

Realidad virtual y ejercicio fisioterapéutico para la recuperación del equilibrio en adultos con esclerosis múltiple

Virtual reality and physiotherapy exercise for the recovery of balance in adults with multiple sclerosis

Jessica Carolina Villafuerte Guaraca^{1*} <https://orcid.org/0009-0000-5551-8163>

Urbano Solis Cartas¹ <https://orcid.org/0000-0003-0350-6333>

Lisset Urquiza Portilla² <https://orcid.org/0009-0003-5187-439X>

¹Universidad Nacional de Chimborazo: Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

²Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. La Habana, Cuba.

*Autor por correspondencia. Email: jessycaro97@gmail.com

RESUMEN

La esclerosis múltiple es una enfermedad desmielinizante, autoinmune y compleja. En la persona enferma se encuentran síntomas que limitan el estado funcional, el 75 % presenta pérdida de equilibrio. Profesionales de diferentes especialidades han realizado aportes sobre la etiopatogénesis, los mecanismos fisiopatológicos que la generan, pero los resultados aún no ofrecen las evidencias probatorias para la aplicación de un tratamiento eficaz, solo se consigue mejorar los síntomas, pero no detenerlos en el tiempo. Desde el punto de vista terapéutico, existen estadísticas que prueban la acción de los ejercicios rehabilitadores en la mejora del equilibrio. Varios estudios refieren la utilización de la realidad virtual en este empeño. El objetivo de la presente investigación fue describir los beneficios del uso de la realidad virtual y el ejercicio fisioterapéutico en la recuperación del equilibrio en pacientes con esclerosis múltiple. Para su cumplimiento se realizó una revisión bibliográfica en la que se incluyeron 19 estudios relacionados con el objetivo de investigación publicados en el período 2017-2023 en las bases de datos: Scielo, Redalyc y PubMed. Además, el buscador Google

académico. Se incluyeron tesis de grado, de postgrado, artículos y otros documentos relacionados con los beneficios de la realidad virtual en la recuperación del equilibrio. Se trató de una investigación básica, no experimental, descriptiva y de corte transversal. Los ejercicios de realidad virtual estimulan los mecanismos de neuroplasticidad que reportan beneficios a los pacientes con esclerosis múltiple.

Palabras clave: enfermedad neurodegenerativa; equilibrio; esclerosis múltiple; realidad virtual.

ABSTRACT

Multiple sclerosis is a complex, autoimmune, demyelinating disease. In the sick person there are symptoms that limit the functional state, 75 % present loss of balance. Professionals from different specialties have made contributions on the etiopathogenesis, the pathophysiological mechanisms that generate it, but the results still do not offer probative evidence for the application of an effective treatment, it only manages to improve the symptoms, but not stop them over time. From the therapeutic point of view, there are statistics that prove the action of rehabilitative exercises in improving balance. Several studies refer to the use of virtual reality in this effort. The objective of the present investigation was to describe the benefits of the use of virtual reality and physical therapy exercise in the recovery of balance in patients with multiple sclerosis. For its compliance, a bibliographic review was carried out in which 19 studies related to the research objective published in the period 2017-2023 in the databases: Scielo, Redalyc and PubMed were included. In addition, the academic Google search engine. Graduate and postgraduate theses, articles and other documents related to the benefits of virtual reality in the recovery of balance were included. It was a basic, non-experimental, descriptive and cross-sectional investigation. Virtual reality exercises stimulate neuroplasticity mechanisms that bring benefits to patients with multiple sclerosis.

Keywords: neurodegenerative disease; balance; multiple sclerosis; virtual reality.

Recibido: 20/06/2023

Aceptado: 07/09/2023

Introducción

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad autoinmune, crónica que afecta el sistema nervioso central. Es el trastorno desmielinizante más significativo, con incidencia creciente. Se estima que unos 2,5 millones de personas la padecen en el mundo, 60 por cada 100 000 habitantes y la primera causa de discapacidad de origen neurológico en adultos jóvenes, sobre todo, entre los 20 y 40 años, con predominio en mujeres, en una proporción 2:1.^{(1),(2)}

Es posible encontrar resultados de investigaciones sobre temas variados relacionados con esta enfermedad, sin embargo, aunque se ofrecen evidencias científicas aún, en aspectos como la etiopatología, la fisiopatología o su desarrollo, existe desconocimiento. Se valora su origen por causas genéticas, ambientales, influencia hormonal, epigenéticas⁽³⁾ como niveles bajos de vitamina D, el consumo de tabaco, sin embargo, no existen evidencias científicas suficientes que las respalden.⁽⁴⁾

Se ha podido estudiar y demostrar afectación de la corteza cerebral, los ganglios basales y el cerebelo como consecuencia de la desmielinización total o parcial, con daño que puede ser temporal o permanente. Aunque la EM no presenta un comportamiento muy común en lo referente a las formas que puede presentar, la clasificación más acertada, dependiendo del curso clínico se puede presentar de las siguientes formas: remitente-recurrente (EMRR), forma secundaria progresiva (EMSP), forma progresiva primaria (EMPP), forma progresiva recurrente (EMPR), que presentan expresiones diferentes de la enfermedad.^{(1),(2),(4)}

Las deficiencias en el equilibrio, la movilidad, y las caídas se encuentran entre las manifestaciones motrices más comunes. El 75 % de los pacientes presenta un déficit de equilibrio en el decursar de la enfermedad que se agudiza en el tiempo. Este déficit aumenta el riesgo de caídas y de afecta el estado general del paciente.^{(5),(6)}

Visto de este modo, es un trastorno que genera afectaciones al paciente, su familia a lo que se une la falta de claridad sobre las causas que la generan, razón esta que puede incidir en no contar con tratamientos farmacológicos o rehabilitadores que aseguren su cura o detenga su avance. Por tal razón la opción más acertada es mejorar los síntomas y para ello se diseñan las estrategias de intervención y programas rehabilitadores. La aplicación de la realidad virtual (RV) en el área de la rehabilitación física es una práctica novedosa, en la que con la creación

de ambientes de la vida real o a través de simulaciones la persona puede interactuar e implicarse en el ejercicio con resultados favorables.⁽⁷⁾

Por tal razón el objetivo del presente estudio consiste en: describir los beneficios del uso de la RV y el ejercicio fisioterapéutico en la recuperación del equilibrio en pacientes con esclerosis múltiple.

Métodos

Se realizó una revisión no sistemática y análisis de resultados actualizados con el propósito de describir los beneficios del uso de la RV y el ejercicio fisioterapéutico en la recuperación del equilibrio en pacientes con esclerosis múltiple. La investigación fue básica, no experimental, descriptiva y de corte transversal. Se identificaron 36 estudios y se incluyeron en la muestra 19, en correspondencia con los criterios de inclusión y exclusión determinados.

Los criterios de inclusión de documentos fueron:

- Investigaciones publicadas en el período 2017-2023
- Tema de investigación dirigido mecanismos etiopatogénicos y fisiopatológicos concernientes con el equilibrio en EM y su mejora con la utilización de RV.
- Resultados con estructura metodológica coherente.

Como criterios de exclusión fueron tenidos en cuenta:

- Estudios no incluidos en el período estudiado
- Estudios en los que se hayan identificado sesgos de inclusión y publicación
- Estudios con estructura metodológica incompleta o con errores

La figura 1 muestra el flujograma de revisión y aceptación de documentos

Se incluyeron resultados de estudios publicados en el período 2017-2023 en bases de datos regionales como Scielo, Redalyc y PubMed. Además, el buscador Google académico. Se incluyeron tesis de grado, de postgrado, artículos y otros documentos. Los artículos que se correspondían con el objetivo y la lectura metodológica correcta fueron leídos íntegramente. Se registró la información relevante y se clasificó, según cada artículo y los aspectos a analizar. Se realizó el análisis y discusión científica pudiendo llegar a generalizaciones sobre el tema

seleccionado; este análisis permitió llegar a resultados de investigación y formular conclusiones del estudio posteriormente.

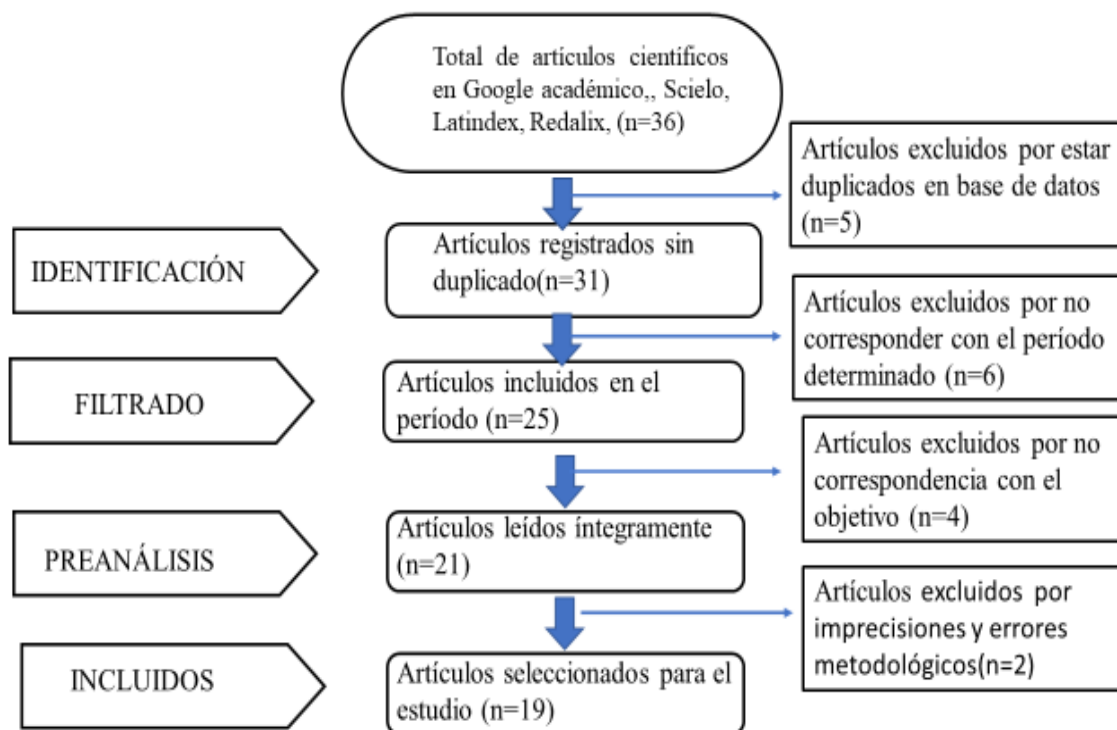


Figura 1. Flujograma de revisión y aceptación de documentos.

Durante el desarrollo del estudio se cumplieron elementos éticos que incluyeron la utilización de la información únicamente con fines investigativos; el respeto al derecho de autor y la no utilización de datos de identificación personal.

Resultados

Para cumplir con el objetivo propuesto es esencial realizar el análisis de los beneficios que reporta el uso de la RV y el ejercicio fisioterapéutico en la recuperación del equilibrio en pacientes con esclerosis múltiple. Por ello se reseñan los aspectos siguientes:

Mecanismos etiopatogénicos que afectan el equilibrio en los pacientes con diagnóstico de esclerosis múltiple

La comunidad científica, a pesar de desarrollar múltiples investigaciones sobre los mecanismos etiopatogénicos de la EM, aún no llega a consenso sobre las causas que inciden en su desarrollo. Los criterios han ido cambiando a lo largo del tiempo, según evolucionan las investigaciones. Los análisis más actuales se dirigen a una compleja integración a nivel epigenético de factores genéticos y ambientales.^{(8),(9)}

En la literatura hay una amplia información relacionada con los mecanismos etiopatogénicos de la EM. La hipótesis más defendida se basa en una etiología de tipo inmune.⁽¹⁰⁾ Estudios realizados refieren la existencia de una predisposición genética, es una enfermedad poligénica con especificidad génica para el desarrollo de determinado riesgo,⁽³⁾ sin embargo estas hipótesis no han sido demostradas totalmente.

Por eso, se valora su modificación por mecanismos epigenéticos, la metilación del ADN, en interacción con factores ambientales como: el virus de Epstein-Barr durante la adolescencia y la juventud temprana la exposición activa y pasiva al tabaco, los niveles bajos de vitamina D (Bermúdez), la influencia de hormonas sexuales y la dieta, son los más estudiados.⁽⁸⁾ Factores que tampoco ha podido demostrarse su incidencia con pruebas totalmente acabadas.⁽⁹⁾

Los cambios epigenéticos asociados con el virus de Epstein-Barr se vinculan con la expresión de microARNs. En pacientes con EM la expresión de miARN-142-3p se ha relacionado con mejor tolerancia inmune, pero la expresión de miARN-155 se asocia con mayor diferenciación de células T e inflamación del sistema nervioso central.⁽³⁾

Se han llevado a cabo investigaciones sobre los mecanismos subyacentes que permiten explicar la asociación entre la infección por virus de Epstein-Barr y el riesgo de EM. Estudio reciente con pacientes de EM trata de explicar la relación con proteínas patógenas de la familia del virus de Epstein-Barr y sus propiedades proinflamatorias, neurotóxicas y superantigénicas que generan respuesta inmunitaria excedida y anómala mediada por la proliferación de linfocitos T autorreactivos.^{(8),(11)} Se constató incremento de la expresión de las proteínas en la superficie de las células mononucleares de sangre periférica. La autora expresa que la investigación presenta limitaciones y la necesidad de continuar el estudio.^{(3),(11)}

En el análisis de muestras sanguíneas de adolescentes, hijos de madres fumadoras durante el embarazo se ha detectado mayor metilación del factor neurotrófico derivado del cerebro, promotor de la diferenciación y crecimiento de nuevas células neuronales; el patrón de metilación del ADN estaba alterado. Con el uso de técnicas de reacción en cadena de la

polimerasa se encontraron modificaciones de la metilación del ADN en 438 genes de personas fumadoras a diferencia de los no fumadores, que solo fue en 25 genes.^{(3),(8)}

Los estudios la influencia de la dieta se corresponden con la incorporación al organismo del glutamato presente en la sal monosódica. Niveles elevados de glutamato periférico pueden causar que el sistema inmune dañe las vainas de mielina y otros tejidos.⁽¹²⁾

Hoy se defiende la importancia de la dieta en el suministro de vitamina D y no hay consenso sobre la forma en que incide en el desenlace de la enfermedad.⁽⁸⁾ La vitamina D se encuentra inactiva en el organismo, debe ser activada para cumplir su función reguladora de la respuesta inflamatoria e inmunomoduladora para alcanzar la inmunidad adaptativa y la inmunidad innata. La hipovitaminosis posiblemente dificulta la transmisión nerviosa entre el cerebro y otras partes del cuerpo.⁽³⁾ Inhibe directamente el *locus* responsable de la transcripción de las citoquinas proinflamatorias. Esta disminución en el organismo puede ocurrir, según hipótesis que pierde validez probatoria en los últimos años, por poca exposición solar.⁽⁸⁾

Con respecto a los mecanismos etiopatogénicos que afectan el equilibrio en pacientes diagnosticados con EM se valora que la causa inicial de expresión de la enfermedad está en la sobre respuesta del sistema inmune, los mecanismos inmunopatológicos intracelulares que suscitan la inflamación crónica, daños neuronales y los procesos neurodegenerativos.⁽¹³⁾ Es decir, ruptura de la barrera hematoencefálica, inflamación, desmielinización, gliosis reactiva del tejido y degeneración neuronal/axonal.⁽⁸⁾

Se hace referencia a una anomalía del sistema inmunitario, según los factores previamente expuestos, que daña de manera selectiva al sistema nervioso central y ofrece una respuesta inflamatoria a rápida migración de linfocitos T desde la sangre a través de la membrana hematoencefálica.^{(8),(9)}

La bibliografía describe que los linfocitos T son células con receptores antigénicos específicos. Los linfocitos T CD4, con gran plasticidad inmunológica en dependencia de la citoquina y reconocer el antígeno puede presentar diferentes formas que cumplen un rol fundamental en el origen y desarrollo de la enfermedad. Los linfocitos B por su parte producen citoquinas proinflamatorias y llevan antígenos que activan los linfocitos T (forma autorreactiva) que estimula la cascada inflamatoria, la permeabilidad de la barrera hematoencefálica y la entrada masiva de leucocitos al sistema nervioso central provoca edema, que por sí solo puede dañar al axón.⁽⁹⁾

Las microglías, célula tipo inmune específica del sistema nervioso central, al ocurrir la entrada hemática y por acción de citocinas se activan como respuesta al proceso. Son afectados los oligodendrocitos, también células inmunes que destruyen las vainas de mielina. Tiene lugar la desmielinización.⁽¹⁴⁾ Por otro lado, se incrementan los linfocitos B que producen anticuerpos antimielina. Se originan lesiones que generan el incremento de astrocitos que originan la gliosis del tejido.⁽¹⁰⁾

Como respuesta los axones tratan de adaptarse a la desmielinización, pero en la medida que avanza la enfermedad también avanza la afectación axonal, fundamentalmente en las áreas lesionadas e inflamadas. El daño se expande por el axón y se agudiza llegando a su destrucción, ocurre un mecanismo neurodegenerativo. Las citocinas, en particular la interleucina, el interferón- γ y el factor de necrosis tumoral tienen un rol esencial en la desmielinización y en el daño axonal.⁽²⁾ Se ha demostrado que este doble mecanismo etiopatogénico induce alteraciones neuronales que afectan la captación, conducción y emisión de respuesta que generan discapacidad de origen neurológico irreversible.⁽¹⁰⁾

Las lesiones formadas como consecuencia de la inflamación, la desmielinización y la gliosis, no solamente afectan estructuras centrales del sistema nervioso. Estas pueden ser: periféricas (en el laberinto del oído interno) y centrales (daño estructural de algunas de las vías o centros vestibulares a nivel de sistema nervioso central) que generan alteraciones relacionadas con la captación de la información, conducción y modulación de las respuestas en el control postural y del equilibrio.⁽¹⁵⁾ Los procesos degenerativos en los sistemas visual, propioceptivo o sensorial, vestibular y órganos del sistema nervioso central influyen en la disminución de la capacidad para mantener la posición, el tono muscular, movimientos limitados y lentos y respuestas tardías frente a desplazamientos y perturbaciones posturales.^{(15),(16)}

Los núcleos vestibulares reciben información aferente a través de las vías vestíbulo ocular y vestíbulo espinal; que, en condiciones fisiológicas normales, emiten respuesta rápida a través de los reflejos: vestíbulo-ocular y vestíbulo-espinal, sin embargo, en personas con EM emiten una respuesta lenta. Puede llegar a ocurrir una discontinuidad entre los sistemas o áreas cerebrales que bloquean la conducción cuando el impulso nervioso no puede atravesar el segmento desmielinizado.⁽¹³⁾

Las fibras aferentes y eferentes que comunican estos sistemas retrasan la conducción, se altera el intercambio de información, no se logra la adecuada integración y el procesamiento

de la información en los sistemas: visual, somatosensorial o propioceptivo y el vestibular con afectaciones en la detección de movimientos de la cabeza, movimientos angulares, a través de los canales semicirculares y lineales a través de los otolitos localizados en el utrículo y el sáculo que intervienen en el mantenimiento del equilibrio.⁽¹⁵⁾

La conducción y el procesamiento de la información que llega a la corteza cerebral para emitir respuesta relacionada con el control espacial y la percepción motora se ralentizan. A ello se une la disminución del volumen cerebral que, en particular a nivel cortical la modulación de la información se hace más lenta, lo que se asocia con la evolución e incremento de los procesos neurodegenerativos.⁽¹³⁾

Es frecuente que la desmielinización dañe los axones neuronales a nivel del tronco encefálico o de la médula y altere la conducción de información aferente y eferente entre estos sistemas, algo usual, en especial entre el sistema vestibular y propioceptivo que genera una afectación del control postural.⁽¹⁶⁾

En síntesis, en los pacientes con diagnóstico de esclerosis múltiple como resultado de mecanismos inflamatorios, desmielinización y gliosis se producen lesiones y cambios neurodegenerativos a nivel de los sistemas visual, propioceptivo, vestibular y de sistema nervioso central que afectan el funcionamiento fisiológico normal y como resultado se altera la captación, conducción y procesamiento de la información cuya respuesta es lenta para el mantenimiento del equilibrio ante variadas condiciones de la vida diaria.

Ejercicios fisioterapéuticos más utilizados en el tratamiento rehabilitador de pacientes con esclerosis múltiple

En los pacientes con EM es común detectar afectaciones relacionadas con el control del equilibrio que se manifiesta: en la capacidad para mantener la bipedestación; restricción de los límites de estabilidad y lentitud en el movimiento de desplazamiento, al inclinarse o tratar de alcanzar objetos y lentitud o bloqueo para dar respuestas a cambios posturales automáticas, sea al desplazarse o cuando recibe un estímulo perturbador.⁽⁵⁾

Para contrarrestar las manifestaciones y el progreso de la enfermedad el tratamiento rehabilitador debe estar dirigido a todas las áreas afectadas y a la prevención para impedir la pérdida de funciones, buscar retardar su avance y aliviar los síntomas. ⁽⁴⁾ En su diseño y ejecución debe intervenir un equipo multidisciplinario que colabore y dé respuesta desde su

especialidad sobre el proceder, según las características de la enfermedad a nivel individual y grupal e incluir ejercicios fisioterapéuticos dirigidos a mejorar el estado general del paciente, atender las discapacidades y facilitar la adaptación al contexto.^{(1),(2),(13)} Se utilizan ejercicios convencionales de fuerza, aerobios y en algunas investigaciones ejercicios acuáticos.⁽⁴⁾ Se proponen la combinación de técnicas y ejercicios diferentes en una misma sesión o alternando en diferentes sesiones.

En los últimos años se han introducido a los procesos rehabilitadores equipos de cómputo que permiten recrear el mundo real en un ambiente de realidad virtual. Estos son de gran aceptación por la diversidad de tareas que se pueden cumplir y la variedad de estímulos visuales, auditivos táctiles que proporciona.⁽¹⁵⁾

Los ambientes virtuales se clasifican según el grado de inmersión del sujeto en:

- Inmersivos, donde la persona está completamente inmersa en el entorno virtual y los estímulos que llegan desde el mundo real son bloqueados. Para lograr la total interacción con el mundo virtual se pueden emplear cascos que bloquean las señales y sonidos del entorno real, entre otros, aditamentos.⁽¹⁷⁾
- Semi inmersivos, en el cual la persona interactúa con el entorno real y con el virtual a través de pantallas que la proyectan
- No inmersivos, con el uso de controles la persona establece la interacción con el entorno virtual proyectado, pero permanece en el mundo real.

Al analizar algunos en los que se hicieron revisión de la literatura y/o metaanálisis,^{(5),(13),(16),(17),(18)} y ensayos clínicos realizados se ha podido constatar que los ejercicios más utilizados en los últimos siete años son los que incluyen la RV, en condiciones de inmersión o de semiinversión,^{(5),(6),(14),(15),(17),(18)} aunque se utilizan los ejercicios convencionales o se combinan. En los estudios se miden y comparan el comportamiento de indicadores con la utilización de variados instrumentos de medición y test. Esto les ha permitido determinar los cambios que se operan en cada grupo estudiado: intervención con técnicas convencionales, con técnica de RV y con la no intervención.^{(5),(6),(15),(17),(18)}

Al medir el comportamiento de indicadores que expresan los cambios, al menos en alguna cualidad se expresan logros al medir los resultados con la ejecución de ejercicios de RV. En todos los estudios se reporta que la no intervención no logra mejoría. Por otro lado, se hace referencia que, aunque en ocasiones los datos estadísticos no reflejan los cambios,

cualitativamente se nota la mejoría.^{(14),(17),(18)} Un estudio mostró una recuperación significativa en el equilibrio estático y el dinámico.⁽¹⁴⁾

Mecanismos fisiopatológicos por los cuales los ejercicios identificados, y la realidad virtual, mejoran el equilibrio en pacientes con diagnóstico de esclerosis múltiple.

La incertidumbre por la que han transitado los mecanismos etiopatogénicos y fisiopatológicos ha llevado a una constante ocupación de los investigadores en un proceso de ensayo y error. Inicialmente hubo un predominio del tratamiento farmacológico, el fisioterapéutico estaba contraindicado y se asumía el reposo por la mayoría de los investigadores. Posteriormente se comienzan a implementar los ejercicios rehabilitadores con resultados positivos, al menos, a corto plazo, ya que sus efectos, se ha demostrado que no perduran en el tiempo,⁽⁵⁾ e implica su continuidad durante toda la existencia física del paciente, siempre adaptado a su estado general.

Los mecanismos de la neuroplasticidad sirven de fundamento para comprender la acción de los ejercicios rehabilitadores en la mejora del equilibrio del paciente con EM y en su funcionalidad general. Es reconocido que no cambia el nivel de discapacidad de los pacientes, pero sí mejora su nivel de actividad en actividades diarias. De ahí que la rehabilitación se basa, fundamentalmente, en controlar los síntomas y sus efectos en la vida de los pacientes. Por tal razón, los mecanismos fisiológicos de neuroplasticidad en esta enfermedad tienen especificidades y continúan los estudios con el objetivo de dilucidar los posibles cambios, eléctricos, bioquímicos, genéticos y fisiológicos que tienen lugar.⁽¹⁴⁾

Para mejorar el equilibrio la rehabilitación debe dirigirse a lograr la adecuada coordinación entre las estructuras que intervienen: sistema vestibular, visual y propioceptivo con sus vías aferentes y eferentes, así como las estructuras. Un aspecto importante es lograr la posición de la cabeza en proporcionalidad con el cuerpo, con un adecuado control visual y propioceptivo.^{(14),(16)}

La realización de movimientos activos y continuos de cabeza activa un mecanismo de adaptación encaminado a la recuperación del reflejo vestíbulo ocular para disminuir el retardo en la respuesta refleja y lograr la fijación de la imagen en la retina. De esta forma mejora el mareo, alteraciones del control postural ^(14,15) y la fatiga. ⁽⁶⁾ Este ejercicio también actúa sobre

el reflejo vestíbulo-espinal que contribuye al desarrollo de nuevas estrategias y mejorar la función.^{(15),(16),(18)}

Se aportan evidencias acerca de pacientes con pequeños daños en los miembros superiores que con la repetición de movimientos pueden reajustarse a los cambios ambientales o aprender habilidades motoras.^(16,19) El mecanismo de habituación se basa en utilización de ejercicios repetitivos que implican un reaprendizaje ante estímulos que previamente se reconocían como perjudiciales y estas repeticiones, que constituyen una situación compleja y retadora induce a cambios y a remodelación en el sistema nervioso central.⁽¹⁵⁾

El mecanismo de compensación conductual se logra con la realización de ejercicios físicos y tareas encaminadas a objetivos bien delimitados que redundan en aprendizajes y orienten al paciente para el empleo de estructuras y estrategias diferentes. La llegada de variados estímulos altera el funcionamiento de los sistemas visual y propioceptivo que incitan a la obtención de una respuesta diferente del sistema vestibular para mantener el control de la postura y el equilibrio.^{(1),(14),(15),(18)}

Con la utilización de la RV el paciente interactúa con estímulos visuales, auditivos y táctiles a través de múltiples tareas y entornos a los que debe dar respuesta con el manejo de diferentes estrategias de control motor y de la postura. Le ofrecen la posibilidad de establecer una retroalimentación multisensorial durante el entrenamiento, apropiarse de nuevos aprendizajes que le permitan compensar el déficit, favoreciendo cambios neuroplásticos y motores.^(15,16) Los cambios en los patrones neuronales de activación cerebral son estimulados por los ejercicios activos e intensos, indicador de mayor influencia en la reorganización cortical para dar una respuesta adaptativa capaz de suplir las deficiencias funcionales a partir de neuronas afectadas.⁽¹³⁾

Un estudio hace referencia a un mecanismo relacionado con los factores tróficos (neurotrofismo). Al término del programa que incluyó ejercicios de fuerza, se detectó la presencia del factor de crecimiento derivado de insulina, el cual cumple un rol significativo en la supervivencia de los oligodendrocitos, la síntesis proteica a nivel musculoesquelético y la síntesis de proteínas de la vaina de mielina por acción local, reflejado en el incremento del valor absoluto y relativo del grosor de la corteza en determinadas áreas, aunque sin incremento del volumen cortical total. Este incremento estuvo unido a la disminución del número de lesiones, pero tampoco hubo variación en el número total de lesiones.⁽¹³⁾

En el análisis de los documentos se pudo constatar que, aún es necesario profundizar en los mecanismos fisiológicos de neuroplasticidad. Pudieran incidir otros mecanismos, pero no existen evidencias registradas en la literatura consultada.

Conclusiones

La EM es un trastorno complejo, autoinmune, desmielinizante y neurodegenerativa. Estudios actuales refieren la etiopatogénesis por la interacción de factores genéticos, ambientales y la mediación epigenética. La desmielinización y la neurodegeneración se presentan como mecanismos que originan afectaciones de equilibrio. La realización de ejercicios terapéuticos, en particular la RV activa mecanismos fisiopatológicos de neuroplasticidad que influyen en la recuperación del control postural y el equilibrio.

Referencias Bibliográficas

1. Bonnemaïson J. Efectividad de la rehabilitación vestibular sobre el equilibrio en pacientes con esclerosis múltiple: protocolo de un ensayo clínico aleatorizado. [Tesis de grado]. Universidad San Jorge; 2022. Disponible en: <http://repositorio.usj.es/handle/123456789/840>
2. Bienzobas Asensio A. Beneficios del ejercicio físico en personas que padecen esclerosis múltiple: propuesta de un programa específico de 12 semanas. País Vasco. [Tesis de grado]. Universidad del País Vasco; 2022. Disponible en: <https://addi.ehu.es/handle/10810/60835>
3. Iridoy Zulet M, Pulido Fontes L, Ayuso Blanco T, Lacruz Bescos F, Mendioroz Iriarte M. Modificaciones epigenéticas en neurología: alteraciones en la metilación del ADN en la esclerosis múltiple. Neurología [Internet]. 2017[citado 2023 May 20];32(7):463-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485315000638>
4. Bermúdez Galindo B. La terapia acuática como tratamiento fisioterápico en la esclerosis múltiple. [Internet]. 2022 [citado 2023 May 20];50(3):100-27. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8484338>

5. Moreno Verdú M., Ferreira Sánchez M R., Cano de la Cuerda R., Jiménez Antona C. Eficacia de la realidad virtual sobre el equilibrio y la marcha en esclerosis múltiple. Revisión sistemática de ensayos controlados aleatorizados. Revista de Neurología [Internet]. 2019[citado 2023 May 20];68(9):357-68. <https://medes.com/publication/142639>
6. Cárdenas Martínez M., Torres Parejo M., Mendoza Laiz N. Valoración del uso de las nuevas tecnologías en personas con esclerosis múltiple. Revista Española de Discapacidad [Internet]. 2019[citado 2023 May 20];6(II):149-71. Disponible en: <http://riberdis.cedid.es/handle/11181/5586>
7. Kim M, Kaneko F. Virtual reality-based gait rehabilitation intervention for stroke individuals: a scoping review Journal of Exercise Rehabilitation [Internet] 2023. [citado 2023 May 20];19(2):95-104. Disponible en: <https://www.e-jer.org/journal/view.php?number=2013600983>
8. Melo Tegani E. Controversias en el uso de la vitamina D como preventivo de la esclerosis múltiple. Revisión de la literatura. Revista de la Asociación Médica Argentina [Internet] 2023. [citado 2023 May 20];136(1):12(3):7-13. Disponible en: <https://www.ama-med.org.ar/revista/descargacontenido/445>
9. Cuevas García O. Esclerosis múltiple: aspectos inmunológicos actuales. RevAlerg Mex. [Internet] 2017. [citado 2023 May 20];64(1):76-86. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902017000100076.
10. Fernández O. Revisión de las novedades presentadas en el XXIX Congreso del Comité Europeo para el Tratamiento e Investigación en Esclerosis Múltiple (ECTRIMS II). Revista de Neurología [Internet] 2019. [citado 2023 May 20]; 68(11):468-479. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-180792>
11. Pérez Pérez S. pHERV-W ENV: implicación en la etiopatogenia de la esclerosis múltiple y transactivación por EBV y HHV-6A/B. [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid, España. 2022. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/73098/>
12. González Costa M. Factores etiopatogénicos de las enfermedades autoinmunes en el siglo XXI. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas [Internet] 2021. [citado 2023 May 20];40(1):e842. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002021000100019&lng=es.

13. Macchi MA, Rufenacht AF. Esclerosis múltiple: efectos del ejercicio físico sobre la condición física y la función cognitiva [Tesis de grado]. Universidad del Gran Rosario. 2021.

14. Ortiz de Lanzagorta Muñoz J J. Protocolo de investigación: Eficacia de la realidad virtual inmersiva comparada con la realidad virtual semiinmersiva en el equilibrio y la marcha en pacientes con esclerosis múltiple. [Tesis de grado]. Universidad San Jorge. 2022. Disponible en: <http://repositorio.usj.es/handle/123456789/839>

15. García Muñoz C. Realidad virtual inmersiva como intervención de Fisioterapia vestibular en la esclerosis múltiple: Estudio de caso. [Tesis doctoral]. Universidad de Sevilla. 2021. Disponible en: <https://produccioncientifica.uca.es/documentos/61b37b0687eef62de67c9112>

16. López-Valverde Carrasco, P. Disfunciones vestibulares y somatosensoriales en pacientes con Esclerosis Múltiple y su correlación con la dependencia visual. Revisión bibliográfica. [Tesis de grado]. Universidad Miguel Hernández. 2022. Disponible en: <http://dspace.umh.es/handle/11000/28253>

17. Aparicio Valdés I. Eficacia de las intervenciones fisioterápicas desarrolladas a través de herramientas de realidad virtual en el tratamiento del equilibrio y control postural de las personas con esclerosis múltiple. [Tesis de posgrado]. Universidad de La Coruña. 2017. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/23076>

18. Echevarrena Mut A. Efectos de la Realidad Virtual sobre la mejora del equilibrio en personas con Esclerosis Múltiple. [Tesis de grado]. 2022. Universidad de las Illes Balears. Disponible en: <https://repositori.uib.es/xmlui/handle/11201/159721>

19. Guadamuz Delgado J., Miranda Saavedra M., Mora Miranda N. Actualización sobre neuroplasticidad cerebral. Revista Médica Sinergia. [Internet] 2022. [citado 2023 May 20]; 7(6):e:829. Disponible en: <http://revistamedicasinergia.com>

Conflicto de interés

Los autores no refieren conflicto de interés.

Contribución de los autores

Jessica Carolina Villafuerte Guaraca: participó en la concepción de la investigación, búsqueda de la información, revisión de los datos recopilados, redacción y revisión final del manuscrito.

Urbano Solis Cartas: participó en la concepción de la investigación, búsqueda de la información, revisión de los datos recopilados, redacción y revisión final del manuscrito.

Lisset Urquiza Portilla: participó en la búsqueda de la información, revisión de los datos recopilados y revisión final del manuscrito.