>A novel use of virtual reality in the treatment of cognitive and motor deficit in spinal cord injury. A case report (6)</p> | <p>Maresca, G; Grazia Maggino, M; Buda, PT, y col. 2018</p> | <p>Caso clínico</p> | <p>Evaluar si el entrenamiento basado en la RV produce mejoras a nivel motor y cognitivo en un paciente con LM crónica.</p> | <p>Hombre de 60 años con LMI crónica (hace dos años), a nivel C3-C4. Tetraparesia moderada (más afección del lado izquierdo). Déficits motores, sensoriales y cognitivos.</p> | <p>- Estado cognitivo. - comunicación. - Compresión. - Depresión. - Ansiedad. - Independencia funcional. - Equilibrio. - Cambios percibidos</p> | <p>- MoCa. - CAM, TMT,RAVLI,VFT , SFT. - HRS-D. - HRS-A. - FIM. - BBS. - RCI. Valoración antes y después de la intervención.</p> | <p>En la 1ª fase se aplica la terapia convencional (fisioterapia, entrenamiento cognitivo y psicológico) y en la 2ª fase se combina con la RV.</p> | <p>6 meses. 3 meses una fase, descanso de un mes y 3 meses para la segunda fase.</p> | <p>- Mejores resultados con la terapia combinada que solo con la tradicional, por lo que la RV se puede usar para incrementar los resultados funcionales. -La RV mejora los resultados motores y cognitivos (se cree que debido a que aumenta la neuroplasticidad). - Disminuye la ansiedad y la depresión. -Mejora el desarrollo motor global. - Mejora el equilibrio (se cree que por las mejoras en el desarrollo motor). - Mejora la motivación y el estado de ánimo.</p> |

7. DISCUSIÓN

La LM es una patología relativamente frecuente en la sociedad que supone un cambio en la salud y causa grandes desequilibrios motores que afectan a la calidad de vida de los pacientes (17). Solo en España, se registran 31.000 personas con esta patología y cada año se producen 1000 nuevos casos (15). La mayor parte de estas lesiones son de origen traumático (70%), sin embargo, en los últimos años se está produciendo además un aumento de las LM de origen no traumático debido al incremento de la esperanza de vida (12), lo cual tiene grandes repercusiones sociales y económicas.

Uno de los grandes objetivos de los pacientes medulares va a ser la recuperación de la marcha. Los pacientes con LMI tienen un mayor potencial de recuperar la capacidad de caminar que las LMC. No obstante, la rehabilitación de la marcha se incluye en el plan de tratamiento de ambos tipos de lesión, siendo muy importante el trabajo de todos los factores que influyen en ella, ya sea para permitirles poder volver a caminar algún día, o bien, para mantenerlos activos y saludables (11). Por ello, se tratará de buscar los métodos de intervención que resulten lo más eficaces posibles.

Con este fin se realiza esta revisión bibliográfica, en la que se han incluido 10 artículos que abordan la pregunta de investigación sobre la eficacia del uso de la RV en la rehabilitación de la marcha en personas con LM.

Para poder dar una respuesta a este interrogante es necesario tener en cuenta el elevado número de componentes que pueden interferir en este proceso. Es muy difícil encontrar estudios donde se hable de todos ellos simultáneamente. Esta es la razón de que cada uno de los trabajos seleccionados se centre en unas variables de la marcha u otras, o de que encontremos componentes que se analizan en un único estudio.

Con el fin de estructurar el trabajo y poder centrarlo en la cuestión planteada, se agruparon los diferentes aspectos analizados en los estudios en un total de 4 variables, diferenciando a mayores unas variables secundarias no tan íntimamente relacionadas con la rehabilitación de la marcha.

Podemos agrupar los 10 trabajos seleccionados según su estructura en 5 ensayos clínicos (8,19,25,26,29), 4 estudios piloto (14,18,22,24) y 1 estudio de caso (6). En un principio, se trató de incluir en la revisión únicamente ensayos clínicos, con el fin de obtener los resultados

más fiables posibles, sin embargo, al realizar la búsqueda, se comprobó que la literatura centrada en uso de la RV en el paciente medular no es muy extensa, y que esta, además, suele centrarse en la rehabilitación de los MMSS (8) y no tanto en la de los MMII o de la marcha propiamente dicha.

Por todo ello, al objeto de obtener la mayor información posible, se seleccionan artículos que cuentan con un grado de recomendación no muy elevado. Tras el análisis realizado con la escala CEBM, se concluye que únicamente 3 de los estudios cuentan con un grado de recomendación A (8,19,26), por lo que los resultados obtenidos en los mismos serán los que tengamos en mayor consideración. El resto son de recomendación B (14,25) o C (6,18,22,26,29). Estos grados, no muy elevados, se deben a las estructuras y muestras usadas en cada artículo.

7.1. Características de la muestra

Todos los trabajos tienen en común que manejan muestras de pacientes no muy numerosas, que no suelen superar los 15 sujetos. Las edades de los mismos son muy dispares, aunque todos ellos tratan población adulta de más de 20 años. Esto es un punto a favor a la hora de comparar los estudios ya que, en caso de incluir gente más joven, los resultados podrían verse alterados debido a la evolución diferente asociada al crecimiento y desarrollo de la infancia.

Otra característica común de los sujetos analizados es la localización de la lesión, que es siempre inferior a C4. La evolución de la LM es única en cada caso y no podemos saber con exactitud qué objetivos vamos a poder alcanzar con cada paciente, sin embargo, se sabe que la evolución en pacientes con lesiones por encima de C3 es mínima, y que la esperanza de mejoría es muy limitada. Los pacientes con este tipo de lesiones son completamente dependientes para la realización de tareas motoras y actividades de cuidados personales (3). Al no incluir este tipo de pacientes en los trabajos se consigue evitar que los resultados se vean condicionados por este factor.

Sin embargo, si aparecen una serie de diferencias entre los estudios que sería importante tener en consideración. En primer lugar, en todos los trabajos se tratan pacientes con LMI, sin embargo, algunos de ellos (8,18,19,26) incluyen también lesiones completas indistintamente. Del total de la muestra, solo 50 sujetos tienen una LMC. Aunque no es un dato muy representativo, es importante tenerlo en consideración ya que ambas lesiones no evolucionan de la misma manera, lo que podría alterar los resultados. En el caso de la LMC, la consecución

de objetivos suele estar bastante más limitada que en el de la LMI (3), siendo esta última más susceptible a recuperar la ambulación (16).

Otro factor importante en la evolución de las lesiones medulares es el tiempo transcurrido desde la lesión. La mayor parte de la recuperación neurológica se produce en los dos primeros meses después de la lesión (5), aunque puede prolongarse durante un año (3). Más adelante, la mejora funcional puede deberse al aprendizaje motor normal y al fortalecimiento muscular (29). Por ello, se hace una distinción entre pacientes agudos, cuando no ha pasado un año desde la lesión, y crónicos, cuando este tiempo es superior. Todos los trabajos analizan sujetos de tipo crónico permitiendo así achacar las mejoras obtenidas a la intervención realizada y no al proceso de recuperación espontáneo de la enfermedad. Únicamente el estudio de Sengupta M. y col. 2019 (26) incluye indistintamente lesionados agudos y crónicos. Aun así, estos pacientes agudos suponen una representación de la muestra muy pequeña y tienen lesiones con un tiempo de evolución superior a los dos meses por lo que, en caso de condicionar los resultados, el impacto será mínimo.

Aunque no se especifica en todos los estudios, por lo general la muestra está formada por pacientes varones, ya que se contabiliza un total de 134 hombres y solo 35 mujeres. Según el estudio de Henao-Lema, C. 2010 (7), los hombres tienden a tener mejor funcionalidad que las mujeres al final del proceso de rehabilitación (7), lo cual podría influir en los resultados de nuestro trabajo. Sin embargo, este dato puede estar muy relacionado con el hecho de que la LM es un 25% más frecuente en el género masculino (15).

Otra de las diferencias más destacables entre los estudios es la presencia o no de un GC, incorporándolo solo en 4 de ellos (8,14,19,26). En los trabajos de Richardson EJ y col. 2019 (19) y Sengupta M. y col. 2019 (26) las características de dicho grupo tratan de ser los más similares posibles a las del grupo experimental, sin embargo, en los artículos de Pozeg P. y col. 2017 (8) y Villiger M. y col. 2015 (14), este grupo lo conforma gente sana, por lo que la comparación de los resultados entre los grupos no va a ser muy representativa de la realidad.

7.2. Intervención

Encontramos grandes diferencias entre los estudios en relación al tipo de intervención. La mayoría de los artículos utilizan sistemas de RV no inmersiva (18,19,22,24,26) o seminmersiva (6,14,25,29). Es importante tener en cuenta este factor a la hora de analizar los resultados, ya que podría ser el origen de las posibles diferencias encontradas entre los mismos.

Por otro lado, los sistemas de RV empleados tampoco son idénticos, solamente dos artículos usan el mismo sistema de intervención (14,29) y pertenecen al mismo autor, en los restantes trabajos se utilizan sistemas de intervención propios. Por lo tanto, aunque varios artículos analicen una misma variable, al hacerlo mediante diferentes intervenciones, puede ser posible que no se alcancen los mismos resultados.

La duración de los tratamientos también resulta muy dispar. Por lo general, la duración oscila entre 2 y 6 semanas, en las que se realizan numerosas sesiones; sin embargo, en dos de los artículos (8,19), la intervención se aplica en una única sesión. Por lo tanto, cabe pensar que las posibles diferencias detectadas con los resultados de estos estudios pueden estar supeditadas a este hecho.

La medición de las variables se realiza siempre antes y después de la intervención, solamente 4 trabajos (6,14,22,29) vuelven a hacer un análisis de las mismas tras un tiempo. Lo idóneo sería llevar a cabo este análisis en todos los estudios, ya que es lo que realmente nos permite conocer los efectos de una intervención, y no quedarnos con resultados inmediatos que se desconoce cómo pueden evolucionar en el tiempo.

7.3. Variable equilibrio

La primera variable analizada es el equilibrio, formada a su vez por dos subvariables.

Dentro del estudio del equilibrio dinámico se observa que en todos los artículos donde se analiza se aprecia una clara mejoría. En los cinco estudios (6,14,24,26,29) donde se aplica la escala BBS, se aprecia un incremento de las puntuaciones, tres de estos cuentan además con un grado de recomendación elevado, de tipo A (26) y B (14,25). Todo esto parece indicar que la RV mejora el equilibrio dinámico en pacientes con LM.

La escala BBS se correlaciona con la fuerza (14). En el estudio de Villiger M. y col. 2015 (14) se analizan estos dos parámetros obteniendo mejorías en ambos casos, por lo que podemos pensar que los cambios percibidos en la escala BBS, en este caso, pueden tener su origen en ese incremento de la fuerza.

Señalar que en el artículo de Dijsseldonk RV. y col. 2018 (25), aunque aparecieron mejoras en la escala BBS, también se midió el equilibrio dinámico a través de la escala DSM donde no se reflejaron dichos cambios, y de la medición XCoM-CoP, en la que sí aparece un incremento del equilibrio en el sentido anteroposterior pero no en el medio lateral o combinado. Este dato choca con los resultados obtenidos en el estudio de Calcavanti Moreira M. y col. realizado en el 2017 en el que, tras la aplicación de diferentes juegos de RV centrados en el equilibrio de tronco, aparece un incremento del equilibrio tanto en sentido anteroposterior como en el lateral (33).

Existe una correlación entre la estabilidad anteroposterior y la velocidad (25). En el trabajo de Dijsseldonk RV. y col. 2018 (25) se analiza también aspectos del patrón de la marcha: longitud, frecuencia y anchura del paso. Aunque no se percibe ningún cambio ni en la frecuencia ni en el ancho, sí aparece un incremento de la longitud. Este aumento de la longitud puede ser debido al aumento del equilibrio en el sentido anteroposterior, mencionado anteriormente, que permite al paciente realizar pasos más largos incrementando así la velocidad de la marcha.

El equilibrio dinámico se analiza también a través de otros métodos que, aunque no obtuvieron resultados tan llamativos, también muestran una mejoría del mismo. Por un lado, los resultados obtenidos en el TUG mostraron cambios en 2 (24,29) de los 3 (22) estudios donde se aplica dicha prueba. Hay que tener en cuenta que en este test se valora el equilibrio dinámico, pero en el resultado influye también la habilidad para levantarse y sentarse de una silla. Dicha habilidad no se trabaja de manera específica con los tratamientos de RV utilizados (22) por lo que esto, puede estar condicionando los resultados y ser la explicación de por qué no se observan mejorías en el estudio de Chang-Man An y col. 2017 (24). En cualquier caso, no hay que olvidar que los otros dos estudios sí obtienen buenos resultados y que, aunque ambos tienen un grado de recomendación C, sumado a los resultados obtenidos con otros métodos, corroboran el efecto beneficioso de la RV en la mejora de este tipo de equilibrio.

En los estudios de Villiger M. y col. 2017 (29), Wall T. y col. 2015 (22) y Chang-Man An y col. 2017 (24), todos ellos con un bajo grado de recomendación, también se valora esta variable a través de la escala WISCI II, obteniendo cambios en únicamente uno de ellos (24). Todos

tratan pacientes muy similares por lo que la única diferencia a la que se podría asociar los cambios obtenidos en el artículo de Chang-Man An y col. 2017 (24) es que, en éste, se usa un tipo de intervención que puede resultar más llamativa para el paciente, favoreciendo su adherencia y, por tanto, un mejor resultado. Otra explicación para esta diferencia podría ser que en los artículos de Villiger M. y col. 2017 (24) y Wall T. y col. 2015 (22) la media de edad ronda los 50 años, sin embargo, la muestra del artículo de Chang-Man An y col. 2017 (24) es, de media, diez años menor, lo cual podría estar influyendo en el resultado. En este último artículo se usan, además, otras dos escalas en las que también se refleja ese aumento del equilibrio. Nos referimos a la escala ABC y a la escala LOS. El hecho de que en este estudio se usen cuatro métodos de valoración del equilibrio diferentes y que todos muestren mejoría, nos hace pensar que la intervención aquí usada realmente mejora dicha variable.

En el trabajo de Sengupta M. y col. 2019 (26) se usa también otra escala, la escala POMA-B obteniéndose una mejora de los resultados tras la intervención. Hay que destacar que este artículo, pese a tener un grado de recomendación A, puede tener los resultados sesgados debido a que en él se incluyeron pacientes con patología tanto completa como incompleta. Durante el proceso de intervención, dos pacientes de tipo agudo y con lesiones completas pasaron a tener una lesión de tipo incompleta. No podemos saber si esa evolución fue debida a un proceso natural (característico de los pacientes agudos), o bien, como resultado del uso de la RV empleada durante el estudio, pues la neurorrehabilitación intensa produce notables mejoras en la LMC potenciando la recuperación de las funciones motoras y sensoriales parcialmente conservadas por debajo del nivel de lesión (25).

Todos los métodos usados, por lo general, muestran una mejora del equilibrio dinámico. El hecho de que todos los estudios que cuentan con un grado de recomendación más elevado reflejen resultados en esta línea refuerza dicha afirmación. Este resultado concuerda con los obtenidos en la revisión sistemática de Alashram AR. (13), donde se analizan los efectos de diferentes tipos de RV sobre el equilibrio observando un incremento del mismo, que perduraba en el tiempo, en población con patología medular incompleta. En dicho estudio se relaciona esta mejora con una posible activación de la corteza cerebral a través de la RV, que produce cambios en la orientación espacial y, con ello, en la capacidad de equilibrio.

Se sabe que en pacientes con LMI existe una relación muy cerrada entre tareas de aprendizaje y cambios estructurales de ciertas regiones del SNC (14). En el estudio de Villiger M. y col. 2015 (14), a través del análisis con el TBM, se observó una plasticidad neural dinámica en determinadas áreas relacionadas con el equilibrio asociada al aprendizaje motor

inducido por la RV. Este hecho podría explicar los buenos resultados obtenidos en relación a la mejora del equilibrio dinámico en los diferentes trabajos analizados.

Por otro lado, el equilibrio estático se estudió únicamente en el trabajo de Wall T. y col. 2015 (22), observándose una mejoría que puede tener su origen en que los juegos de RV aquí usados realizan un trabajo específico de control de tronco, muy necesario para la marcha. Al no existir ningún otro trabajo que analice esta variable, no podemos determinar si esta mejora del equilibrio estático se obtendría con otro tipo de intervención de RV o si está más relacionado con el tipo de juegos utilizados. Además, el bajo grado de recomendación (C) de este estudio no nos permite establecer resultados muy concluyentes.

7.4. Variable sensibilidad

La variable dolor NP fue analizada en un total de dos ensayos clínicos (8,19), con un grado de recomendación A, y un estudio piloto (18), con un grado de recomendación C. En los dos primeros casos se apreció una reducción del dolor, lo que nos hace pensar que la RV realmente reduce el dolor. Es necesario tener en cuenta que en estos dos estudios únicamente se realiza una sesión de tratamiento y solo se valoran los efectos inmediatos, por lo que no podemos predecir cómo serán los cambios con la aplicación de más sesiones, ni a largo plazo. De todas formas, estos resultados coinciden con los obtenidos en otros dos trabajos donde también se observa una reducción del dolor NP (28) así como de su intensidad (34).

En el estudio de Richardson EJ. y col. 2019 (19), se observa una reducción del dolor frío y profundo, pero no en los otros tipos de dolor. En este estudio los pacientes se imaginan que caminan mientras observan a un avatar que realiza esta acción. Paralelamente, un GC realiza una intervención similar que consiste en visualizar un avatar propulsando una silla de ruedas mientras se les pide que se imaginen que son ellos quienes realizan la actividad. En ambos grupos se detecta una reducción del dolor, sin embargo, ésta es tres veces mayor en el grupo experimental. Esto nos hace pensar que, aunque se sabe que para la obtención de buenos resultados es necesario alcanzar unos niveles de inmersión elevados (19), esto no va a ser suficiente ya que, de serlo, la reducción del dolor no mostraría diferencias entre los grupos. Se cree que al pensar en la acción de caminar se activan áreas somatosensoriales frontales que podrían influir en esta reducción del dolor (19).

De todas formas, estos resultados chocan con los obtenidos en el estudio de Roosink M. y col. 2016 (18) donde los pacientes también se imaginan caminando, pero en este caso no aparece ningún cambio en el dolor. Esto puede ser debido a que, en este estudio, además de tener que imaginarse caminando, los pacientes portan unos sensores en los MMSS para que los balanceen y el avatar continúe caminando. Es posible que al tener que realizar esta acción motora, los niveles de atención para imaginarse caminando disminuyan, obteniéndose así una peor inmersión, lo que se relaciona con una menor reducción de la sensación dolorosa (19).

De todas formas, el dolor NP presenta muchas diferencias entre sujetos (19) y está condicionado por múltiples mecanismos que actualmente no se entienden completamente (28) y que, pueden explicar los diferentes resultados obtenidos en cada estudio.

En cuanto al tacto, solo se analizó en el ensayo de Pozeg P. y col. 2017 (8). Se realizan dos intervenciones con el fin de comprobar que cambios se producen en la sensación de las piernas y en la sensación general del cuerpo. Únicamente se observa un incremento de la ilusión y la experiencia del tacto, así como del tacto referido a nivel de los MMII. Durante la intervención se aplica una estimulación táctil junto con la RV, esta estimulación visual y táctil simultánea se cree que provoca un aumento de la irrigación (8) que puede ser la explicación de ese aumento en la sensación de las piernas. Señalar que los resultados se comparan con los de un GC formado por gente sana que recibe la misma intervención. En este grupo también aparece un aumento de la sensación del tacto, aunque mucho menor que en el caso del GE. No se aprecian diferencias en cuanto al tiempo o el nivel de lesión.

Aunque no se analiza este aspecto en más trabajos, dado que el estudio cuenta con un grado de recomendación elevado, se tienen sus resultados en consideración concluyendo que la RV mejora la sensación del tacto a nivel de los MMII. No obstante, no se puede concretar si sus efectos son momentáneos o perduran en el tiempo, ya que únicamente se valoran tras la realización de una sesión.

7.5. Variable patrón de marcha

La valoración de las variables velocidad y distancia de marcha comparten los mismos métodos, ya que un incremento de la velocidad se traduce en un aumento de la distancia recorrida. El 10 MWT se aplica en los tres artículos (14,22,29) que analizan estas variables, observándose cambios que perduran en el tiempo en dos de ellos (14,22). Se cree que los juegos propuestos en estos dos estudios trabajan componentes específicos con los pies que

pueden mejorar el desarrollo motor, aumentando así el volumen en áreas relevantes para la locomoción (14), lo cual podría explicar los buenos resultados obtenidos. Sin embargo, esto no se corresponde con los resultados obtenidos en el estudio de Villiger M. y col. 2015 (14) donde al analizar los volúmenes cerebrales se observa que, aunque los lesionados medulares sí presentan una reducción de la corteza cerebral en el área primaria en relación al grupo control, tras la intervención no se detecta ninguna modificación en la misma.

En los estudios de Villiger M. y col. 2017 (29) y Villiger M. y col. 2015 (14) se realiza la misma intervención, sin embargo, uno muestra cambios en el 10MWT (14) y el otro no. En este último también se aplica el 6MinWT y tampoco se aprecia ninguna modificación de los resultados. La única explicación que podemos encontrar para responder a por qué con la misma intervención un estudio obtiene resultados y otro no puede ser que la media de edad del estudio de Villiger M. y col. 2017 (29) se sitúa en los 57 años, mientras que en el de Villiger M. y col. 2015 (14), ésta, es diez años inferior. Como no encontramos más diferencias entre los estudios, cabe pensar que las diferencias en los resultados pueden tener su origen en este factor, sin embargo, en el estudio Wall T. y col. 2015 (22), donde sí aparecen buenos resultados tanto en el 10 MWT como en el 2 MWT, la media de edad de los pacientes también ronda los 57 años; por tanto, no podemos concluir que la edad este condicionando la variable de distancia y velocidad de la marcha.

Destacar que, de todos estos artículos, el que cuenta con un grado de recomendación mayor (grado B) es el Villiger M. y col. 2015 (14), por lo que sus resultados serán los que tenderemos más presentes. Al obtener en éste unos resultados favorables en cuanto a la distancia y velocidad de marcha, que se corroboran con los resultados de un segundo estudio (22), podemos considerar que la RV si puede tener un efecto positivo en la modificación de estas variables. En la revisión realizada por Correira F. y col. en el año 2018 (35), en la que se analizaba el uso de la RV, también se aprecian mejoras en la velocidad de la marcha en pacientes con LM, lo cual coincide con los resultados expuestos.

Únicamente en el trabajo de Dijsseldonk RV y col. 2018 (25) se analiza la frecuencia, el ancho y la longitud del paso, mostrando cambios únicamente en esta última subvariable. En este estudio, como ya hemos mencionado anteriormente, se analiza también el equilibrio y se observa una clara mejoría. Es posible que al mejorar el equilibrio los pacientes se sientan más seguros a la hora de caminar, y sean capaces de realizar pasos más largos. Por lo tanto, este aumento en la longitud puede ser más bien una consecuencia del incremento del equilibrio y no tanto de la propia intervención. Al no poder asociar claramente las mejoras obtenidas a la

intervención con RV, no tener ningún estudio con el que comparar los resultados y el bajo grado de recomendación de esta investigación, no se puede extraer ninguna conclusión certera sobre estas variables.

7.6.Variable capacidad motora

La valoración de la fuerza de los MMII se realiza en dos artículos (14,29) que, aunque no cuentan con un grado de recomendación muy elevado, ya que el Villiger M. y col. 2017 (29) es de grado C y el de Villiger M. y col. 2015 (14) es de grado B, tienen como punto a favor que en ambos se realiza la misma intervención, sobre muestras bastante similares y valorando los resultados a través de un mismo método: la escala LEMS. En ambos se observa un incremento de la fuerza de MMII que perdura cuatro semanas después del tratamiento, lo cual nos hace pensar que la RV tiene un efecto beneficioso sobre el aumento de la fuerza en personas con LM.

En el estudio de Roosink M. y col. 2016 (18) se aprecia una reducción del esfuerzo, un aumento de la imagen motora así como un incremento en la habilidad motora. Estas variables no se analizan en ningún otro estudio por lo que los resultados no se pueden comparar. La muestra en donde se analizan es muy pequeña y está formada por un gran número de pacientes con LMC, lo cual podría estar condicionando los resultados, pues estos podrían tener su origen en la evolución natural de la enfermedad (3) y no en la intervención en sí misma. Por lo tanto, los resultados obtenidos en estas variables no nos permiten extraer ninguna conclusión concisa.

7.7. Variables secundarias

La independencia funcional se valora a través de la escala SCIM en dos artículos (14,29) y de la escala FIM en otro (6). Aunque no son artículos que cuenten un grado de recomendación muy alto, ya que salvo el de Villiger M. y col. 2015 (14) que es de tipo B, los otros dos (6,29) son de tipo C, resulta significativo el hecho de que en todos ellos se haya apreciado una mejora de los resultados que se mantienen en el tiempo. En estos estudios como ya hemos visto anteriormente, la RV conseguía incrementar también las variables fuerza (14,29) y equilibrio (6,14,29). Esta mejora del equilibrio, así como de la capacidad motora de los MMII, pudo originar un desarrollo motor que, gracias a la neuroplasticidad (6), propicia la aparición de la recuperación funcional observada.

Por lo general, parece que la RV puede resultar un método de rehabilitación eficaz para el tratamiento de diferentes parámetros de la marcha en la LM, y además hay que destacar que, dentro del estudio de las variables secundarias, se comprobó que no aparecieron efectos adversos en ninguna intervención (8,18) y que los niveles de satisfacción y motivación fueron bastante elevados en todos los casos. De la misma manera, la interacción con el avatar así como con los distintos entornos virtuales resultó óptima en todos los trabajos. Todo esto se traduce en un grado de satisfacción elevado entre los pacientes, lo cual trae consigo una mayor adherencia al tratamiento y unos mejores resultados. De la misma manera, aunque solo se comprueba en el caso clínico de Maresca, G. y col.2018 (6), el uso de RV muestra una disminución de los niveles de ansiedad y depresión.

Algunos de los sistemas de RV de estos trabajos podrían ser usados por los pacientes de manera autónoma en sus domicilios (6,14,18,19,22,26,29). Se ha demostrado que el ejercicio terapéutico tiene efectos muy favorables en las LMI (22), pero muchas veces al prescribirlo se comprueba que éste no se realiza, o bien no con la frecuencia que se debería. Sin embargo, teniendo en cuenta los altos niveles de satisfacción que generan los sistemas de RV es posible que, con la prescripción domiciliaria de la misma en sustitución a las terapias convencionales de ejercicio terapéutico, consigamos una mayor adherencia (5).

7.8. Limitaciones

Baja calidad de los estudios incluidos

Como se ha ido comentando, en esta revisión bibliográfica se analizan artículos con unos grados de recomendación no muy elevados, formados por muestras de pequeño tamaño y, en su mayoría, sin grupo control. Incluso en los casos donde sí hay grupo control, las características de éste no se asemejan a las de los grupos experimentales.

Con el fin de obtener unos resultados más fiables, sería necesario realizar nuevos estudios que gracias a su calidad metodológica cuenten con un grado de recomendación mayor, preferiblemente ensayos clínicos en los que se trabaje con muestras de mayor tamaño y lo más homogéneas posibles.

Ausencia de resultados a medio o largo plazo

En la mayoría de los estudios analizados no se realiza ninguna valoración de seguimiento. Esto supone un gran sesgo para el trabajo ya que conocemos los efectos inmediatos de las intervenciones pero no podemos predecir si las mejoras conseguidas se mantendrán a medio y largo plazo.

Sería interesante poder realizar esta revisión incluyendo estudios que tuviesen en cuenta este factor, a fin de poder determinar el verdadero efecto de la RV sobre la rehabilitación de la marcha de los pacientes con LM.

Heterogeneidad tanto en el registro de información como en el diseño de intervención

Los estudios presentan una gran heterogeneidad en cuanto a los métodos de registro para una misma variable, las modalidades de RV empleadas y la duración de las intervenciones.

Conforme se vaya esclareciendo la utilidad que pueda tener el uso de esta innovadora tecnología en la recuperación de la marcha de los pacientes con lesión medular, se debería homogeneizar el tipo de intervención empleada con este objetivo, lo que permitiría estudiar con mayor profundidad y objetividad los verdaderos efectos de esta herramienta.

8. CONCLUSIONES

- La realidad virtual es eficaz para mejorar los componentes implicados en la recuperación de la marcha en personas con lesión medular, favoreciendo el equilibrio dinámico, reduciendo el dolor neuropático e incrementando la velocidad de la marcha, la distancia recorrida y la fuerza.
- Las variables estudiadas en relación a la rehabilitación de la marcha en personas con lesión medular a través de la realidad virtual son: el equilibrio, la sensibilidad, la capacidad motora y el patrón de marcha.
- El equilibrio es la variable más estudiada en la rehabilitación de la marcha de pacientes medulares.
- Todas las variables se analizan a través de numerosas pruebas y cuestionarios.
 - El método más usado para la valoración del equilibrio es la escala del equilibrio de Berg (BBS).
 - Dentro de la variable sensibilidad, se usa principalmente la Escala Visual Anológica (VAS) para el estudio del dolor neuropático.
 - Para la valoración del patrón de marcha se usa principalmente el test de 10 metros marcha (10MWT), que da información sobre la velocidad y la distancia recorrida.
 - La capacidad motora se estudia principalmente a través de la medición de la fuerza mediante la Escala Motora de la Extremidad Inferior (LEMS).
- Los efectos de la intervención con realidad virtual en las distintas variables que influyen en el proceso de rehabilitación de la marcha en lesionados medulares son:
 - Mejora el equilibrio dinámico, aunque no el estático.
 - En cuanto a la sensibilidad, reduce el dolor neuropático y mejora la sensación de tacto en las extremidades inferiores, pero no en el resto del cuerpo.
 - En relación al patrón de marcha, incrementa la velocidad y la distancia recorrida pero no produce cambios en cuanto a la longitud, la frecuencia y el ancho del paso.
 - Incrementa la fuerza de los miembros inferiores y parece disminuir el esfuerzo y mejorar la imagen y habilidad motora.

- La realidad virtual consigue mejorar la dependencia funcional de los lesionados medulares y, disminuir los niveles de depresión y ansiedad sin producir efectos secundarios, y con unos niveles de satisfacción, motivación e interacción elevados.
- Se usan tres modalidades de realidad virtual en el estudio del paciente medular: inmersiva, semi-inmersiva y no inmersiva.
- La modalidad no-inmersiva es el tipo de realidad virtual más utilizado para la rehabilitación de la marcha en pacientes medulares.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Luces Lago AM et al. Revista ENE de Enfermería, Vol 9, No 2 (2015). 2015;9(2):1–13. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372784>
2. Harvey L, Gifre Monreal M, Del Valle Gómez A, Yuguero Rueda M, Gil Origüen A, Monreal Bosch P. Quality of life improvement in people with spinal cord injury: The transition from rehabilitation hospital to the everyday life from users' perspective. *Athenea Digit Rev Pensam e Investig Soc.* 2010;15(18):3.
3. Harvey L. Tratamiento de la lesión medular : guía para fisioterapeutas. 316 p.
4. Shokur S, Gallo S, Moiola RC, Donati ARC, Morya E, Bleuler H, et al. Assimilation of virtual legs and perception of floor texture by complete paraplegic patients receiving artificial tactile feedback. *Sci Rep [Internet].* 2016;6(September):1–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/srep32293>
5. Cáceres Saavedra S, Gómez Saldaña MB, García Carpintero MJ, Milian Alonso M, Arroyo Arias A, Cascante Gutiérrez L. Aplicación de las nuevas tecnologías en la rehabilitación del lesionado medular. *Rev Española Discapac.* 2017;5(1):229–36.
6. Maresca G, Maggio MG, Buda A, La Rosa G, Manuli A, Bramanti P, et al. A novel use of virtual reality in the treatment of cognitive and motor deficit in spinal cord injury A case report. *Med (United States).* 2018;97(50).
7. Pérez J, Henao C. Lesiones medulares y discapacidad : revisión bibliográfica. *Aquichan.* 2010;10:157–72.
8. Pozeg P, Palluel E, Ronchi R, Solcà M, Al-Khodairy AW, Jordan X, et al. Virtual reality improves embodiment and neuropathic pain caused by spinal cord injury. *Neurology.* 2017;89(18):1894–903.
9. Khurana M, Walia S, Noohu MM. Study on the effectiveness of virtual reality game-based training on balance and functional performance in individuals with paraplegia. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* 2017;23(3):263–70.
10. Aguilar Naranjo JJ. Tratamiento De La Lesion Medular. Vol. 24, Rehabilitacion. 1990. 209 p.
11. Model Systems Knowledge Translation Center (MSKTC). Lesión de la médula espinal y

- rehabilitación de la marcha. 2011;1–7 Disponible en: http://www.msktc.org/lib/docs/Factsheets/Spanish_Factsheets/SCI_Gait_Training_Sp.pdf
12. Ortiz-Zalama A, Cano-De La Cuerda R, Ortiz-Zalama LI, Gil-Agudo AM. New technologies for gait training in patients with incomplete spinal cord injury. A systematic review. *Rehabilitacion* [Internet]. 2015;49(2):90–101. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rh.2014.09.001>
 13. Alashram AR, Padua E, Hammash AK, Lombardo M, Annino G. Effectiveness of virtual reality on balance ability in individuals with incomplete spinal cord injury: A systematic review. *J Clin Neurosci* [Internet]. 2020;72(xxxx):322–7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2020.01.037>
 14. Villiger M, Grabher P, Hepp-Reymond MC, Kiper D, Curt A, Bolliger M, et al. Relationship between structural brainstem and brain plasticity and lower-limb training in spinal cord injury: A longitudinal pilot study. *Front Hum Neurosci*. 2015;9(MAY):1–10.
 15. Capó-Juan MA. El paciente con lesión medular en fase crónica. Revisión del tratamiento fisioterápico. Spinal cord injury patient in chronic phase. Review of physiotherapeutic treatment. *FisioGlia*. 2016;3(1):5–12.
 16. Donenberg JG, Feters L, Johnson R. The effects of locomotor training in children with spinal cord injury: a systematic review. *Dev Neurorehabil* [Internet]. 2019;22(4):272–87. Available from: <https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1487474>
 17. De Sousa H, Balbino S. Development of immersive virtual reality interface for lower-limb robotic rehabilitation. Proc - 15th Lat Am Robot Symp 6th Brazilian Robot Symp 9th Work Robot Educ LARS/SBR/WRE 2018. 2018;129–34.
 18. Roosink M, Robitaille N, Jackson PL, Bouyer LJ, Mercier C. Interactive virtual feedback improves gait motor imagery after spinal cord injury: An exploratory study. *Restor Neurol Neurosci*. 2016;34(2):227–35.
 19. Richardson EJ, McKinley EC, Rahman AKMF, Klebine P, Redden DT, Richards JS. Effects of virtual walking on spinal cord injury-related neuropathic pain: A randomized, controlled trial. *Rehabil Psychol*. 2019;64(1):13–24.
 20. Pérez-Parra JE, Henao-Lema CP. relación entre complicaciones clínicas y discapacidad en población colombiana con lesión medular: Resultados desde el WHO-DAS II. *Aquichan*. 2013;13(2):173–85.

21. Paul M. Muchinsky. 濟無No Title No Title. Psychol Appl to Work An Introd to Ind Organ Psychol Tenth Ed Paul. 2012;53(9):1689–99.
22. Wall T, Feinn R, Chui K, Cheng MS. The effects of the Nintendo™ Wii Fit on gait, balance, and quality of life in individuals with incomplete spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2015;38(6):777–83.
23. Duffell LD, Paddison S, Alahmary AF, Donaldson N, Burridge J. The effects of FES cycling combined with virtual reality racing biofeedback on voluntary function after incomplete SCI: A pilot study. *J Neuroeng Rehabil*. 2019;16(1):1–15.
24. An CM, Park YH. The effects of semi-immersive virtual reality therapy on standing balance and upright mobility function in individuals with chronic incomplete spinal cord injury: A preliminary study. *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2018;41(2):223–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/10790268.2017.1369217>
25. Van Dijsseldonk RB, De Jong LAF, Groen BE, Van Der Hulst MV, Geurts ACH, Keijsers NLW. Gait stability training in a virtual environment improves gait and dynamic balance capacity in incomplete spinal cord injury patients. *Front Neurol*. 2018;9(NOV).
26. Sengupta M, Gupta A, Khanna M, Krishnan UKR, Chakrabarti D. Role of Virtual Reality in Balance Training in Patients with Spinal Cord Injury: A Prospective Comparative Pre-Post Study. *Asian Spine J*. 2020;14(1):51–8.
27. Tak S, Choi W, Lee S. Game-based virtual reality training improves sitting balance after spinal cord injury: A single-blinded, randomized controlled trial. *Med Sci Technol*. 2015;56:53–9.
28. Chi B, Chau B, Yeo E, Ta P. Virtual reality for spinal cord injury-associated neuropathic pain: Systematic review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2019;62(1):49–57.
29. Villiger M, Liviero J, Awai L, Stoop R, Pyk P, Clijsen R, et al. Home-based virtual reality-augmented training improves lower limb muscle strength, balance, and functional mobility following chronic incomplete spinal cord injury. *Front Neurol*. 2017;8(NOV).
30. Colegio Oficial de Enfermería de Málaga. Formulación de preguntas clínicas específicas en formato PICO. *Cuid Digit* [Internet]. 2013;3:1. Disponible en: http://revistacuidandote.eu/fileadmin/VOLUMENES/2013/Volumen5/Formacion/FORMULACION_DE_PREGUNTAS.....pdf
31. Rodr C, Junio O, Otero MCR, Morales LM, Rojas AC, Cabello KG, et al. Mendeley

- Trabajo Final. Anu ThinkEPI [Internet]. 2014;5(3):49–50. Disponible en: http://www.thinkepi.net/notas/2010/Alonso-Arevalo_gestores-referencias-sociales.pdf%5Cnhttp://elprofesionaldelainformacion.metapress.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.3145/epi.2009.jul.14%5Cnhttp://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=81f
32. Manterola C, Asenjo-Lobos C, Otzen T. Hierarchy of evidence. Levels of evidence and grades of recommendation from current use. *Rev Chilena Infectol.* 2014;31(6):705–18.
 33. Maryeli J, Coimbra S, Sara L. with spinal cord injuries. 2017;5–6.
 34. Austin PD, Siddall PJ. Virtual reality for the treatment of neuropathic pain in people with spinal cord injuries: A scoping review. *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2019;0(0):1–11. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10790268.2019.1575554>
 35. Correia F, Santos C, Quaresma C, Fonseca M. Utilização da realidade virtual na reabilitação de indivíduos com lesão da espinal medula: revisão sistemática. *Rev Lusófona Educ.* 2018;(40):231–40.

10. ANEXOS

ANEXO 1. TABLA DE SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

Tabla XVI. Criterios selección de artículos

| Referencia bibliográfica | Inclusión | Excluido tras lectura de | Motivo exclusión |
|---|-----------|--------------------------|--|
| COCHRANE | | | |
| 1. Virtual reality improves embodiment and neuropathic pain caused by spinal cord injury. P Pozeg, E Palluel y col. | Si | | |
| 2. Effects of Virtual Walking Treatment on Spinal Cord Injury-Related Neuropathic Pain: pilot Results and Trends Related to Location of Pain and at-level Neuronal Hypersensitivity. M Jordan, EJ Richardson y col. | No | Texto completo | Se realiza una comparación entre los resultados de dos ensayos, uno de los cuales ya estamos analizando |
| 3. Virtual reality improves embodiment and neuropathic pain caused by spinal cord injury. P Pozeg, E Palluel y col. | Si | | |
| 4. Effects of Virtual Walking Treatment on Spinal Cord Injury-Related Neuropathic Pain: pilot Results and Trends Related to Location of Pain and at-level Neuronal Hypersensitivity. M Jordan, EJ Richardson y col. | No | Texto completo | Se realiza una comparación entre los resultados de dos ensayos, uno de los cuales ya estamos analizando. |
| 5. Game-based virtual reality training improves sitting balance after spinal cord injury: a single-blinded, randomized controlled trial. S Tak, W Choi, S Lee. | No | Texto completo | Se habla de la mejora del equilibrio en sedestación, así como del entrenamiento de tareas desde esa posición, pero sin ninguna involucración de los miembros inferiores. |
| 6. Virtual Reality for Chronic Neuropathic Pain | No | Título y resumen | No está orientado a la rehabilitación de los MMII. Estudio no terminado. |
| 7. Virtual Reality Walking for Neuropathic Pain in Spinal Cord Injury | No | Texto completo | Estudio no terminado. |
| 8. Effects of virtual walking on spinal cord injury-related neuropathic pain: a randomized, controlled trial. EJ Richardson, EC McKinley y col. | Si | | |
| 9. Mirror Neuron Network Based Motor Imagery Training to Improve Brain Computer Interface Performance in Spinal Cord Injury Patients. | No | Texto completo | Estudio no terminado. |
| 10. Virtual Walking for Neuropathic Pain in Spinal Cord Injury | No | Texto completo | Estudio no terminado. |
| 11. Virtual Walking for Neuropathic Pain in Spinal Cord Injury | No | Texto completo | Estudio no terminado. |
| 12. To study the effectiveness of Virtual Reality on upper limb function in Persons with Spinal Cord Injury | No | Título y resumen | No realiza la intervención a nivel de los MMII. Estudio no terminado. |
| 13. Balance training in Incomplete Spinal cord Injury patients | No | Título y resumen | No realiza una intervención a nivel de los MMII. Estudio no terminado. |
| 14. Can Virtual Reality Training be used as an additional tool to improve sitting balance in patients with Spinal Cord Injury? | No | Título y resumen | No realiza una intervención a nivel de los MMII. Estudio no terminado. |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|--|----|------------------|---|
| 15. Transcranial direct current stimulation (TDCS) and virtual reality (VR) techniques for treatment neuropathic central pain in spinal cord injury (NP-SCI). D Soler, H Kumru y col. | No | Título y resumen | Usa diferentes técnicas, entre las que se encuentra la RV, pero no de manera exclusiva. |
| 16. Evaluation of heart rate in postural changes in people with spinal cord injury | No | Título | No usa la RV como técnica de tratamiento. |
| 17. Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e. V., DGNR und der Deutschen Gesellschaft für Neurotraumatologie und Klinische Neurorehabilitation e. V., DGNKN | No | Título | El idioma del artículo no cumple los criterios de inclusión. |
| 18. Promoting psychological health in women with SCI: development of an online self-esteem intervention. S Robinson-Whelen, RB Hughes y col. | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento. |
| 19. Study on the effectiveness of virtual reality game-based training on balance and functional performance in individuals with paraplegia | No | Texto completo | Usa la RV para mejorar el equilibrio en sedestación, a través de actividades de los MMSS. |
| 20. Body Weight Supported Training Study | No | Título y resumen | La intervención no se basa en el uso de la RV. Estudio no terminado. |
| 21. Effects of a Computerised Exercise System on Functionality of the Arm, Cognition and Quality of Life in Stroke Patients | No | Título | La población de estudio no son pacientes con LM. |
| PUBMED | | | |
| 1. Embodying their own wheelchair modifies extrapersonal space perception in people with spinal cord injury. Experimental Brain Research. Scandola, M. y col. | No | Título y resumen | La intervención no va dirigida al tratamiento de los MMII. |
| 2. A novel use of virtual reality in the treatment of cognitive and motor deficit in spinal cord injury: A case report. Maresca G, Maggio MG y col. | Si | | |
| 3. Effects of virtual walking on spinal cord injury-related neuropathic pain: A randomized, controlled trial. Richardson EJ, McKinley EC y col. | Si | | |
| 4. Virtual reality for spinal cord injury-associated neuropathic pain: Systematic review. Chi B, Chau B, Yeo E, Ta P. | No | Título | No realiza ninguna intervención a nivel de los MMII. Es una revisión sistemática. |
| 5. The effects of locomotor training in children with spinal cord injury: a systematic review. Donenberg JG, Fetters L, Johnson R. | No | Título | Tipo de artículo: revisión sistemática |
| 6. Study on the Effectiveness of Virtual Reality Game-Based Training on Balance and Functional Performance in Individuals with Paraplegia. Khurana M, Walia S, Noohu MM. | No | Texto completo | Usa la RV para mejorar el equilibrio en sedestación, así como el entrenamiento de actividades con los MMSS y tronco desde esa posición, pero sin involucran en ningún momento los MMII. |
| 7. Virtual reality may relieve pain in patients with spinal cord injury. Saadon-Grosman N, Arzy S. | No | Texto completo | El tipo de documento no cumple los criterios de inclusión. |
| 8. Comment: Is virtual reality a useful adjunct to rehabilitation after spinal cord injury? Rammo R, Schwalb JM. | No | Título | El tipo de documento no cumple los criterios de inclusión. |
| 9. Virtual reality improves embodiment and neuropathic pain caused by spinal cord injury. Pozeg P, Palluel E y col. | Si | | |
| 10. The effects of semi-immersive virtual reality therapy on standing balance and upright mobility function in individuals with chronic incomplete spinal cord injury: A preliminary study.. An CM, Park YH. | Si | | |
| 11. Development of a new assessment tool for cervical myelopathy using hand-tracking sensor: Part 2: normative values. Alagha MA, Alagha MA y col. | No | Título y resumen | No realiza el tratamiento en pacientes con LM, ni basado en la RV. |
| 12. Development of a new assessment tool for cervical myelopathy using hand-tracking sensor: Part 1: validity and reliability. | No | Título y resumen | No realiza el tratamiento en pacientes con LM, ni basado en la RV. |
| 13. Assimilation of virtual legs and perception of floor texture by complete paraplegic patients receiving artificial tactile feedback. Shokur S, Gallo S. y col. | No | Texto completo | Tipo de artículo no cumple criterios. No se centra en el uso de la RV, la usa como ayuda. |
| 14. Long-Term Training with a Brain-Machine Interface-Based Gait Protocol Induces Partial Neurological Recovery in Paraplegic Patients. Donati AR, Shokur S y col. | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento |
| 15. Training wheelchair navigation in immersive virtual environments for patients with spinal cord injury - end-user input to design an effective system. Nunnerley J y col. | No | Texto completo | No habla de ninguna intervención a nivel de los MMII. |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|--|----|------------------|--|
| 16. Interactive virtual feedback improves gait motor imagery after spinal cord injury: An exploratory study. Roosink M, Robitaille N, Jackson PL, Bouyer LJ, Mercier C. | Si | | |
| 17. Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now? Calabrò RS, Cacciola A y col. | No | Título y resumen | No centra la intervención en pacientes con LM, abarca también otras patologías |
| 18. Effects of Virtual Walking Treatment on Spinal Cord Injury-Related Neuropathic Pain: Pilot Results and Trends Related to Location of Pain and at-level Neuronal Hypersensitivity. Jordan M, Richardson EJ. | No | Texto completo | Compara los resultados de dos estudios distintos, uno de los cuales ya está siendo analizado. |
| 19. Upper limb rehabilitation after spinal cord injury: a treatment based on a data glove and an immersive virtual reality environment. Dimbwadyo-Terrer I y col. | No | Texto completo | No realiza ninguna intervención enfocada a la rehabilitación de los MMII. |
| 20. Upper limb rehabilitation after spinal cord injury: a treatment based on a data glove and an immersive virtual reality environment. Dimbwadyo-Terrer I y col. | No | Texto completo | No realiza ninguna intervención enfocada a la rehabilitación de los MMII. |
| SCOPUS | | | |
| 1. Effectiveness of virtual reality on balance ability in individuals with incomplete spinal cord injury: A systematic review. Alashram, A.R., Padua, E y col. | No | Título | Tipo de artículo: revisión sistemática |
| 2. Brain-Computer Interfaces for Spinal Cord Injury Rehabilitation(Book Chapter) Merante, A.a, Zhang, Y.b, Kumar, S.c, Nam, C.S.d | No | Texto completo | Se centra en la interfaz-cerebro ordenador para realizar el tratamiento, combinando diferentes herramientas como los exoesqueletos o la realidad virtual, pero no usa la realidad virtual como tal como técnica de tratamiento. Tipo de artículo: capítulo de un libro. |
| 3. Clinical Practice Guideline to Improve Locomotor Function Following Chronic Stroke, Incomplete Spinal Cord Injury, and Brain Injury. Hornby, T.G y col | No | Título | No habla únicamente de pacientes conLM.. |
| 4. The effects of FES cycling combined with virtual reality racing biofeedback on voluntary function after incomplete SCI: A pilot stud. Duffell, L.D., Paddison, S y col. | No | Texto completo | Combina la RV con la electroestimulación, y no es posible establecer los resultados de la RV por si sola |
| 5. Overview of Systematic Reviews of Aerobic Fitness and Muscle Strength after Spinal Cord Injury. Eitvipart, A.C., De Oliveira, C.Q. y col. | No | Título | Tipo de artículo: Revisión sistemática. |
| 6. Embodying their own wheelchair modifies extrapersonal space perception in people with spinal cord injury . Scandola, M., Togni, R. y col. | No | Título y resumen | Usa la RV como herramienta diagnóstica, pero no como técnica de tratamiento. |
| 7. An Exploratory Study on the use of Virtual Reality in Balance Rehabilitation. Andreikanich, A., Santos, B.S., Amorim, P., (...), Cardoso, T., Dias, P. | No | Título y resumen | No centra la intervención en personas con LM. |
| 8. The effects of locomotor training in children with spinal cord injury: a systematic review. Donenberg, J.G., Fetters, L., Johnson, R. | No | Título | Tipo de artículo: revisión sistemática. |
| 9. The use of new technologies in neurorehabilitation in patient with spinal cord injury. Agudo, A.M.G. | No | Texto completo | Tipo de artículo: no cumple los criterios de inclusión. |
| 10. Self-Help Devices for Quadriplegic Population: A Systematic Literature Review. Orejuela-Zapata, J.F., Rodríguez, S., Ramírez, G.L. | No | Título y resumen | No centra la intervención en los MMII. Tipo de artículo: revisión sistemática. |
| 11. Developing Rehabilitation Practices Using Virtual Reality Exergaming Palaniappan, S.M., Duerstock, B.S. | No | Texto completo | Centra la intervención en juegos de RV orientados rehabilitación de los MMSS. |
| 12. Effects of virtual walking on spinal cord injury-related neuropathic pain: A randomized, controlled trial Richardson, E.J., McKinley, E.C. y col. | Si | | |
| 13. Differences in neuroplasticity after spinal cord injury in varying animal models and humans. Filipp, M., Travis, B. y col. | No | Título y resumen | El estudio no se realiza solo en humanos. |
| 14. Virtual reality for spinal cord injury-associated neuropathic pain: Systematic review. Chi, B., Chau, B., Yeo, E., Ta, P. | No | Título | Tipo de artículo: revisión sistemática |
| 15. Effectiveness of the virtual reality in the rehabilitation of the upper limb in the spinal cord injury. A systematic review. García-García, E.,y col. | No | Título y resumen | Se basa en la rehabilitación de los MMSS. |
| 16.Gneuropathy: Validation process at clinical environment. Quaresma, C., Gomes, M., Cardoso, H., (...), Quintão, C., Fonseca, M. | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento en la LM. |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|--|----|------------------|---|
| 17. An integrated system combining virtual reality with a glove with biosensors for neuropathic pain: A concept validation. Quaresma, C., Gomes, M., y col. | No | Texto completo | Estudia el desarrollo de un programa de RV, sin llegar a aplicarlo. |
| 18. Development and feasibility testing of an online virtual reality platform for delivering therapeutic group singing interventions for people living with spinal cord injury Tamplin, J., Loveridge, B., Clarke, K., Li, Y., J Berlowitz, D. | No | Título y resumen | El uso de la RV no está orientado al tratamiento físico. |
| 19. VR4Neuropain: Interactive rehabilitation system. Fonseca, M., Cardoso, H., y col. | No | Título y resumen | No realiza la intervención en pacientes con LM. |
| 20. Editorial: New advances in neurorehabilitation Tamburin, S., Smania, N., Saltuari, L., Hoemberg, V., Sandrini, G. | No | Título y resumen | Habla de la RV entre otros tratamientos. Tipo de artículo: editorial |
| 21. Efficacy of Virtual Reality Rehabilitation after Spinal Cord Injury: A Systematic Review. Araújo, A.V.L., Neiva, J.F.D.O., Monteiro, C.B.D.M., Magalhães, F.H. | No | Título | Tipo de artículo: revisión sistemática |
| 22. An Electrooculogram-Based Interaction Method and Its Music-on-Demand Application in a Virtual Reality Environment. Xiao, J., Qu, J., Li, Y. | No | Título y resumen | Habla del desarrollo de un programa de RV, pero no de su uso en pacientes. |
| 23. Picking cubes: a rehabilitation tool for improving the rehabilitation of gross manual dexterity. Teruel, M.A., de los Reyes-Guzmán, A., y col. | No | Título y resumen | La intervención tiene como objetivo la rehabilitación de los MMSS. |
| 24. Neurorehabilitation platform based on EEG, sEMG and virtual reality using robotic monocycle. Cardoso, V.F., Pomer-Escher, A., Longo, B.B.; y col. | No | Título y resumen | En el artículo solo se habla del desarrollo de un programa de RV, sin probarlo. |
| 25. Promoting psychological health in women with SCI: Development of an online self-esteem intervention. Robinson-Whelen, S., Hughes, R.B. y col. | No | Título y resumen | No usa la RV como técnica de tratamiento |
| 26. Video game-based and conventional therapies in patients of neurological deficits: an experimental study. Syed, U.E., Kamal, A. | No | Título y resumen | Se tratan más patologías, no únicamente la LM. |
| 27. Development of immersive virtual reality interface for lower-limb robotic rehabilitation. De Sousa, H., Balbino, S. | No | Texto completo | Tipo de artículo: no cumple los criterios de inclusión. |
| 28. A novel use of virtual reality in the treatment of cognitive and motor deficit in spinal cord injury A case report. Maresca, G., Maggio, M.G. y col. | Si | | |
| 29. Gait stability training in a virtual environment improves gait and dynamic balance capacity in incomplete spinal cord injury patients. Van Djijseldonk, R.B. y col. | Si | | |
| 30. Applications of virtual reality in the practice of para-badminton. Ginja, G.A. | No | Texto completo | Uso de la RV centrado en la mejora del rendimiento de para bádminton. Se centra en los MMSS. |
| 31. Brain Computer Interfaces in Rehabilitation Medicine Bockbrader, M.A., Francisco, G., Lee, R., (...), Solinsky, R., Boninger, M.L. | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento, y no se centra únicamente en la LM. |
| 32. Lower limb sagittal kinematic and kinetic modeling of very slow walking for gait trajectory scaling Smith, A.J.J., Lemaire, E.D., Nantel, J. | No | Título y resumen | Usa la RV para valorar la eficacia del uso de los exoesqueletos impulsados por los MMII, pero no como técnica de tratamiento. |
| 33. Modeling and Simulation of a Lower Extremity Powered Exoskeleton. Fournier, B.N., Lemaire, E.D., Smith, A.J.J., Doumit, M. | No | Título y resumen | Habla del uso de ortesis y exoesqueletos en LM. No usa la RV como tratamiento. |
| 34. Robotic Rehabilitation and Spinal Cord Injury: a Narrative Review. Mekki, M., Delgado, A.D., Fry, A., Putrino, D., Huang, V. | No | Título | Tipo de artículo: no cumple los criterios de inclusión. |
| 35. Realization of human gait in virtual fluid environment on a robotic gait trainer for therapeutic purposes Ertop, T.E., Yuksel, T., Konukseven, E.I. | No | Título y resumen | No realiza la intervención en lesionados medulares. |
| 36. The use of virtual reality to facilitate Mindfulness skills training in Dialectical behavioral therapy for spinal cord injury: A case study. Flores, A., Linehan, M., y col | No | Texto completo | Usa la RV para el tratamiento psicológico (ansiedad, depresión...) pero no físico. |
| 37. The power of thought. Savage, N. | No | Título | No habla de LM, ni de la RV. |
| 38. The effects of semi-immersive virtual reality therapy on standing balance and upright mobility function in individuals with chronic incomplete spinal cord injury: A preliminary study. An, C.-M., Park, Y.-H. | Si | | |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|---|----|------------------|--|
| 39. EEG-based brain-computer interfaces for communication and rehabilitation of people with motor impairment: A novel approach of the 21st century. Lazarou, I., Nikolopoulos, S., Petrantonakis, P.C., Kompatsiaris, I., Tsolaki, M. | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento, y habla de más patologías, no solo de la LM. |
| 40. Is virtual reality a useful adjunct to rehabilitation after spinal cord injury? Rammo, R., Schwalb, J.M. | No | Texto completo | Tipo de artículo: no se ajusta a los criterios de inclusión. |
| 41. The use of virtual reality in the rehabilitation in individuals with spinal cord injury: Systematic review. Correia, F., Santos, C., Quaresma, C., Fonseca, M | No | Título | Tipo de artículo: revisión sistemática. |
| 42. Efficacy of virtual reality in upper limb rehabilitation in patients with spinal cord injury: A pilot randomized controlled trial. Prasad, S., Aikat, R., Labani, S.; y col. | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS. |
| 43. Virtual reality technology in complex medical rehabilitation of patients with disabilities (Review). Volovik, M.G., Borzikov, V.V. y col. | No | Título | Tipo de artículo: Revisión sistemática |
| 44. Virtual reality and brain computer interface in neurorehabilitation Salisbury, D.B., Dahdah, M., Driver, S., Parsons, T.D., Richter, K.M. | No | Título y resumen | No usa la RV para el tratamiento de la LM, se habla de más patologías. |
| 45. Home-based virtual reality-augmented training improves lower limb muscle strength, balance, and functional mobility following chronic incomplete spinal cord injury. Villiger, M., Liviero, J., Awai, L., (...), Eng, K., Bolliger, M. | Si | | |
| 46. Comment: Is virtual reality a useful adjunct to rehabilitation after spinal cord injury? Rammo, R., Schwalb, J.M. | No | Título y resumen | No es ningún artículo. |
| 47. Virtual reality may relieve pain in patients with spinal cord injury . Saadon-Grosman, N., Arzy, S. | No | Texto completo | El tipo de documento no cumple los criterios de inclusión |
| 48. Virtual reality improves embodiment and neuropathic pain caused by spinal cord injury. Pozeg, P., Palluel, E., Ronchi, R., (...), Kassouha, A., Blanke, O. | Si | | |
| 49. Local and Remote Cooperation with Virtual and Robotic Agents: A P300 BCI Study in Healthy and People Living with Spinal Cord Injury. Tidoni, E. y col. | No | Título y resumen | No se centra en lesionados medulares |
| 50. Virtual Reality Protocol to orthostasis for people with spinal cord injuries. Moreira, M.C., Dos Santos, L.B., Coimbra, J.M.S., De Araujo, A.B., Da Silva, L.S.F. | No | Texto completo | Estudia juegos de la Wii que podrían mejorar el control postural, pero no los prueba en pacientes. |
| 51. The effects of robot-assisted gait training on static sitting balance ability in people with spinal cord injury Lim, J.-E., Koo, D., Cho, D.Y., (...), Kim, H.-R., Yang, S.P. | No | Título y resumen | No usa la RV como técnica de tratamiento. |
| 52. Immersive Virtual Reality for individuals with spinal cord injuries. Piccoli, A., Samuels, G., Mirakaj, A., (...), Coppola, J.F., Putrino, D. | No | Texto completo | Habla del diseño de un programa de RV, sin llegar a aplicarlo en pacientes |
| 53. 2017 IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference, LISAT 2017 | No | Título | No es un artículo. |
| 54. Study on the effectiveness of virtual reality game-based training on balance and functional performance in individuals with paraplegia. Khurana, M., Walia, S., Noohu, M.M. | No | Texto completo | Usa la RV para mejorar el equilibrio en sedestación, a través de actividades de los MMSS. |
| 55. Training wheelchair navigation in immersive virtual environments for patients with spinal cord injury-end-user input to design an effective system. Nunnerley, J, y col. | No | Título y resumen | Se centra en la enseñanza del manejo de la silla de ruedas a través de la RV. |
| 56. Reaching again: a glimpse of the future with neuroprosthetics. Perlmutter, S.I. | No | Título | No es un artículo. |
| 57. Restoration of reaching and grasping movements through brain-controlled muscle stimulation in a person with tetraplegia: a proof-of-concept demonstration. Ajiboye, A.B., Willett, F.R., Young, D.R., (...), Hochberg, L.R., Kirsch, R.F. | No | Título y resumen | Usa la estimulación eléctrica como tratamiento, pero no la RV. |
| 58. Brain-machine interfaces: From basic science to neuroprostheses and neurorehabilitation. Lebedev, M.A., Nicolelis, M.A.L. | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento. |
| 59. A study of the dynamic anterior cervical plate implant by computer aided virtual engineering method. Karaçali, Ö | No | Título y resumen | Habla de una intervención quirúrgica |
| 60. Parametric and structural analysis of dynamic anterior cervical biomaterial plate implant by computer aided virtual engineering. Karaçali, Ö. | No | Título | No usa la RV como tratamiento. Habla de una intervención quirúrgica. |
| 61. Technical Concept and Technology Choices for Implementing a Tangible Version of the Sokoban Game. Luzhnica, G., Ojeling, C., Veas, E., Pammer, V. | No | Texto completo | Habla del uso de la RV para mejorar el manejo de las prótesis. |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|---|----|------------------|--|
| 62. Usefulness of robotic gait training plus neuromodulation in chronic spinal cord injury: a case report Calabrò, R.S., Naro, A., Leo, A., Bramanti, P. | No | Título y resumen | El tratamiento se basa en el uso de diferentes robots, no en la RV. |
| 63. Usability of the combination of brain-computer interface, functional electrical stimulation and virtual reality for improving hand function in spinal cord injured patients. Bayon-Calatayud, M., Trincado-Alonso, F., y col. | No | Título y resumen | Combina varias terapias con la RV y se centra en la rehabilitación de la mano. |
| 64. Upper limb robot assisted rehabilitation platform combining virtual reality, posture estimation and kinematic índices. Scorza, D., de Los Reyes, A.; y col. | No | Texto completo | Usa el robot "arneo" junto a la RV para la rehabilitación de los MMSS. |
| 65. PROJECT HEAVEN: Preoperative training in virtual reality Calderon, J., Sanderson, L. | No | Texto completo | Habla de lesiones neurológicas, pero no se encentra en la LM. . |
| 66. Brain-computer interface for individuals after spinal cord injury. Salisbury, D.B., Parsons, T.D., Monden, K.R., Trost, Z., Driver, S.J. | No | Texto completo | Estudia el uso de la interfaz cerebro para la rehabilitación psicológica, no física. |
| 67. Assimilation of virtual legs and perception of floor texture by complete paraplegic patients receiving artificial tactile feedback. Shokur, S., Gallo, S. y col. | No | Texto completo | Combina la RV con otras terapias, y solo la usa como ayuda. |
| 68. Upper limb rehabilitation after spinal cord injury: a treatment based on a data glove and an immersive virtual reality environment. Dimbwadyo-Terrer, I., y col. | No | Texto completo | Se centra en la rehabilitación de los MMSS. |
| 69. Long-Term Training with a Brain-Machine Interface-Based Gait Protocol Induces Partial Neurological Recovery in Paraplegic Patients Donati, A.R.C., Shokur, S, y col. | No | Texto completo | Es un circuito con varias intervenciones, y solo algunas usan la RV. |
| 70. Identifying the location of spinal cord injury by support vector machines using time-frequency features of somatosensory evoked potentials. Wang, Y., Hu, Y | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento |
| 71. Effects of Virtual Walking Treatment on Spinal Cord Injury-Related Neuropathic Pain: Pilot Results and Trends Related to Location of Pain and at-level Neuronal Hypersensitivity. Jordan, M., Richardson, E.J | No | Texto completo | Compara los resultados de dos ensayos, uno de los cuales ya se analiza. |
| 72. Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now? Calabrò, R.S., Cacciola, A. y col. | No | Título y resumen | No es un artículo |
| 73. Interactive virtual feedback improves gait motor imagery after spinal cord injury: An exploratory study. Roosink, M., Robitaille, N., Jackson, P.L. y col. | Si | | |
| 74. Activities of daily living assessment in spinal cord injury using the virtual reality system Toyra®: functional and kinematic correlations. Dimbwadyo-Terrer, I., y col | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS. |
| 75. Neurorehabilitation technology: Second edition (Book). Reinkensmeyer, D. y col | No | Título | Es un libro |
| 76. Psychological treatments and psychotherapies in the neurorehabilitation of pain: Evidences and recommendations from the italian consensus conference on pain in neurorehabilitation. Castelnuovo, G., Giusti, E.M. y col. | No | Título y resumen | No se centra en lesionados medulares |
| 77. Use of robotic technology to assess brain function Scott, S.H. | No | Título y resumen | No se centra en lesionados medulares |
| 78. Lokomat walking results in increased metabolic markers in individuals with high spinal cord injury. Zeilig, G., Weingarden, H., Obuchov, A., y col. | No | Título y resumen | Usa la robótica (lokomat), pero no la RV como tecnica de tratamiento. |
| 79. Development and evaluation of a dynamic virtual reality driving simulator. Tudor, S., Carey, S., Dubey, R. | No | Texto completo | Solo describe el programa de RV para entrenar la conducción en LM |
| 80. VR4VR: Vocational rehabilitation of individuals with disabilities in immersive virtual reality environments. Bozgeyikli, L., Raji, A., y col. | No | Título y resumen | No centra la intervención en lesionados medulares |
| 81. Current issues in the use of fMRI-based neurofeedback to relieve psychiatric symptoms. Fovet, T., Jardri, R., Linden, D. | No | Título y resumen | No usa la RV ni se centra en lesionados medulares |
| 82. Relationship between structural brainstem and brain plasticity and lower-limb training in spinal cord injury: A longitudinal pilot study. Villiger, M., Grabher, P y col. | Si | | |
| 83. Game-based virtual reality training improves sitting balance after spinal cord injury: A single-blinded, randomized controlled trial. Tak, S., Choi, W., Lee, S. | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS, y actividades desde sedestación. |
| 84. The effects of the Nintendo™ Wii Fit on gait, balance, and quality of life in individuals with incomplete spinal cord injury. Wall, T., Feinn, R. y col. | Si | | |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|---|----|------------------|---|
| 85. Neural point-and-click communication by a person with incomplete locked-in síndrome. Bacher, D., Jarosiewicz, B., Masse, N.Y., (...), Friehs, G., Hochberg, L.R. | No | Título y resumen | No se centra en la LM. |
| WOS | | | |
| 1. Role of Virtual Reality in Balance Training in Patients with Spinal Cord Injury: A Prospective Comparative Pre-Post Study. Sengupta, Madhusree; Gupta, y col.. | Si | | |
| 2. Effectiveness of virtual reality on balance ability in individuals with incomplete spinal cord injury: A systematic review. Alashram, Anas R; Padua y col. | No | Título | Tipo artículo: revisión sistemática |
| 3. Clinical Practice Guideline to Improve Locomotor Function Following Chronic Stroke, Incomplete Spinal Cord Injury, and Brain Injury. Hornby, T. George y col. | No | Título | No se centra únicamente en lesionados medulares |
| 4. The Embodiment of Objects: Review, Analysis, and Future Directions Por: Schettler, Aubrie; Raja, Vicente; Anderson, Michael L. | No | Título y resumen | No cumple criterios inclusión. |
| 5. The effects of FES cycling combined with virtual reality racing biofeedback on voluntary function after incomplete SCI: a pilot study. Duffell, Lynsey D., y col. | No | Texto completo | Usa la RV como ayuda en otra intervención, pero no es posible separar sus resultados. |
| 6. Efficacy of Virtual Reality Rehabilitation after Spinal Cord Injury: A Systematic Review. Lacerda de Araujo, Amanda Vitoria, y col.. | No | Título | Tipo de artículo: revisión sistemática |
| 7. Promoting psychological health in women with SCI: Development of an online self-esteem intervention. Robinson-Whelen, S.; Hughes, Rosemary B; y col.. | No | Título y resumen | No usa la RV como técnica de tratamiento |
| 8. Video game-based and conventional therapies in patients of neurological deficits: an experimental study. Syed, Umm Eman; Kamal, Anila | No | Título y resumen | No se centra solo en lesionados medulares |
| 9. Virtual Reality Applications for Neurological Disease: A Review. Schiza, Eirini; Matsangidou, Maria; Neokleous, Kleanthis; y col.. | No | Título y resumen | No habla solo de lesiones medulares. |
| 10. Embodying their own wheelchair modifies extrapersonal space perception in people with spinal cord injury. Scandola, Michele; Togni, Rossella; y col. | No | Título y resumen | Usa la RV como herramienta diagnóstica, pero no como tratamiento |
| 11. Effectiveness of the virtual reality in the rehabilitation of the upper limb in the spinal cord injury. A systematic review. Garcia-Garcia, E; Sanchez-Herrera B; y col. | No | Título | Se centra en la rehabilitación de los MMSS. Es una revisión. |
| 12. 46th ESAO Congress 3-7 September 2019 Hannover, Germany Abstracts | No | Título | No es un artículo. |
| 13. An Exploratory Study on the use of Virtual Reality in Balance Rehabilitation. Por: Andreikanich, Anna; Cardoso, Teresa; Dias, Paulo; y col.. | No | Texto completo | Se usa la RV no solo en LM, también en gente sana y con ACV. |
| 14. Evaluating the use of robotic and virtual reality rehabilitation technologies to improve function in stroke survivors: A narrative review. Clark, William E. y col. | No | Título | No realiza el tratamiento en lesionados medulares |
| 15. Inconclusive efficacy of intervention on upper-limb function after tetraplegia: A systematic review and meta-analysis. Mateo, S; Di Marco, J; Cucherat, Michel; y col.. | No | Título y resumen | Se centra en la rehabilitación de los MMSS. |
| 16. Feasibility and Effectiveness of Community-Based Virtual Reality Group Exercise Training in Persons with Spinal Cord Injury. Porter, Ryan R.; Kopera, Kevin W. y col. | No | Texto completo | Tipo de artículo |
| 17. Effects Of Virtual Reality On Pain And Fatigue In Individuals With SCI. Azurdia, D; y col.. | No | Texto completo | Tipo de artículo: meeting abstract |
| 18. The effects of locomotor training in children with spinal cord injury: a systematic review. Donenberg, JG; Fetters, L; Johnson, R. | No | Título | Tipo de artículo: revisión sistemática |
| 19. Virtual Reality Walking for Neuropathic Pain in Spinal Cord Injury: Preliminary Efficacy Findings. Anam, M.; Sizemore, K.; Mansour, H.; y col.. | No | Texto completo | No es un artículo, es la parte de otro. |
| 20. Initial experience performing a simulated transseptal puncture with a virtual reality head mounted display catheter navigation system James, R; y col. | No | Título y resumen | Tipo de artículo: meeting abstract |
| 21. Interactive virtual reality walking treatment for neuropathic pain in spinal cord injury: preliminary findings. Anam, Monima; Sizemore, Kristin; Seward, Joshua; y col.. | No | Título y resumen | Tipo de artículo: meeting abstract |
| 22. Development and feasibility testing of an online virtual reality platform for delivering therapeutic group singing interventions for people living with spinal cord injury. Tamplin, Jeanette; Loveridge, Ben; Clarke, Ken; y col.. | No | Texto completo | No busca mejorar la condición física de los pacientes. |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|--|----|------------------|--|
| 23. Effects of Virtual Walking on Spinal Cord Injury-Related Neuropathic Pain: A Randomized, Controlled Trial. Richardson, Elizabeth J; y col.. | Si | | |
| 24. Virtual reality for the treatment of neuropathic pain in people with spinal cord injuries: A scoping review. Austin, Philip D; Siddall, Philip J | No | Título | Tipo artículo: revisión sistemática |
| 25. Neurorehabilitation Platform Based on EEG, sEMG and Virtual Reality Using Robotic Monocycle. Cardoso, Vivianne F.; Pomer-Escher, Alexandre; Longo; y col.. | No | Título y resumen | Tipo de artículo: proceeding paper. |
| 26. Virtual Reality Neurorehabilitation for Mobility in Spinal Cord Injury: A Structured Review. Yeo, Elizabeth; Chau, Brian; Chi, Bradley; y col.. | No | Título | Tipo artículo: revisión sistemática. |
| 27. An Electrooculogram-Based Interaction Method and Its Music-on-Demand Application in a Virtual Reality Environment. Xiao, Jing; Qu, Jun; Li, Yuanqing | No | Título y resumen | Realiza el estudio no solo en lesionados medulares, también en gente sana. |
| 28. Virtual reality for spinal cord injury-associated neuropathic pain: Systematic review. Chi, B.; Chau, B.; Yeo, E.; y col.. | No | Título | Tipo artículo: revisión sistemática |
| 29. A novel use of virtual reality in the treatment of cognitive and motor deficit in spinal cord injury A case report. Maresca, Giuseppa; Maggio, Maria; y col.. | Si | | |
| 30. The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation: A Systematic Review Por: Massetti, Thais; da Silva, Talita Dias; Crocetta, Tania Brusque; y col.. | No | Título y resumen | No se centra en la LM. |
| 31. Gait Stability Training in a Virtual Environment Improves Gait and Dynamic Balance Capacity in Incomplete Spinal Cord Injury Patients. van Djijseldonk, R y col. | Si | | |
| 32. Use of Virtual Technology as an Intervention for Wheelchair Skills Training: A Systematic Review. Lam, Jean-Francois; Gosselin, Laurent; Rushton, Paula W. | No | Título y resumen | No se centra en lesionados medulares. Tipo de artículo: revisión sistemática |
| 33. Efficacy of Virtual Reality in Upper Limb Rehabilitation in Patients with Spinal Cord Injury: A Pilot Randomized Controlled Trial Prasad, S; Aikat, R; y col.. | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS. |
| 34. Lower limb sagittal kinematic and kinetic modeling of very slow walking for gait trajectory scaling. Smith, Andrew J. J.; Lemaire, Edward D.; Nantel, Julie | No | Título y resumen | El estudio se realiza en gente sana |
| 35. Getting the Best Out of Advanced Rehabilitation Technology for the Lower Limbs: Minding Motor Learning Principles. Spiess, MR; Steenbrink, F; Esquenazi, A. | No | Título y resumen | No habla de lesionados medulares |
| 36. The quality of visual information about the lower extremities influences visuomotor coordination during virtual obstacle negotiation. Kim, A; Kretch, KS; y col.. | No | Título y resumen | No realiza una intervención en lesionados medulares |
| 37. Factors that affect error potentials during a grasping task: toward a hybrid natural movement decoding BCI. Omedes, J; Schwarz, A; Mueller-Putz, GR.; y col.. | No | Título y resumen | Se realiza el estudio en gente sana |
| 38. Heartbeat-enhanced immersive virtual reality to treat complex regional pain síndrome. Solca, Marco; Ronchi, Roberta; Bello-Ruiz, Javier; y col.. | No | Título y resumen | No centra la intervención en lesionados medulares |
| 39. Robotic Rehabilitation and Spinal Cord Injury: a Narrative Review Mekki, Marwa; Delgado, Andrew D.; Fry, Adam; y col. | No | Título y resumen | No centra el tratamiento en la RV. |
| 40. Evaluating touchless capacitive gesture recognition as an assistive device for upper extremity mobility impairment. Nelson, A; Waller, Sandy MC; y col.. | No | Título y resumen | No utiliza la RV como técnica de tratamiento |
| 41. The Use of Virtual Reality to Facilitate Mindfulness Skills Training in Dialectical Behavioral Therapy for Spinal Cord Injury: A Case Study. Flores, A; y col. | No | Título y resumen | Usa la RV para tratar solo factores psicológicos. |
| 42. Using Virtual Reality to Treat Chronic Pain: Virtual Graded Exposure for Chronic Low Back Pain and Virtual Walking for Persistent Neuropathic Pain in Spinal Cord Injury | No | Título y resumen | Tipo de documento no cumple criterios inclusión. |
| 43. Applications of Virtual Reality in the practice of Para-badminton | No | Texto completo | Usa la RV para mejorar el rendimiento en para bádminton y el dolor NP. |
| 44. Analysis for the design of a novel integrated framework for the return to work of wheelchair users. Arlati, Sara; Spoladore, Daniele; Mottura, Stefano; y col.. | No | Título y resumen | No habla solo de lesionados medulares |
| 45. Developing Rehabilitation Practices Using Virtual Reality Exergaming Palaniappan, Shanmugam Muruga; Duerstock, Bradley S. | No | Título y resumen | Tipo de artículo: proceeding paper. |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|---|----|------------------|---|
| 46. Development of Immersive Virtual Reality Interface for Lower-Limb Robotic Rehabilitation. de Sousa, Henrique; Balbino, Silva | No | Título y resumen | Tipo de artículo: proceeding paper. |
| 47. Modeling and Co-Simulation of Actuator Control for Lower Limb Exoskeleton Aliman, Norazam; Ramli, Rizauddin; Haris, Sallehuddin Mohamed | No | Título y resumen | Tipo de artículo: proceeding paper. |
| 48. The effects of semi-immersive virtual reality therapy on standing balance and upright mobility function in individuals with chronic incomplete spinal cord injury: A preliminary study. An, Chang-Man; Park, Young-Hyun | Si | | |
| 49. EEG Spectral Generators Involved in Motor Imagery: A swLORETA Study Cebolla, Ana-Maria; Palmero-Soler, Ernesto; Leroy, Axelle; | No | Título y resumen | No se centra en lesionados medulares |
| 50. Home-Based Virtual Reality-Augmented Training Improves Lower Limb Muscle Strength, Balance, and Functional Mobility following Chronic Incomplete Spinal Cord Injury. Villiger, Michael; Liviero, Jasmin; Awai, Lea; y col.. | Si | | |
| 51. Virtual reality improves embodiment and neuropathic pain caused by spinal cord injury. Pozeg, Polona; Palluel, Estelle; Ronchi, Roberta; y col.. | Si | | |
| 52. Comment: Is virtual reality a useful adjunct to rehabilitation after spinal cord injury? Rammo, Richard; Schwalb, Jason M. | No | Título | Tipo de publicación: es un comentario |
| 53. Virtual reality may relieve pain in patients with spinal cord injury Saadon-Grosman, Noam; Arzy, Shahar | No | Título | Tipo de publicación: editorial |
| 54. Virtual reality and exercises for paretic upper limb of stroke survivors. Tutak, JS. | No | Título y resumen | No habla de lesionados medulares |
| 55. Local and Remote Cooperation With Virtual and Robotic Agents: A P300 BCI Study in Healthy and People Living With Spinal Cord Injury. Tidoni, E; y col.. | No | Título y resumen | No se centra en lesionados medulares |
| 56. Markerless motion capture systems as training device in neurological rehabilitation: a systematic review of their use, application, target population and efficacy. Knippenberg, Els; Verbrugge, Jonas; Lamers, Ilse; y col.. | No | Título y resumen | No habla solo de lesionados medulares |
| 57. Study on the Effectiveness of Virtual Reality Game-Based Training on Balance and Functional Performance in Individuals with Paraplegia. Khurana, M y col. | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS. |
| 58. Virtual Reality as an Adjunct Home Therapy in Chronic Pain Management: An Exploratory Study. Garrett, Bernie; Taverner, Tarnia; McDade, Paul | No | Título y resumen | No se aplica en lesionados medulares |
| 59. Architecture of a Virtual Reality and Semantics-Based Framework for the Return to Work of Wheelchair Users. Arlati, S; Spoladore, D; Mottura, S; y col.. | No | Título y resumen | No se centra en lesionados medulares |
| 60. Immersive Virtual Reality for Individuals with Spinal Cord Injuries Por: Piccoli, A.; Samuels, G.; Mirakaj, A.; y col.. | No | Texto completo | Diseño de un programa de RV. No se prueba en pacientes. |
| 61. A Control Approach for a Robotic Ground Walking Platform Ayad, Salheddine; Megueni, Abdelkader; Schioler, Henrik; y col.. | no | Título y resumen | No se centra en lesionados medulares. |
| 62. Training wheelchair navigation in immersive virtual environments for patients with spinal cord injury - end-user input to design an effective system. Nunnerley, J; y col.. | No | Título y resumen | Uso de la RV para mejorar el manejo de las sillas de ruedas. |
| 63. Virtual Reality Protocol to orthostasis for people with spinal cord injuries Por: Moreira, M C; dos Santos, LB; y col.. | No | Texto completo | Estudia juegos de la Wii, pero sin llegar a probarlos en pacientes. |
| 64. Usability of the Combination of Brain-Computer Interface, Functional Electrical Stimulation and Virtual Reality for Improving Hand Function in Spinal Cord Injured Patients. Bayon-Calatayud, M; Trincado-Alonso, F; y col.. | No | Título y resumen | Se centra en la rehabilitación de los MMSS, y combinando diferentes técnicas. |
| 65. Upper Limb Robot Assisted Rehabilitation Platform Combining Virtual Reality, Posture Estimation and Kinematic Indices. Scorza, D.; de Los Reyes, A.; y col.. | No | Texto completo | Usa el robot "arneo", junto a la RV, para la rehabilitación de la mano. |
| 66. PROJECT HEAVEN: Preoperative Training in Virtual Reality. Por: Iamsakul, Kiratipath; Pavlovic, Alexander V; Calderon, Jesus I; y col.. | No | Texto completo | Habla de lesiones neurológicas en general, pero no se centra en la LM. |

Eficacia de la realidad virtual en la rehabilitación de la marcha del paciente medular

| | | | |
|---|----|------------------|---|
| 67. Brain-Computer Interface for Individuals After Spinal Cord Injury Por: Salisbury, David B.; Parsons, Thomas D.; Monden, Kimberley R.; y col.. | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento. Trata más patologías, no solo la LM. |
| 68. Assimilation of virtual legs and perception of floor texture by complete paraplegic patients receiving artificial tactile feedback. Shokur, S; Gallo, S; y col.. | No | Texto completo | Usa la RV como ayudante en otra intervención, pero no es una intervención como tal. |
| 69. Design of ELISE robot for the paretic upper limb of stroke survivors. Tutak, Jacek S. | No | Título y resumen | No realiza la intervención en lesionados medulares |
| 70. Long-Term Training with a Brain-Machine Interface-Based Gait Protocol Induces Partial Neurological Recovery in Paraplegic Patients. Donati, ARC.; Shokur, S; y col.. | No | Título y resumen | No usa la RV como tratamiento |
| 71. Systematic Review of Central Post Stroke Pain What Is Happening in the Central Nervous System? Akyuz, Gulseren; Kuru, Pinar | No | Título | No realiza la intervención en lesionados medulares |
| 72. Effects of Virtual Walking Treatment on Spinal Cord Injury-Related Neuropathic Pain: Pilot Results and Trends Related to Location of Pain and at-level Neuronal Hypersensitivity. Jordan, Melissa; Richardson, Elizabeth J. | No | Texto completo | Analiza los resultados de dos ensayos, uno de los cuales ya se analiza. |
| 73. Psychological Considerations in the Assessment and Treatment of Pain in Neurorehabilitation and Psychological Factors Predictive of Therapeutic Response: Evidence and Recommendations from the Italian Consensus Conference on Pain in Neurorehabilitation. Castelnuovo, G; Giusti, EM.; y col.. | No | Título y resumen | No se centra en la rehabilitación física. |
| 74. Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now? Calabro, RS; Cacciola, A; Berte, F; y col.. | No | Título y resumen | No habla únicamente de lesionados medulares |
| 75. Virtual reality and brain computer interface in neurorehabilitation. Salisbury, David B; Dahdah, Marie; Driver, Simon; y col.. | No | Título y resumen | Usa la RV en diferentes lesiones neurológicas, no solo LM. |
| 76. Activities of daily living assessment in spinal cord injury using the virtual reality system Toyra (R): functional and kinematic correlations Dimbwadyo-Terrer, I.; y col.. | No | Texto completo | Usa la realidad virtual para mejorar la función de los MMSS. |
| 77. Psychological Treatments and Psychotherapies in the Neurorehabilitation of Pain: Evidences and Recommendations from the Italian Consensus Conference on Pain in Neurorehabilitation. Castelnuovo, G; Giusti, EM.; Manzoni; y col.. | No | Título y resumen | Se habla de muchas terapias, entre ellas la RV, pero no se centra en ella. |
| 78. Technical Concept and Technology Choices for Implementing a Tangible Version of the Sokoban Game. Luzhnica, Granit; Ojeling, Christoffer; Veas, Eduardo; y col.. | No | Título y resumen | Tipo de artículo: proceeding paper. |
| 79. Rehabilitation and Health Care robotics Van der Loos, H. F. Machiel; Reinkensmeyer, David J.; Guglielmelli, Eugenio | No | Título y resumen | No realiza ninguna intervención en lesionados medulares |
| 80. Upper limb rehabilitation after spinal cord injury: a treatment based on a data glove and an immersive virtual reality environment. Dimbwadyo-Terrer, I; y col. | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS. |
| 81. Interactive virtual feedback improves gait motor imagery after spinal cord injury: An exploratory study. Roosink, Meyke; Robitaille, Nicolas; Jackson, Philip L.; y col.. | Si | | |
| 82. Effectiveness of the Virtual Reality System Toyra on Upper Limb Function in People with Tetraplegia: A Pilot Randomized Clinical Trial. Dimbwadyo-Terrer, I; y col. | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS. |
| PEDro | | | |
| 1. Effectiveness of virtual reality on balance ability in individuals with incomplete spinal cord injury: a systematic review. Alashram AR, Padua E; y col. | No | Título | Tipo artículo: revisión sistemática |
| 2. Virtual reality for spinal cord injury-associated neuropathic pain: systematic review Chi B, Chau B, Yeo E, Ta P | No | Título | Tipo artículo: revisión sistemática |
| 3. Efficacy of virtual reality rehabilitation after spinal cord injury: a systematic review Araujo AVL, Neiva JFO, Monteiro CBM, Magalhaes FH | No | Título | Es una revisión sistemática |
| 4. Study on the effectiveness of virtual reality game-based training on balance and functional performance in individuals with paraplegia. Khurana M, Walia S y col. | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS. |
| 5. Game-based virtual reality training improves sitting balance after spinal cord injury: a single-blinded, randomized controlled trial. Tak S, Choi W, Lee S | No | Texto completo | Usa la RV para la rehabilitación de los MMSS. |

ANEXO 2. ESCALA CEBM

| Nivel de evidencia | Tipo de estudio |
|--------------------|---|
| 1a | Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad. |
| 1b | Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza estrecho. |
| 1c | Práctica clínica ("todos o ninguno") (*) |
| 2a | Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad. |
| 2b | Estudio de cohortes o ensayo clínico aleatorizado de baja calidad (**) |
| 2c | Outcomes research (***), estudios ecológicos. |
| 3a | Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad. |
| 3b | Estudio de casos y controles. |
| 4 | Serie de casos o estudios de cohortes y de casos y controles de baja calidad (****) |
| 5 | Opinión de expertos sin valoración crítica explícita, o basados en la fisiología, <i>bench research</i> o <i>first principles</i> (*****) |

Se debe añadir un signo menos (-) para indicar que el nivel de evidencia no es concluyente si:

- Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza amplio y no estadísticamente significativo.
- Revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa.

(*) Cuando todos los pacientes mueren antes de que un determinado tratamiento esté disponible, y con él algunos pacientes sobreviven, o bien cuando algunos pacientes mueren antes de su disponibilidad, y con él no muere ninguno.

(**) Por ejemplo, con seguimiento inferior al 80%.

(***) El término *outcomes research* hace referencia a estudios de cohortes de pacientes con el mismo diagnóstico en los que se relacionan los eventos que suceden con las medidas terapéuticas que reciben.

(****) Estudio de cohortes: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas y/o sin seguimiento completo y suficientemente prolongado. Estudio de casos y controles: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas.

(*****) El término *first principles* hace referencia a la adopción de determinada práctica clínica basada en principios fisiopatológicos.

| Grado de recomendación | Nivel de evidencia |
|------------------------|---|
| A | Estudios de nivel 1. |
| B | Estudios de nivel 2-3, o extrapolación de estudios de nivel 1. |
| C | Estudios de nivel 4, o extrapolación de estudios de nivel 2-3. |
| D | Estudios de nivel 5, o estudios no concluyentes de cualquier nivel. |

La extrapolación se aplica cuando nuestro escenario clínico tiene diferencias importantes respecto a la situación original del estudio.

| Grado de recomendación | Significado |
|------------------------|--|
| A | Extremadamente recomendable. |
| B | Recomendación favorable. |
| C | Recomendación favorable pero no concluyente. |
| D | Ni se recomienda ni se desaprueba. |