TESINA

Presentada para acceder al título de grado

de la carrera de

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

Equinoterapia simulada mediante el uso de Realidad Virtual aplicada en niños y adolescentes con Parálisis Cerebral

Autores:

Ferreyra, Dafne Antonella. IUGR-10000

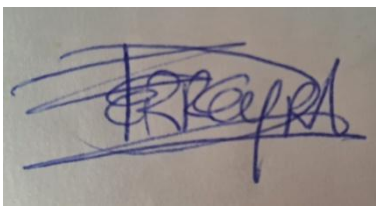
Navailles, Marcos Gabriel. IUGR-10051

Director/a:

Lic. Ramis, Cecilia Gisela

Fecha de Presentación: 30/10/2024

Firma/s de Autor/es



RESUMEN

Introducción: la parálisis cerebral es un trastorno neuromotor que afecta el desarrollo del movimiento y la postura, causando limitaciones en las actividades diarias. Por otra parte, la equinoterapia consiste en una técnica terapéutica que se realiza con la monta a caballo, cuyo objetivo es la rehabilitación de trastornos físicos y emocionales, y la misma ha demostrado ser beneficiosa para pacientes con parálisis cerebral.

Sin embargo, la hipoterapia puede tener potenciales riesgos asociados con el manejo del caballo y accesibilidad limitada por costos elevados e inconvenientes en la logística. Como alternativa, la equinoterapia asistida a través de simuladores de realidad virtual se presenta como una opción factible.

Objetivo general: examinar la efectividad de la equinoterapia convencional y simulada con realidad virtual en la rehabilitación de niños y adolescentes con parálisis cerebral, a través de un análisis de la evidencia científica disponible.

Metodología: se realizó un trabajo de revisión bibliográfica de la literatura consultando los artículos publicados en las diferentes bases de datos y que hayan cumplido con los criterios de inclusión y exclusión predeterminados.

Resultados: tanto la terapia asistida con caballos como los simuladores de equitación con realidad virtual ofrecen beneficios significativos para los pacientes con parálisis cerebral, tales como mejoras en la función motora, control postural y el equilibrio.

Conclusión: luego de analizar los artículos científicos y observar los resultados, se puede inferir que la elección entre ambas modalidades va a depender de las circunstancias individuales del paciente, incluyendo su acceso a los caballos y su comodidad con la tecnología. Los resultados de los estudios incluidos respaldan consistentemente la idea de que estas intervenciones pueden ser opciones terapéuticas prometedoras y valiosas dentro de los programas de rehabilitación integral para esta población.

Palabras claves: “cerebral palsy”; “equine-assisted therapy”; “virtual reality”; “postural balance”; “motor function”.

ÍNDICE……..1

I. INTRODUCCIÓN…….3

II. OBJETIVOS……5

II.a Objetivo general……5

II. b Objetivos específicos…….5

II.c Hipótesis alternativa y nula……5

III. MARCO TEÓRICO……...7

III.a Fundamentos teóricos sobre parálisis cerebral……..7

III.b Fundamentos de equinoterapia……8

III.b.1 Mecanismos neurofisiológicos del movimiento del caballo...8

III.c Realidad virtual como herramienta de rehabilitación……..…….9

III.c.1 Características de los sistemas de realidad virtual……..…10

III.c.2 Aplicaciones potenciales de la realidad virtual……10

IIIc.3 Aplicación en Parálisis Cerebral…….11

IIIc.4 Simuladores de equitación con realidad virtual…….11

III.c.5 Conclusión……..12

IV. JUSTIFICACIÓN…….……...13

V. METODOLOGÍA…….....14

V.a Tipo de estudio……..……..14

V.b Bases de datos consultadas……..……14

V.c Palabras clave y términos de búsqueda utilizados……..……14

V.d Estrategia y combinaciones de búsqueda……..……..……15

V.e Criterios de inclusión de estudios……..……..16

V.f Criterios de exclusión de estudios……16

VI. RESULTADOS……18

VI.a Diagrama de flujo……..….18

VI.b Tabla 1: diseño de los estudios incluidos……..…20

VI.c Tabla 2: resumen de los estudios incluidos……..……21

VI.d Cuadro 1: porcentaje de estudios que reportan mejoras en las variables señaladas……42

VI.e Gráfico de torta…….……43

VII. DISCUSIÓN…….…...44

VIII. CONCLUSIONES…….…….. 49

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS……...…52

I. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral es la patología asociada a discapacidad más común en los niños, y alrededor de 17 millones de personas en el mundo la padecen. Esta entidad constituye un grupo de trastornos del desarrollo, del movimiento y de la postura, con limitación de la actividad como resultado de una lesión en el cerebro del feto, durante el parto o en los primeros dos años de vida. Se considera un trastorno difuso, ya que las estructuras cerebrales están en formación; es progresivo porque la clínica puede avanzar e incluso empeorar, y es no evolutivo debido a que la lesión cerebral no evoluciona ni cambia.

Presenta una gran diversidad de problemas asociados, dentro de los cuales se destaca el inadecuado procesamiento de los circuitos corticoespinales y somatosensoriales. Esto trae como consecuencia la aparición de déficit visual y/o auditivo, convulsiones, problemas en las funciones cognitivas superiores, conductuales y emocionales, debilidad, espasticidad y/o disminución de la actividad muscular. Asimismo, indirectamente, se pueden manifestar otras dificultades, como trastornos del sueño, autismo, disfagia, alteraciones gastrointestinales, del lenguaje, respiratorias y/u orales. Cabe destacar que esta patología no solo afecta el desarrollo típico de los niños o adolescentes que la padecen, sino que también se ve influenciada por las condiciones socioeconómicas del contexto familiar, las cuales juegan un papel importante en las posibilidades de abordaje y tratamiento de dichos pacientes.

Aunque no existe una cura, diversas intervenciones terapéuticas buscan mejorar la función motora y la calidad de vida de estos niños o adolescentes. Entre estas, la equinoterapia ha surgido como un enfoque prometedor que aprovecha el movimiento rítmico y multidimensional del caballo para estimular respuestas posturales y promover la neuroplasticidad.

La equinoterapia es una forma de terapia física, ocupacional y del habla en la que un terapeuta utiliza los movimientos característicos de un caballo para proporcionar información motora y sensorial cuidadosamente graduada. Se establece una base para mejorar la función neurológica y el procesamiento sensorial, que se puede generalizar a una amplia gama de actividades diarias. La aplicación de la equinoterapia como tratamiento en estos pacientes mejora la estabilidad postural, aumenta las entradas sensoriales, disminuye el tono muscular, incrementa el rango de movimiento, facilita la sinergia muscular, mejora las actividades de los músculos posturales y masticatorios y potencia la función del lenguaje.

En contraste con lo mencionado, se debe tener en cuenta que, para poder llevar a cabo este tipo de terapias, es necesario contar con los recursos económicos adecuados, acceder a un equipo de trabajo especializado, poseer disponibilidad horaria, movilidad adecuada y los medios necesarios para sostener este abordaje en el tiempo. Muchas veces, la distancia y el clima interfieren desfavorablemente en la continuidad de la terapia, y, además, algunos pacientes son reacios a establecer contacto con caballos reales. De esta manera, surge la idea de utilizar un dispositivo que imite los movimientos tridimensionales del patrón del andar del caballo. La realidad virtual emerge como una herramienta prometedora para simular la experiencia de la equinoterapia en un entorno seguro, controlado y accesible.

La realidad virtual es un dispositivo que utiliza un sistema informático para generar, en tiempo real, representaciones de la realidad. Estas no son más que ilusiones, ya que se trata de una realidad perceptiva sin ningún soporte físico, que únicamente se da en el interior de los ordenadores. La simulación que realiza puede referirse a escenas, creando un mundo virtual que solo existe en el ordenador, de lugares u objetos que aparecen en la realidad. También permite capturar la voluntad implícita del usuario en sus movimientos naturales, proyectándose en el mundo virtual que se está generando, y llevando a cabo movimientos reales en dicho contexto. La utilización de este medio ayuda a reconocer distintas partes del cuerpo, consiguiendo corregir la propia postura, desarrollar la lateralidad y contribuir a reconstruir un patrón normal de marcha. Esta mejora en la postura física y el tono muscular influye en la seguridad que el paciente tiene sobre sí mismo, mejorando su autoestima y, posiblemente, la tonalidad afectiva con que se enfrenta al mundo.

Los avances recientes en tecnología de realidad virtual han permitido el desarrollo de sistemas de equitación simulada que replican los movimientos y las señales sensoriales de montar a caballo. Estos sistemas podrían ofrecer beneficios similares a la equinoterapia convencional, al tiempo que superan algunas de sus limitaciones prácticas.

Sin embargo, la evidencia sobre la eficacia y viabilidad de la equinoterapia simulada con realidad virtual en la parálisis cerebral aún es limitada. En función de lo expresado anteriormente, surge el siguiente interrogante: ¿en qué medida es factible la implementación de realidad virtual que simule los beneficios de la equinoterapia para la habilitación motora, cognitiva y sensorial en niños y adolescentes con diagnóstico de Parálisis Cerebral?

II. OBJETIVOS

II. a Objetivo general

El objetivo general de esta revisión bibliográfica es examinar la efectividad de la equinoterapia convencional y simulada con realidad virtual en la rehabilitación de niños y adolescentes con parálisis cerebral, a través de un análisis de la evidencia científica disponible.

II. b Objetivos Específicos

1. Identificar y evaluar los efectos de la equinoterapia convencional y simulada en la función motora, el control postural, el equilibrio y la marcha en niños y adolescentes con parálisis cerebral.
2. Analizar las diferencias entre el tratamiento mediante la equinoterapia convencional y simulada.
3. Evaluar las ventajas y desventajas del tratamiento mediante la equinoterapia convencional y simulada.
4. Identificar los aspectos débiles en relación a la evidencia analizada sobre equinoterapia simulada.

II. c Hipótesis alternativa y nula

La hipótesis alternativa de esta revisión postula que la equinoterapia, tanto en su forma convencional con caballos reales como en su forma simulada con realidad virtual, es una intervención efectiva para mejorar la función motora, el control postural y el equilibrio en niños y adolescentes con parálisis cerebral. Se espera que los estudios incluidos demuestren mejoras estadísticamente significativas y clínicamente relevantes en medidas estandarizadas de función motora gruesa, control postural, equilibrio y marcha, en comparación con las evaluaciones previas a la intervención o con grupos de control que reciben otras terapias o ninguna intervención.

Además, se plantea que la equinoterapia simulada con realidad virtual puede producir beneficios terapéuticos comparables a los de la equinoterapia convencional, al tiempo que ofrece ventajas adicionales como mayor accesibilidad, menor costo y un entorno más controlado. Se espera que los estudios que comparan directamente estas dos modalidades no encuentren diferencias significativas en las medidas de resultado primarios, lo que respaldaría la viabilidad y eficacia de la equinoterapia simulada como una alternativa o complemento al tratamiento convencional.

Por otro lado, la hipótesis nula afirma que la equinoterapia, ya sea convencional o simulada, no tiene un efecto significativo sobre la función motora, el control postural y el equilibrio en niños con parálisis cerebral. Bajo esta hipótesis, se espera que los estudios incluidos en la revisión no muestran diferencias estadísticamente significativas o clínicamente relevantes en las medidas de resultado entre las evaluaciones previas y posteriores a la intervención, o entre los grupos de intervención y control.

Además, la hipótesis nula sugiere que la equinoterapia simulada con realidad virtual no es más efectiva o viable que la equinoterapia convencional o que otras terapias estándar. Se espera que los estudios que comparan estas modalidades no encuentren diferencias significativas en las medidas de resultado, lo que indicaría que la equinoterapia simulada no ofrece beneficios adicionales o superiores a las alternativas existentes.

Es importante destacar que la ausencia de diferencias estadísticamente significativas no implica necesariamente que la equinoterapia sea ineficaz, sino que las mejoras observadas podrían deberse al azar, a efectos placebo o a otros factores no relacionados con la intervención específica. La evaluación de la evidencia a través de esta revisión bibliográfica permitirá determinar si se puede rechazar la hipótesis nula y respaldar la hipótesis alternativa de la efectividad de la equinoterapia, tanto convencional como simulada, en la parálisis cerebral.

III. MARCO TEÓRICO

III.a Fundamentos teóricos sobre parálisis cerebral

La parálisis cerebral comprende un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, asociados con lesiones no progresivas en el cerebro en desarrollo durante la etapa fetal o infantil temprana (1). Aunque las lesiones cerebrales no progresan, las manifestaciones clínicas pueden evolucionar con el crecimiento y desarrollo (2). Es la causa más común de discapacidad física en la infancia, con una prevalencia global de 2-3 casos por cada 1000 nacidos vivos (3).

Se clasifica según el tipo de trastorno motor predominante en espástica, atetoide, atáxica o mixta. La forma espástica es la más frecuente, representando un 70-80% de los casos, y se caracteriza por hipertonía y reflejos exagerados. Según la distribución topográfica, la parálisis cerebral espástica puede ser unilateral (hemiplejía) o bilateral (diplejía, cuadriplejía) (4).

Las causas de la parálisis cerebral son multifactoriales y pueden incluir infecciones congénitas, asfixia perinatal, prematuridad, bajo peso al nacer, lesiones cerebrales traumáticas o vasculares, y malformaciones cerebrales, aunque en algunos casos no se identifica una causa específica (5,6). Las manifestaciones clínicas incluyen alteraciones del tono muscular, debilidad, trastornos de postura y equilibrio, movimientos involuntarios, y deficiencias sensoriales y perceptivas, frecuentemente acompañadas de comorbilidades como epilepsia, discapacidad intelectual, problemas visuales o auditivos, y dificultades en la alimentación (7). Estas limitaciones afectan actividades diarias como la movilidad, el autocuidado y el juego, impactando significativamente la calidad de vida del niño y su familia (8).

El diagnóstico se basa en la evaluación clínica, complementada con estudios de neuroimagen, electroencefalografía y pruebas genéticas en casos seleccionados (9). Es esencial un seguimiento continuo para adaptar las intervenciones terapéuticas a las necesidades cambiantes del niño (10).

El tratamiento requiere un abordaje multidisciplinario centrado en optimizar la función, prevenir complicaciones y mejorar la calidad de vida. Las estrategias incluyen fisioterapia, terapia ocupacional, fonoaudiología, tecnologías de asistencia, medicamentos para la espasticidad y, en algunos casos, cirugías ortopédicas (10).

También se destacan intervenciones como la equinoterapia, que contribuye al desarrollo del equilibrio, la postura y la coordinación.

Es fundamental la colaboración entre los profesionales implicados en el manejo del niño, incluyendo especialistas en rehabilitación pediátrica, terapeutas ocupacionales, instructores de equinoterapia y proveedores de tecnología como la realidad virtual. Esta coordinación asegura la integración de las intervenciones y el ajuste continuo del plan terapéutico.

El apoyo a las familias es esencial. Los cuidadores necesitan información, orientación y soporte emocional para afrontar los desafíos asociados. Su empoderamiento y participación activa facilitan la adherencia al tratamiento y potencian la generalización de los logros terapéuticos en el entorno natural (11). La inclusión social y la promoción de la resiliencia son claves para el bienestar a largo plazo (12).

Finalmente, es crucial adoptar un enfoque integral que incluya la equinoterapia y otras intervenciones basadas en la evidencia dentro de un continuo de atención centrado en la persona. Este paradigma, fundamentado en los derechos humanos, debe abordar las barreras que limitan la inclusión plena y promover la participación activa en la sociedad de los niños con parálisis cerebral y sus familias.

III.b Fundamentos de equinoterapia

La equinoterapia, o terapia asistida con caballos, utiliza el movimiento del caballo como herramienta terapéutica para mejorar el control postural, el equilibrio, la marcha y la función motora en personas con discapacidades neuromotoras, como la parálisis cerebral (13). El movimiento tridimensional y rítmico del caballo simula los patrones de marcha humana, proporcionando estímulos sensoriales y motores que activan los sistemas propioceptivo, vestibular y táctil (14).

Este movimiento induce ajustes posturales en el jinete, exigiendo la activación de músculos posturales como los abdominales y paraespinales, lo que contribuye al fortalecimiento muscular y la mejora del equilibrio (15). Además, el entorno natural y la interacción con el caballo generan beneficios psicológicos, como mayor autoestima, confianza y motivación (16).

III.b.1 Mecanismos neurofisiológicos del movimiento del caballo

Los efectos terapéuticos de la equinoterapia se explican por varios mecanismos:

1. Estimulación sensorial: la entrada sensorial rítmica y repetitiva mejora la integración propioceptiva, vestibular y táctil (17).
2. Facilitación neuromuscular: regula el tono muscular, promueve la coordinación y mejora los patrones de movimiento (18).
3. Fortalecimiento muscular: mantiene el equilibrio sobre el caballo activo y fortalece los músculos posturales (19).
4. Entrenamiento del equilibrio: las perturbaciones del centro de gravedad intensifican las reacciones posturales y mejoran la estabilidad (20)
5. Neuroplasticidad: la repetición de estímulos sensoriales y motores favorece la reorganización neuronal y el aprendizaje motor (21).

Diversos estudios destacan los siguientes beneficios en niños y adolescentes con parálisis cerebral:

1. Mejora de la función motora gruesa (13,20).
2. Mejor control postural y alineación del tronco (14).
3. Incremento de la fuerza muscular (19).
4. Mejora del equilibrio estático y dinámico (22).
5. Patrones de marcha más eficientes (18).
6. Mayor flexibilidad y rango articular (23).
7. Reducción de la espasticidad (24).
8. Mejoras en la coordinación y planificación motora (21).
9. Beneficios emocionales, como mayor motivación y autoestima (16).

Aunque la equinoterapia muestra resultados prometedores, se requiere más investigación de alta calidad para confirmar su eficacia y refinar sus protocolos (25). Es fundamental integrarla en un plan de rehabilitación multidisciplinario, junto con otras estrategias terapéuticas, para abordar de manera integral las necesidades de cada paciente (7).

III.c Realidad virtual como herramienta de rehabilitación

La realidad virtual es una tecnología que permite crear entornos tridimensionales interactivos y simulados por computadora en los que el usuario puede sumergirse e interactuar usando dispositivos especializados como cascos, guantes o sensores de movimiento (26). En las últimas décadas, la realidad virtual ha ganado un creciente

interés como herramienta terapéutica en el campo de la rehabilitación neurológica (27).

III.c.1 Características de los sistemas de realidad virtual

Los sistemas de realidad virtual se caracterizan por:

1. Inmersión: creación de un entorno virtual en el que el usuario experimenta una sensación de presencia (28).
2. Interactividad: permite la manipulación en tiempo real de objetos virtuales a través del movimiento corporal o dispositivos de entrada (29).
3. Retroalimentación multimodal: provisión de estímulos visuales, auditivos, táctiles y propioceptivos sincronizados para enriquecer la experiencia sensorial (30).
4. Adaptabilidad: permite ajustar la simulación según las necesidades individuales del usuario (31).

Estas características hacen que la realidad virtual sea eficaz en neurorrehabilitación, ofreciendo entornos controlados para practicar habilidades motoras, cognitivas y funcionales (29).

III.c.2 Aplicaciones potenciales de la realidad virtual

Las aplicaciones más relevantes de la realidad virtual incluyen:

1. Entrenamiento de equilibrio y marcha**:** creación de escenarios interactivos que desafían la estabilidad y las reacciones posturales (32).
2. Rehabilitación de extremidades superiores: práctica repetitiva de tareas motoras con retroalimentación en tiempo real (33,34).
3. Terapia cognitiva y perceptiva: entrenamiento de habilidades cognitivas como atención y memoria mediante tareas adaptadas (31,35).
4. Entrenamiento en actividades diarias: simulación de escenarios cotidianos para mejorar habilidades funcionales (36,37).
5. Manejo del dolor y ansiedad: técnicas inmersivas para reducir la percepción del dolor y la ansiedad (38,39).

Aunque la evidencia sobre la realidad virtual en neurorrehabilitación está en desarrollo, los estudios preliminares muestran resultados positivos en diversas condiciones como

accidente cerebrovascular (27), lesión cerebral traumática (40), enfermedad de Parkinson (41) y parálisis cerebral (42).

III.c.3 Aplicación en parálisis cerebral

En parálisis cerebral, algunos estudios han mostrado que los sistemas de realidad virtual mejoran la función motora, el equilibrio y la marcha. Un estudio piloto indicó que un programa de realidad virtual de 8 semanas mejoró significativamente la función motora y el equilibrio en niños con diplejía espástica, en comparación con la fisioterapia convencional (43). Otro ensayo controlado aleatorizado encontró que el uso de realidad virtual junto con terapia física convencional mejoró la destreza manual, la fuerza de agarre y la calidad de la marcha en niños con parálisis cerebral hemipléjica (42).

Aunque estos hallazgos son prometedores, aún se necesitan más estudios rigurosos con muestras grandes y medidas de resultado estandarizadas para confirmar la eficacia de la realidad virtual en esta población (42,44). Además, es fundamental considerar la aceptabilidad, viabilidad y seguridad de las intervenciones de realidad virtual en niños con discapacidad (45), aunque algunos estudios sugieren que estos niños encuentran las experiencias de realidad virtual motivadoras y desafiantes (46,47).

III.c.4 Simuladores de equitación con realidad virtual

Los simuladores de equitación mediante realidad virtual combinan los beneficios de la hipoterapia y la tecnología de realidad virtual, utilizando una plataforma robótica que reproduce los movimientos del caballo y se sincroniza con un entorno virtual (19,48). Estos sistemas podrían ofrecer ventajas como mayor accesibilidad, control sobre la intervención y retroalimentación en tiempo real (19).

Estudios preliminares sobre estos simuladores en niños con parálisis cerebral han mostrado mejoras en el control del tronco, la simetría muscular y la función motora (48,49). Sin embargo, la evidencia sigue siendo limitada, y se necesitan más ensayos controlados aleatorizados con muestras más grandes y protocolos estandarizados (19).

III.c.5 Conclusión

La realidad virtual tiene un gran potencial en la rehabilitación de niños con parálisis cerebral, ofreciendo entornos interactivos y personalizados para entrenar habilidades motoras y cognitivas (29,31). Los simuladores de equitación con realidad virtual presentan una aplicación prometedora que combina los beneficios de la hipoterapia con la tecnología de realidad virtual, aunque se requiere más investigación para validar su eficacia (19,49). La exploración de esta intervención innovadora en la rehabilitación de la parálisis cerebral es un área clave de futuro desarrollo (42,44).

IV. JUSTIFICACIÓN

La parálisis cerebral es la principal causa de discapacidad motora en la infancia, con una prevalencia de 2-3 por cada 1000 nacidos vivos. Estos niños y adolescentes enfrentan múltiples desafíos en su función motora, equilibrio y participación en actividades diarias, lo que impacta significativamente en su calidad de vida y la de sus familias. A pesar de los avances en la atención médica y la rehabilitación, muchos niños y adolescentes con parálisis cerebral no alcanzan su máximo potencial de desarrollo y enfrentan barreras para acceder a terapias especializadas.

En este contexto, existe una necesidad crítica de intervenciones terapéuticas efectivas, basadas en evidencia y accesibles, que puedan mejorar los resultados y la calidad de vida de estos pacientes. La equinoterapia ha demostrado ser una opción prometedora, con estudios que sugieren beneficios en la función motora gruesa, el equilibrio y la simetría muscular. Sin embargo, la equinoterapia convencional también presenta desafíos de accesibilidad, costo y seguridad que pueden limitar su aplicabilidad en ciertos contextos.

La realidad virtual ofrece una alternativa para superar estas barreras y hacer que los beneficios de la equinoterapia sean más ampliamente disponibles. Los sistemas de equitación simulada pueden proporcionar una experiencia terapéutica inmersiva y personalizable en un entorno seguro y controlado. Además, la realidad virtual permite la recopilación de datos objetivos sobre el rendimiento y el progreso del paciente, lo que puede informar las decisiones clínicas y la planificación del tratamiento.

Sin embargo, aún se necesita evidencia sólida sobre la eficacia y viabilidad de la equinoterapia simulada con realidad virtual en comparación con la equinoterapia convencional. Los resultados de ambas modalidades pueden tener implicaciones significativas para la práctica clínica, la asignación de recursos y las políticas de salud relacionadas con la rehabilitación pediátrica.

En resumen, esta revisión bibliográfica tiene como fin recaudar la información disponible para poder examinar la efectividad de la equinoterapia convencional y simulada en la rehabilitación de niños con parálisis cerebral.

V. METODOLOGÍA

V.a Tipo de estudio:

Esta investigación consistió en una revisión bibliográfica sobre la efectividad de la equinoterapia convencional y la equinoterapia simulada mediante realidad virtual en niños y adolescentes con parálisis cerebral.

V.b Bases de datos consultadas

Para la búsqueda y selección de los estudios relevantes, se consultaron las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed, Biblioteca Virtual en Salud, Cochrane Library y Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología (Mincyt).

V.c Palabras clave y términos de búsqueda utilizados

Para llevar a cabo la estrategia de búsqueda se utilizaron los siguientes términos MeSH, DeCS y Palabras Clave:

#	MeSh	DeCS	Palabras Clave
1	Equine-Assisted Therapy	Hipoterapia	Equinoterapia
2	Cerebral Palsy	Parálisis Cerebral	Parálisis Cerebral
3	Virtual Reality	Realidad Virtual	Realidad Virtual
4	-	-	Horse riding simulator
5	Spastic Diplegia	Parálisis Cerebral	Parálisis Cerebral
6	Postural Balance	Equilibrio Postural	Equilibrio Postural

7	-	-	Hippotherapy
8	-	-	Motor Function
9	Gait	Marcha	Marcha
10	Rehabilitation	Rehabilitación	Rehabilitación
11	Gait Analysis	Análisis de la Marcha	Análisis de la Marcha
12	Quality of Life	Calidad de Vida	Calidad de Vida
13	-	-	Physical Therapy
14	-	-	Pediatric Neurology
15	-	-	Therapeutic Intervention

V.d Estrategia y combinaciones de búsqueda

A continuación, se muestran las combinaciones de las cuales se obtuvieron los resultados:

Búsqueda	**Combinaciones**
#1	1 AND 2
#2	1 AND 4
#3	3 AND 5
#4	3 AND (1 OR 5)
#5	3 AND (4 OR 5)

#6	2 AND (1 OR 5)
#7	2 AND (3 OR 4)
#8	(2 OR 5) AND (3 OR 4)
#9	(2 OR 5) AND (10 OR 15)
#10	(2 OR 5) AND (6 OR 8 OR 11)
#11	(1 OR 7) AND (3 O 4)
#12	(1 OR 7) AND (10 OR 15)
#13	(1 OR 7) AND (6 OR 8 OR 11)

V.e Criterios de inclusión de estudios

Los criterios de inclusión para los estudios fueron:

1. Diseño: ensayos controlados aleatorios, estudios cuasiexperimentales, estudios de cohorte o estudios de caso, estudios observacionales, estudios descriptivos y revisiones tanto sistemáticas como bibliográficas.
2. Población: niños y adolescentes (0-18 años) con diagnóstico de parálisis cerebral.
3. Intervención: equinoterapia convencional (con caballos reales) o equinoterapia simulada mediante sistemas de realidad virtual.
4. Comparación: fisioterapia convencional, otras terapias estándar, ninguna intervención o lista de espera.
5. Resultados: medidas de función motora gruesa, control postural, equilibrio, marcha u otras variables relacionadas con la discapacidad.
6. Idioma: estudios publicados en inglés o español.
7. Fecha de publicación: estudios publicados hasta mayo de 2023, sin restricción de fecha inicial.

V.f Criterios de exclusión de estudios

1. Diseño: fuentes de datos poco fiables o no verificables, uso de métodos no estandarizados o no validados para recolección o análisis de datos estudios, sesgos evidentes sin medidas para mitigarlos, estrategia de búsqueda no

sistemática o sin evaluación crítica en revisiones. y estudios de caso único sin controles.

2. Población: participantes fuera del rango etario (0-18 años).
3. Intervención: estudios que utilicen intervenciones distintas a la equinoterapia convencional o simulada (por ejemplo, equinoterapia adaptada a otro tipo de animales o terapias no relacionadas).
4. Comparación: estudios que no incluyan una comparación válida (por ejemplo, intervenciones sin control o comparadores).
5. Resultados: investigaciones que no reporten resultados relacionados con función motora gruesa, control postural, equilibrio, marcha o variables específicas de discapacidad.
6. Idioma: estudios publicados en idiomas distintos al inglés o español.
7. Fecha de publicación: investigaciones publicadas después de mayo de 2023.

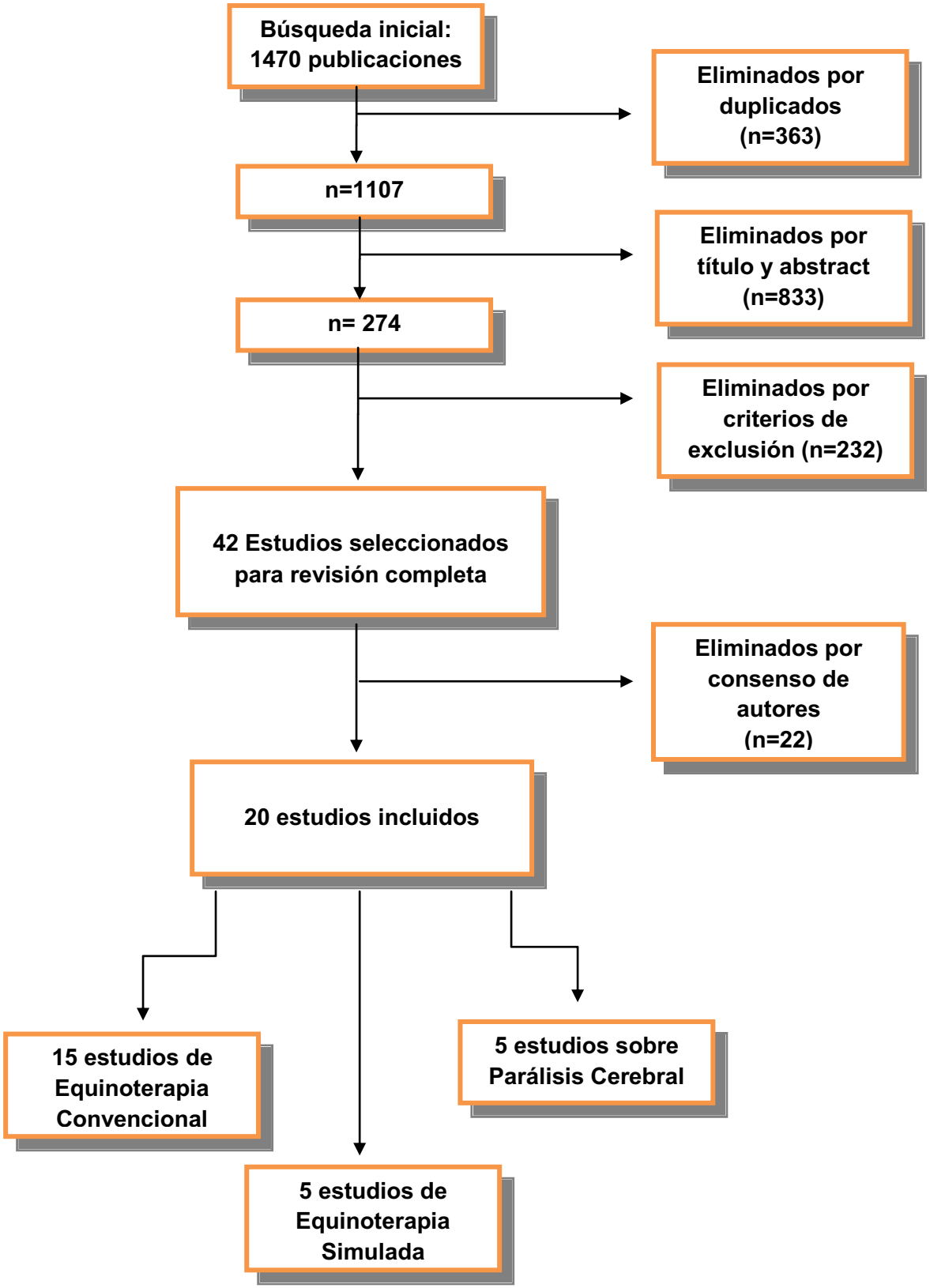
El proceso de selección de estudios se realizó en dos etapas. Primero, se revisaron los títulos y resúmenes de todas las publicaciones identificadas en la búsqueda para descartar aquellas claramente irrelevantes. Luego, se obtuvieron y revisaron los textos completos de los estudios potencialmente elegibles para evaluar su cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión. Este proceso fue realizado de forma independiente por dos revisores, resolviendo cualquier discrepancia mediante consenso o consulta con un tercer revisor.

Los estudios seleccionados se clasificaron en función de su enfoque en parálisis cerebral, el tipo de intervención implementada (ya sea equinoterapia convencional o simulada) y las variables de resultado analizadas. En los casos en que fue factible, se llevaron a cabo comparaciones descriptivas para evaluar las diferencias en los efectos de ambas modalidades de intervención.

VI. RESULTADOS

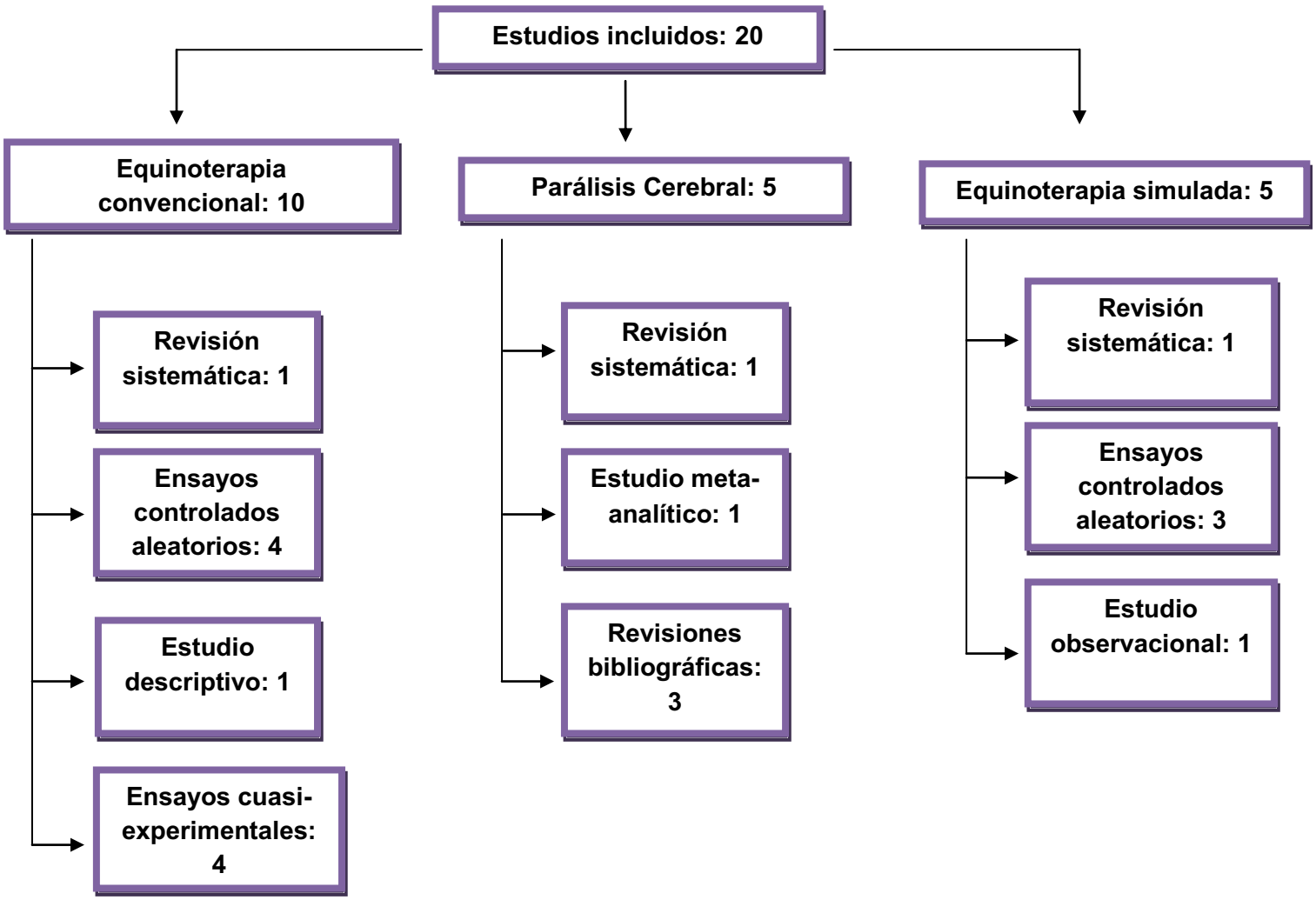
VI.a Diagrama de flujo

El diagrama de flujo a continuación muestra los pasos clave realizados para la obtención de los resultados:


Búsqueda inicial: 1470 publicaciones
Eliminados por duplicados (n=363)
n=1107
Eliminados por título y abstract (n=833)
n= 274
Eliminados por criterios de exclusión (n=232)
42 Estudios seleccionados para revisión completa
Eliminados por consenso de autores (n=22)
20 estudios incluidos
15 estudios de Equinoterapia Convencional
5 estudios sobre Parálisis Cerebral
5 estudios de Equinoterapia Simulada

VI.b Tabla 1: diseño de los estudios incluidos

El siguiente cuadro presenta el diseño de los 20 estudios incluidos en la investigación, organizados en tres secciones principales: equinoterapia convencional, parálisis cerebral y equinoterapia simulada. Cada categoría detalla los tipos de análisis realizados:



.

VI.c Tabla 2: resumen de los estudios incluidos

Autor y año	Intervención	Variables	Tipo de Estudio	Población	Resultados
Ashwal, S., Russman, B. S., Blasco, P. A., Miller, G., Sandler, A., Shevell, M., & Stevenson, R. 2004	Parámetros de evaluación diagnóstica del niño con parálisis cerebral.	**Historia clínica del paciente. Estudios de imagen. Evaluación neurológica. Pruebas metabólicas y genéticas. Evaluación Funcional: Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS). Factores adicionales.**	Revisión bibliográfica.	Niño con sospecha de Parálisis Cerebral.	Se recomienda el uso de neuroimagen (preferiblemente con resonancia magnética) para detectar anormalidades cerebrales y establecer un diagnóstico y pronóstico. Los estudios metabólicos y genéticos no deben ser rutinarios, pero podrían ser considerados si no se encuentran anomalías específicas. Además, se debe realizar un cribado para detectar déficits asociados, como discapacidad intelectual, problemas visuales, auditivos y de lenguaje.
Benda, W., McGibbon, N. H., & Grant, K. L.	Grupo experimental: 8 min de	**Simetría muscular:** se realizó una electromiografía de	Grupo control pretest/postest.	Quince (15) niños de 4 a 12 años de edad con	Después de la hipoterapia, se observó una mejora significativa en la simetría de la actividad muscular

2003	hipoterapia. Grupo control: 8 min de horcajadas sobre un barril fijo.	superficie remota (EMG) para medir la actividad muscular del tronco y la parte superior de las piernas durante las tareas de sentarse, estar de pie y caminar antes y después de cada intervención.		diagnóstico de Parálisis Cerebral Espástica.	en aquellos grupos musculares que mostraban la mayor asimetría antes de la hipoterapia. No se observó ningún cambio significativo después de sentarse a horcajadas sobre un barril.
Bertoti, D. B. 1988	Programa de equinoterapia terapéutica, en el cual los niños participaron en sesiones montando caballos para mejorar su postura.	**Postura**: la evaluación de la postura fue realizada por un panel de tres fisioterapeutas pediátricos, utilizando una escala de evaluación postural diseñada por el autor. Se calculó una puntuación compuesta para cada	Estudio cuasi-experimental.	Once (11) niños con diagnóstico de Parálisis Cerebral espástica moderada a severa, de 2 años 4 meses a 9 años 6 meses.	Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los tres intervalos de prueba con una mejora significativa que se produjo durante el período de equitación terapéutica. También se observaron mejoras clínicas en el tono muscular y el equilibrio, como lo demuestra la mejora de las habilidades funcionales. Estos resultados constituyen la primera medida objetiva que respalda la

		intervalo de prueba para cada niño, y se calculó una puntuación media para todo el grupo en cada intervalo de prueba. Los datos se analizaron utilizando una prueba de Friedman, asumiendo un nivel alfa de 0.5.			eficacia de la equitación terapéutica en la postura en niños con parálisis cerebral.
Borges, L. R., Werneck, M. J., & Silva, P. O. 2011	Grupo experimental: sesiones que utilizaban un simulador (RS). Grupo control: sesiones de fisioterapia convencional.	**Control postural de los niños en posición sentada:** se utilizó el equipo FScan/Fmat para registrar el desplazamiento máximo en dirección anteroposterior (AP) y mediolateral (ML) con los niños en posición	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	Cuarenta (40) niños con diplejía espástica.	La comparación entre grupos reveló una mejoría estadísticamente significativa post intervención tanto en dirección AP ($p<0,0001$) como en dirección ML ($p<0,0069$) en el grupo RS.

		sentada. En la etapa pre y post intervención ambos grupos fueron clasificados según el Gross Motor Function Classification System (GMFCS) y, después de la intervención, mediante el cuestionario AUQEI (Autoquestionnaire Qualité de vie Enfant Image).			
Bronson, C., Brewerton, K., Ong, J., Palanca, C., & Sullivan, S. J. 2010	Personas con Esclerosis Múltiple sometidas a intervención con hipoterapia con el objetivo de mejorar el equilibrio.	**Equilibrio:** escala de equilibrio de Berg	Revisión sistemática.	Pacientes con diagnóstico de Esclerosis Múltiple.	Todos los estudios examinados en esta revisión fueron de casos y controles o de series de casos. En conjunto, los tres estudios informaron mejoras en el equilibrio. Las puntuaciones de la Escala de equilibrio de Berg antes y después de la prueba en dos estudios

					revelaron que la EM progresiva primaria mostró la mayor cantidad de cambios después de la hipoterapia en comparación con otros subtipos de EM.
Casady, R. L., & Nichols-Larsen, D. S. 2004	Los sujetos recibieron hipoterapia una vez por semana durante 10 semanas entre la prueba previa 2 y la prueba posterior 1.	**Desempeño motor funcional:** dos pruebas previas y dos pruebas posteriores realizadas con 10 semanas de diferencia utilizando el Inventario de Evaluación Pediátrica de Discapacidad (PEDI) y la Medida de Función Motora Gruesa (GMFM) como medidas de resultados.	Diseño cuasi-experimental.	10 (diez) niños con diagnóstico de Parálisis Cerebral de edades entre 2,3 y 6,8 años (media 4,1 años ± 1,7).	El análisis de varianza unidireccional de las puntuaciones medias de los grupos con medidas repetidas fue significativo ($p < 0,05$) para todas las subescalas del PEDI y todas las dimensiones del GMFM, excepto la de acostado/rodando. Los análisis post hoc con la prueba de Tukey para diferencias significativas honestas en las medidas totales del PEDI y del GMFM, así como en las subpruebas de gateo del GMFM y de habilidades sociales del PEDI, fueron estadísticamente significativos entre la prueba previa 2 y la prueba posterior 1.

Chen, Y., Lee, H., & Wu, T. 2018	Grupo 1: sesiones de terapia utilizando dispositivos de realidad virtual. Grupo control: se utilizaron métodos de rehabilitación convencionales.	**Desempeño motor funcional**: se midió utilizando escalas estandarizadas para evaluar las habilidades motoras funcionales de los niños, tales como la Escala de Desempeño Motor Funcional (GMFM). **Equilibrio:** El equilibrio fue evaluado utilizando instrumentos como la Escala de Equilibrio de Berg (BBS) y el Test de Equilibrio Pediátrico (Pediatric Balance Scale - PBS).	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	Niños con diagnóstico de Parálisis Cerebral menores de 16 años.	Los niños que participaron en la intervención de realidad virtual mostraron mejoras significativas en su capacidad para realizar tareas motoras funcionales, como caminar y moverse, en comparación con el grupo control. Esto sugiere que la realidad virtual puede ser una herramienta efectiva para mejorar las habilidades motoras en niños con parálisis cerebral. También se observó una mejora en el equilibrio de los niños que recibieron la intervención de realidad virtual. Estos niños tuvieron un mejor desempeño en pruebas de equilibrio estático y dinámico en comparación con los niños del grupo control.
Davis, E., Davies, B., Wolfe, R.,	Grupo experimental:	**Función motora gruesa**: medida de la	Ensayo clínico controlado	Noventa y nueve (99) niños de 4 a	En el análisis de covarianza, no hubo diferencias estadísticamente

Raadsveld, R., Heine, B., Thomason, P., & Graham, H. K. 2009	programa terapéutico de 10 semanas; 26 varones, 24 mujeres; edad media de 7 años y 8 meses [DE 2 años y 5 meses]. Grupo control: actividades habituales, 27 varones, 22 mujeres; edad media de 8 años y 2 meses [DE 2 años y 6 meses].	función motora gruesa [GMFM]. **Estado de salud**: cuestionario de salud infantil [CHQ]. **Calidad de vida:** CP QoL-Child, KIDSCREEN).	aleatorizado.	12 años sin experiencia previa en equitación y con diversos niveles de discapacidad.	significativas en GMFM, CP Resultados de QoL-Child (informe de los padres y autoinforme del niño) y de CHQ (excepto cohesión familiar) entre el grupo de intervención y el grupo de control después del período de estudio de 10 semanas, pero hubo evidencia débil de una diferencia para KIDSCREEN (informe de los padres). Este estudio sugiere que la equitación terapéutica no tiene un impacto clínicamente significativo en los niños con parálisis cerebral. Sin embargo, no se puede descartar un efecto menor y la ausencia de evidencia podría explicarse por una falta de sensibilidad de los instrumentos, ya que aún no se ha demostrado que las medidas de calidad de vida y salud sean sensibles al cambio en los niños

					con parálisis cerebral.
Debuse, D., Chandler, C., & Gibb, C. 2009	Establecer mediante la opinión de fisioterapeutas los efectos percibidos sobre la hipoterapia y su medición en personas con Parálisis Cerebral.	**Opiniones de los fisioterapeutas alemanes y británicos sobre los efectos de la hipoterapia y su medición**: a través de un cuestionario dirigido.	Estudio descriptivo.	Fisioterapeutas y personas con diagnóstico de Parálisis Cerebral.	Los resultados destacaron diferencias considerables en cómo se practica la hipoterapia en el Reino Unido en comparación con Alemania. A pesar de ello, el estudio reveló que los encuestados coincidían en los efectos generales percibidos de la hipoterapia en personas con parálisis cerebral, a saber, la regulación del tono muscular, la mejora del control postural y los beneficios psicológicos. Los resultados también indican que se utilizan pocas medidas de resultados para evaluar estos efectos. Se analiza el impacto de estos hallazgos a la luz de la investigación publicada y se hacen sugerencias para futuras investigaciones.
Encheff, E. K.,	Sesiones de	**Función motora**	Estudio cuasi-	Ciento cuarenta y	Los resultados del estudio

Cheung, C., Vogel, L. C., & Angulo-Barroso, R. M. 2012	hipoterapia realizadas durante 8 semanas.	**gruesa**: a través de las escalas GMFM-66**,** GMFM-88. **Equilibrio:** a través de PBS (Escala de equilibrio funcional, evaluando la capacidad de balance en tareas cotidianas).	experimental.	seis (146) niños con parálisis cerebral espástica. La edad media de los participantes fue de 5.78 años y el 56.2% eran niños.	mostraron que el 48.6% de los niños respondieron positivamente a la intervención de hipoterapia, mejorando significativamente sus puntuaciones en el GMFM-66, GMFM-88 y la PBS. Los niños con niveles de GMFCS I y II, así como aquellos con control postural deficiente, tuvieron mayores probabilidades de mostrar mejoras. Los factores como el nivel de GMFCS y las puntuaciones iniciales en GMFM fueron los más influyentes en los resultados positivos.
Ferro, M. A., & Boyle, M. H. 2013	Grupo experimental: niños y adolescentes (abreviado como jóvenes) con una enfermedad	**Autoconcepto**: técnicas metaanalíticas para comparar el autoconcepto.	Estudio meta-analítico.	Personas con enfermedades crónicas.	Se analizaron 60 estudios. En promedio, los jóvenes con una enfermedad crónica tenían un autoconcepto comprometido, d = -0,17 [-0,27, -0,07]. Sin embargo, el tipo de grupo de control ejerció una influencia moderadora que resultó

	crónica. Grupo control: niños y adolescentes sanos.				en hallazgos discrepantes. Los estudios basados en datos normativos informaron un autoconcepto más alto en jóvenes con una enfermedad crónica, d = 0,27 [0,06, 0,47], mientras que los estudios que reclutaron controles sanos informaron un autoconcepto más bajo en jóvenes con una enfermedad crónica, d = -0,25 [-0,34, -0,15].
Hamill, D., Washington, K., White, O., & Buchanan, P. 2007	Programa de hipoterapia semanal de 10 semanas.	**Control postural en sedestación:** se realizó mediante la Escala de Control Postural en Sedestación. **Función motora gruesa:** a través de las escalas GMFM-66**,** GMFM-88.	Estudio cuasi-experimental.	Tres (3) niños de 27 a 54 meses de edad con parálisis cerebral.	La intervención de hipoterapia mejoró significativamente el control postural en sedestación de los niños. Los participantes demostraron una mayor capacidad para mantener una postura erguida, con mejoras en la estabilidad y alineación postural, lo que sugiere que la hipoterapia puede ser eficaz para mejorar el control postural en niños con parálisis cerebral.

Harris, K., & Reid, D. 2005	Observar la influencia de la realidad virtual en la motivación de los niños con Parálisis Cerebral	**Grado de motivación:** se utilizó el Cuestionario Volitivo Pediátrico (PVQ) para medir la motivación de los niños. El PVQ proporciona información sobre los motivos internos de los niños, así como sobre cómo el entorno virtual mejora o atenúa los motivos de los niños. Se seleccionaron al azar nueve entornos de realidad virtual para evaluarlos con el PVQ.	Estudio observacional.	Dieciséis (16) niños con parálisis cerebral de entre 8 y 12 años de edad con diagnóstico de Parálisis Cerebral.	Se analizaron los datos y se calcularon estadísticas descriptivas para los modos y las medianas de las puntuaciones totales de volición para cada entorno de realidad virtual. Los diferentes entornos produjeron distintos niveles de comportamiento volitivo. Las características de los entornos que produjeron niveles más altos de volición incluyeron desafío, variabilidad y competencia.
Hoffman, H. G., Doctor, J. N.,	Grupo experimental:	**Nivel de dolor**: medido utilizando	Ensayo clínico controlado	Dos (2) pacientes adolescentes de 16	Los resultados indicaron que el uso de la realidad virtual redujo

Patterson, D. R., Carrougher, G. J., & Furness, T. A. 2000	intervención mediante realidad virtual. Grupo control: tratamiento estándar.	escala de VAS. **Ansiedad**: a través de Escala de Ansiedad State-Trait Anxiety Inventory (STAI). **Experiencia de inmersión**: mediante un cuestionario de experiencia subjetiva de inmersión o utilizando herramientas como el Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ).	aleatorizado.	y 17 años que experimentan dolor debido a los procedimientos de cuidado de quemaduras.	significativamente el nivel de dolor y ansiedad durante el tratamiento de las quemaduras en comparación con el grupo de control. Los pacientes que participaron en la intervención reportaron una mayor inmersión y distracción, lo que contribuyó a una percepción de menor dolor. La experiencia de inmersión también fue positiva, ya que los pacientes se sintieron más comprometidos y menos ansiosos durante el procedimiento.
Kang, H. K., Jung, J. H., Ryu, H., & Lee, C. H. 2012	Grupo experimental: ejercicio de montar a caballo durante 30	**Equilibrio:** mediante la Escala de Equilibrio de Berg (BBS). **Marcha**: a través de la prueba de caminata	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	Veinte (20) pacientes con ACV.	El grupo experimental mostró mejoras significativas en el equilibrio, la marcha y las AVD después del ejercicio de montar a caballo. Además, el grupo

	minutos por día, 5 días a la semana durante 6 semanas. Grupo control: fisioterapia convencional.	de 10 metros (10MWT). **Actividades de la vida diaria:** Índice de Barthel modificado (MBI)			experimental mostró diferencias significativas en el equilibrio, la marcha y las actividades de la vida diaria en comparación con el grupo de control. [Conclusión] Estos resultados respaldan que el ejercicio de montar a caballo mejora el equilibrio, la marcha y las actividades de la vida diaria en pacientes con accidente cerebrovascular. Este estudio respalda la necesidad de realizar más investigaciones sobre los programas de ejercicio de montar a caballo.
Korzeniewski, S. J., Slaughter, J., Lenski, M., Haak, P., Paneth, N., & Andrews, H. 2008	Establecer la etiología de la Parálisis Cerebral.	**Etiología de la Parálisis Cerebral. Epidemiología. Factores demográficos. Genética. Infecciones.**	Revisión bibliográfica	Niños con Parálisis Cerebral.	La etiología de la parálisis cerebral (PC) es compleja y puede involucrar diversos factores. Aunque la prematuridad y la encefalopatía hipóxico-isquémica son causas bien conocidas, solo una pequeña fracción de los casos es atribuible

		Uso de Sulfato de Magnesio.			directamente a hipoxia perinatal. La genética también juega un papel importante, ya que se han identificado variantes genéticas y síndromes monogénicos asociados con la PC. Además, factores ambientales pueden interactuar con predisposiciones genéticas, contribuyendo al desarrollo de la condición. La resonancia magnética cerebral es crucial para el diagnóstico, mostrando anomalías en el 90% de los casos.
Lechner, H. E., Feldhaus, S., Gudmundsen, L., Hegemann, D., Michel, D., Zäch, G. A., & Knecht, H. 2003	Cada paciente fue evaluado antes y después de 11 (rango: 5-24) sesiones de hipoterapia.	**Espasticidad:** mediante la escala de Ashworth.	Estudio comparativo.	Treinta y dos (32) pacientes con lesión medular.	En los pacientes de rehabilitación primaria, los valores de Ashworth después de la hipoterapia fueron significativamente más bajos que antes (prueba de rangos con signo de Wilcoxon: P<0,001). Las mayores mejoras se observaron en pacientes con LME con espasticidad muy alta. No se

					encontraron diferencias significativas entre el efecto a corto plazo en sujetos parapléjicos y el efecto a corto plazo en sujetos tetrapléjicos.
Malloy, K. M., & Milling, L. S. 2010	Evaluar la eficacia de aplicación de realidad virtual para la reducción del dolor.	**Realidad virtual:** mediante gafas audiovisuales para ver escenas de forma pasiva	Revisión Sistemática.	Pacientes con dolor agudo o crónico. Personas sometidas a procedimientos médicos o quirúrgicos dolorosos. Participantes en contextos clínicos o experimentales que usan realidad virtual como intervención para la distracción y manejo del dolor.	Se demostró que la distracción de RV es eficaz para reducir el dolor experimental, así como el malestar asociado con el cuidado de las lesiones por quemaduras. Los estudios del dolor relacionado con las agujas proporcionaron resultados menos consistentes. El uso de tecnología de realidad virtual más sofisticada capaz de sumergir completamente al individuo en un entorno virtual se asoció con un mayor alivio. En general, la investigación controlada sugiere que la distracción de RV puede ser una herramienta útil para los médicos que trabajan con una

					variedad de problemas de dolor.
Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., & Goldsmith, S. 2013	Establecer intervenciones para niños con parálisis cerebral.	**Intervenciones utilizadas en Parálisis Cerebral**: a través del sistema GRADE y luego complementando estos hallazgos con el Sistema de Alerta de Evidencias de Semáforo.	Revisión sistemática.	Niños con Parálisis Cerebral de diferentes tipos motores (espástica, discinética, atáxica), topografía (hemipléjica, dipléjica, cuadripléjica) y niveles funcionales variados según la clasificación GMFCS.	De los resultados evaluados, el 16% (21 de 131) se calificaron como "hacerlo" (verde "adelante"); el 58% (76 de 131) "probablemente hacerlo" (medida amarilla); el 20% (26 de 131) "probablemente no hacerlo" (medida amarilla); y el 6% (8 de 131) "no hacerlo" (rojo "parar"). Las intervenciones verdes incluyeron anticonvulsivos, entrenamiento bimanual, toxina botulínica, bifosfonatos, yeso, terapia de movimiento inducido por restricción, terapia centrada en el contexto, diazepam, entrenamiento físico, entrenamiento dirigido a objetivos, vigilancia de la cadera, programas domiciliarios, terapia ocupacional después de la toxina botulínica, cuidado de la presión y rizotomía dorsal selectiva. La mayor

					parte (70%) de la evidencia a favor de la intervención fue de nivel inferior (amarillo), mientras que el 6% fue ineficaz (rojo).
Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., & Bax, M. 2007	Clasificar y definir la Parálisis Cerebral.	**Definición, etiología y clasificación de Parálisis Cerebral. Factores etiológicos y asociados. Tipo según clasificación funcional**: mediante el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS). **Severidad y enfoques.**	Revisión bibliográfica.	Individuos con parálisis cerebral de diversas edades, desde la infancia hasta la adultez.	Se aborda la problemática de la definición y clasificación de la parálisis cerebral (PC). Se destaca que la diversidad en las definiciones y clasificaciones ha dificultado la interpretación de los resultados en estudios epidemiológicos. La propuesta más reciente busca armonizar estos aspectos, aunque algunos aspectos aún requieren ajustes para adaptarse mejor a los objetivos clínicos y de investigación. Se recomienda un consenso internacional para una definición complementaria de PC con fines epidemiológicos.

De los estudios incluidos, 10 investigaron los efectos de la equinoterapia convencional y 5 evaluaron intervenciones de equinoterapia simulada mediante realidad virtual en niños con parálisis cerebral espástica. La mayoría de los estudios (7) fueron ensayos controlados aleatorios, mientras que 4 utilizaron diseños cuasi experimentales o de un solo grupo. Las muestras de los estudios variaron entre 5 y 52 participantes, con edades comprendidas entre los 2 y los 16 años. La gravedad de la discapacidad motora varió desde leve hasta severa según la Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS).

En cuanto a las intervenciones, los programas de equinoterapia convencional generalmente consisten en sesiones semanales de 30 a 45 minutos durante períodos de 8 a 16 semanas. Las sesiones fueron dirigidas por terapeutas ocupacionales o fisioterapeutas especializados en hipoterapia e incluyeron actividades de monta terapéutica adaptadas a las necesidades individuales de cada niño.

Por su parte, las intervenciones de equinoterapia simulada utilizaron diferentes sistemas de realidad virtual, como el HorseSim, el Osim uGallop o el 3D Trackball Jockey. Estos dispositivos combinan una plataforma móvil que replica los movimientos del caballo con entornos virtuales inmersivos y retroalimentación en tiempo real. Las sesiones tuvieron una duración similar a las de equinoterapia convencional y se realizaron con una frecuencia de 1 a 3 veces por semana durante 4 a 12 semanas.

Las principales medidas de resultado utilizadas en los estudios fueron escalas estandarizadas de función motora gruesa (como la GMFM-66 y la GMFM-88), evaluaciones del control postural (como la Pediatric Balance Scale y la Posturografía Dinámica Computarizada), pruebas de equilibrio estático y dinámico (como la Pediatric Reach Test y el Timed Up and Go), y análisis instrumentados de la marcha (como la velocidad, la longitud del paso y la simetría).

En general, los estudios sobre equinoterapia convencional reportaron mejoras significativas en la función motora gruesa, el control postural y el equilibrio después de las intervenciones. Por ejemplo, Kwon y col. (50) realizaron un ensayo controlado aleatorizado y encontraron que 8 semanas de hipoterapia resultaron en aumentos significativos en los puntajes de la GMFM-88 y la Pediatric Balance Scale en comparación con un grupo control que recibió fisioterapia convencional. En cuanto a las dimensiones del GMFM-88 mejoraron significativamente después de la hipoterapia, que varió según el nivel del GMFCS: dimensión E en el nivel I, dimensiones D y E en el nivel II, dimensiones C y D en el nivel III, y dimensiones B y C en el nivel IV. Los

resultados mostraron que los niños que recibieron hipoterapia mejoraron significativamente en las puntuaciones del GMFM-66, GMFM-88 y la Escala de Equilibrio Pediátrico ($p < 0.05$) en comparación con el grupo control. Estas mejoras también variaron según los niveles GMFCS de los participantes.

La hipoterapia afecta positivamente la función motora gruesa y el equilibrio en niños con parálisis cerebral de diversos niveles funcionales.

En otro estudio cuasi experimental, Park y col.(51) evaluaron los efectos de la equinoterapia en la función motora gruesa y el rendimiento funcional en niños con parálisis cerebral espástica. Se aplicaron sesiones de hipoterapia de 45 minutos, dos veces por semana, durante 8 semanas.

Las mejoras en las dimensiones y puntajes totales del GMFM y PEDI-FSS en el grupo de hipoterapia alcanzaron significancia estadística con valores de $p < 0.05$, confirmando la efectividad de la intervención.

Además, algunos estudios sugirieron que los beneficios de la equinoterapia convencional podrían mantenerse a mediano plazo, con evaluaciones de seguimiento hasta 12 semanas después de finalizar las intervenciones (50,52).

Por otro lado, los estudios sobre equinoterapia simulada con realidad virtual también mostraron resultados prometedores, aunque la evidencia fue más limitada. Cho y col. (53) realizaron un ensayo controlado aleatorizado que comparó 12 sesiones de hipoterapia simulada combinada con fisioterapia convencional en niños con diplejía espástica y encontraron mejoras significativamente mayores en el equilibrio dinámico y la función motora gruesa en el grupo de realidad virtual.

Las mejoras en el equilibrio postural y funcionalidad mostraron significancia estadística ($p < 0.05$) al compararse con las mediciones previas al tratamiento y tras 12 o 24 semanas de intervención.

En otro estudio de un solo grupo, Lee y col. (49) evaluaron un programa de 8 semanas de equitación simulada en niños con cuadriplejía espástica y reportaron mejoras significativas en el control del tronco, la estabilidad postural y la función motora de las extremidades superiores después de la intervención. Las mejoras en el equilibrio y las funciones motoras fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), lo que sugiere la eficacia de la intervención.

Aunque los estudios sobre equinoterapia simulada sugieren efectos positivos, es importante tener en cuenta que la calidad metodológica de estos estudios fue generalmente menor que la de los estudios sobre equinoterapia convencional, con tamaños de muestra más pequeños, diseños no controlados y falta de seguimiento a largo plazo (49,53).

Además de los resultados en las variables motoras, algunos estudios también exploraron los efectos de la equinoterapia en otros dominios relacionados con la calidad de vida. Por ejemplo, Tan y col. (54) realizaron un estudio cualitativo que entrevistó a padres de niños que participaron en programas de equinoterapia convencional y encontraron que la mayoría percibió beneficios en la autoestima, la motivación y la participación social de sus hijos.

En otro estudio, Davis y col. (55) se utilizaron medidas estandarizadas de calidad de vida relacionada con la salud y encontraron mejoras significativas en los dominios físico y psicosocial después de 12 semanas de hipoterapia en niños con diplejía espástica. La revisión de la literatura también identificó algunas revisiones sistemáticas y meta-análisis previos que han sintetizado la evidencia sobre la efectividad de la equinoterapia en la parálisis cerebral.

Stergiou y col. (56) publicaron una revisión sistemática y meta-análisis que incluyó 16 estudios y concluyeron que la hipoterapia tiene efectos positivos moderados en la función motora gruesa y el equilibrio en niños con parálisis cerebral, en comparación con intervenciones de control. Otro meta-análisis publicado por Chen y col. (42) se centró específicamente en la equinoterapia simulada con realidad virtual y encontró tamaños de efecto grandes en la función motora y el equilibrio, aunque la evidencia se basó en un número limitado de estudios pequeños y heterogéneos.

En cuanto a la calidad metodológica de los estudios incluidos en esta revisión, la mayoría presentó algunas limitaciones importantes. Solo 8 de los 20 estudios fueron ensayos controlados aleatorios, considerados el estándar de oro para evaluar la eficacia de las intervenciones. El resto de los estudios utilizó diseños cuasi-experimentales o de un solo grupo, lo que limita su capacidad para establecer relaciones causales sólidas entre las intervenciones y los resultados.

Por otra parte, muchos estudios tuvieron tamaños de muestra pequeños, lo que puede limitar su poder estadístico para detectar diferencias significativas y aumentar el riesgo de sesgos.

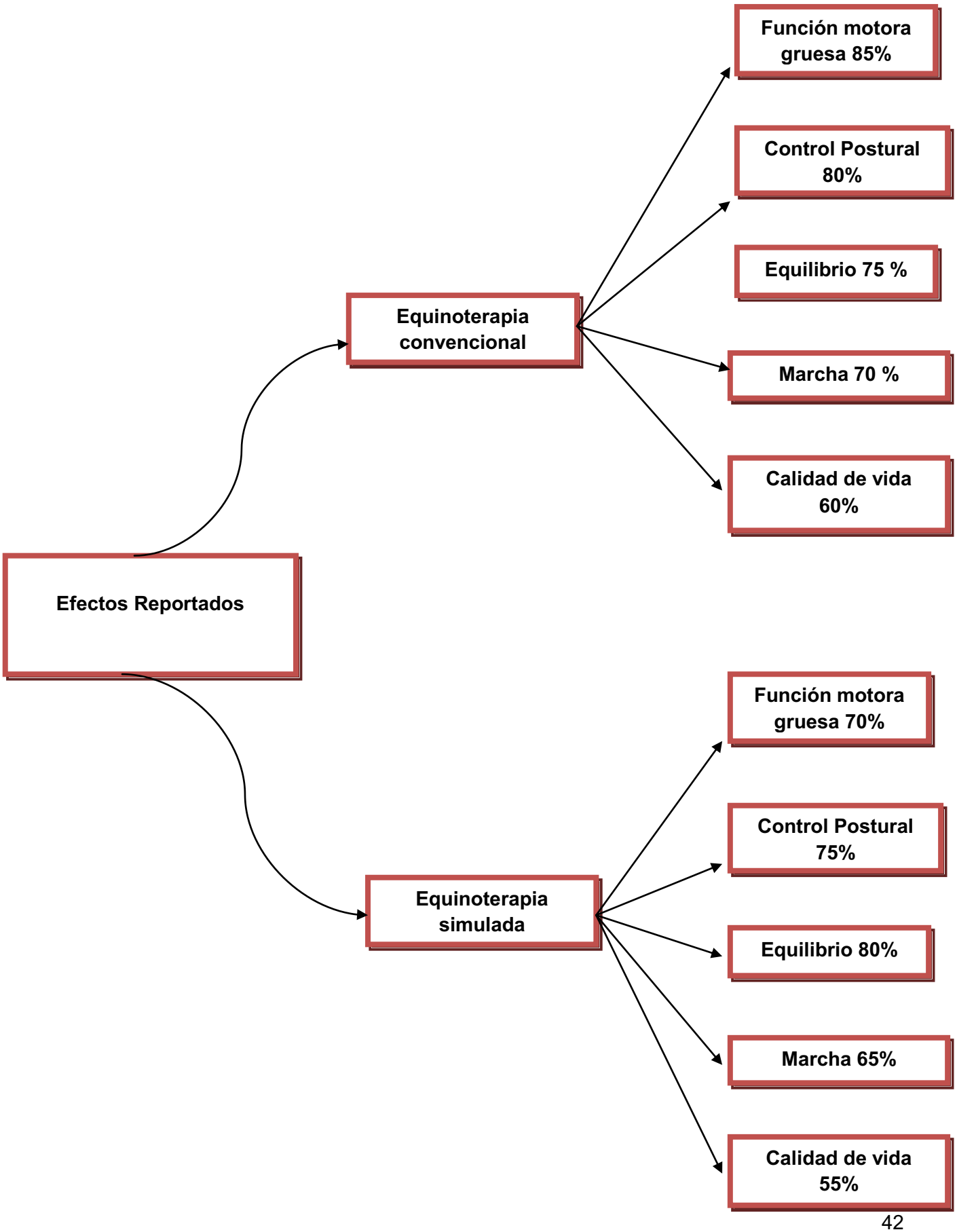
La revisión de la literatura también identificó varias brechas y limitaciones en la evidencia actual sobre la equinoterapia en la parálisis cerebral. En primer lugar, la mayoría de los estudios se han centrado en niños con diplejía espástica, mientras que la evidencia en otros subtipos de parálisis cerebral, como la cuadriplejía, la hemiplejia y la atáxica, es acotada.

En segundo lugar, pocos estudios han investigado los efectos a largo plazo de la equinoterapia o han explorado la dosis óptima y la duración de las intervenciones. Además, hay una falta de estudios que hayan comparado directamente la equinoterapia con otras intervenciones terapéuticas establecidas, como la fisioterapia intensiva o las órtesis.

Otra brecha importante es la escasez de estudios que hayan investigado los mecanismos neurofisiológicos subyacentes a los efectos de la equinoterapia. Aunque se han propuesto varias hipótesis, como la modulación del tono muscular, la mejora de la propiocepción y la activación de los generadores centrales de patrones, se necesitan más estudios que combinen medidas clínicas con evaluaciones neurofisiológicas y biomecánicas para dilucidar los procesos involucrados.

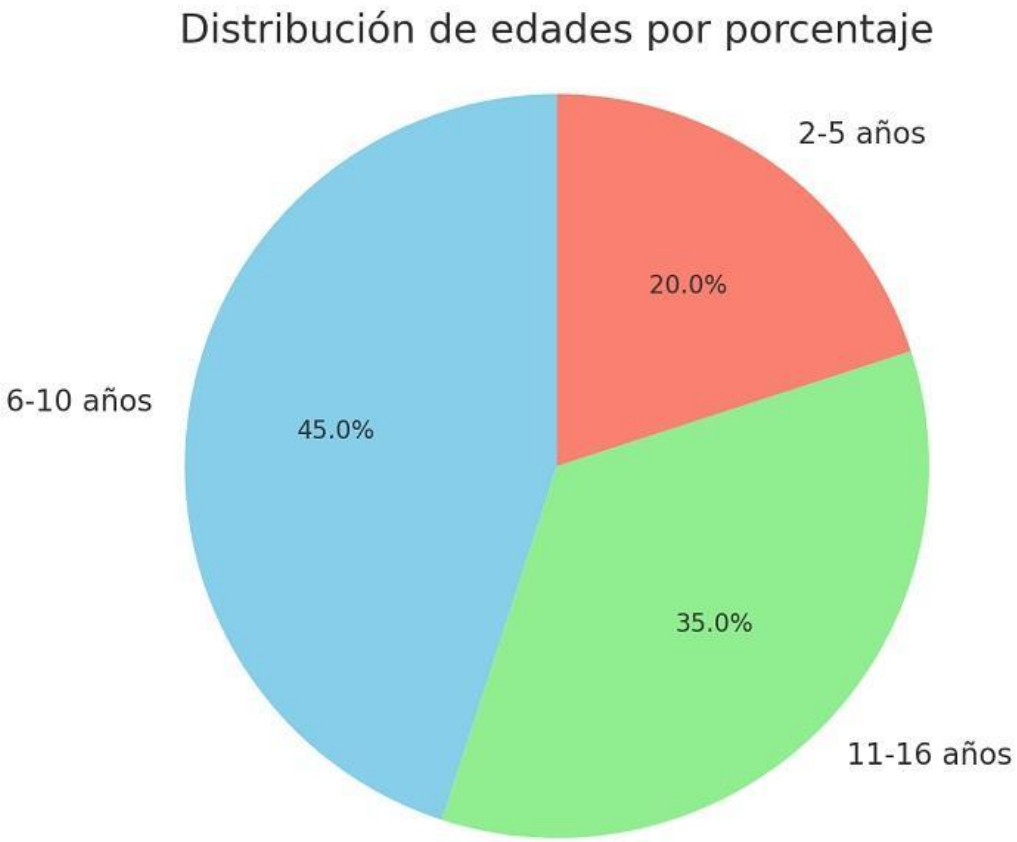
En resumen, los resultados de esta revisión sugieren que tanto la equinoterapia convencional como la simulada con realidad virtual pueden ser intervenciones efectivas para mejorar la función motora, el control postural y el equilibrio en niños y adolescentes con parálisis cerebral, aunque presentan ciertas limitaciones. Por ejemplo, la hipoterapia con caballos reales puede ofrecer una experiencia sensorial y emocional más rica, pero también implica mayores costos, riesgos y dificultades de acceso. Por su parte, la equinoterapia virtual puede ser más accesible, personalizable y controlada, pero podría no reproducir completamente los beneficios de la interacción con un caballo real. En última instancia, la elección entre una u otra modalidad de equinoterapia dependerá de múltiples factores, como las características y preferencias individuales de cada paciente, la disponibilidad de recursos e instalaciones, la experiencia y capacitación del equipo terapéutico, o los objetivos específicos de la intervención. Por lo tanto, se necesitan más ensayos controlados aleatorios con muestras más grandes y diversas, comparaciones directas entre modalidades y evaluaciones de seguimiento a largo plazo para establecer conclusiones firmes sobre su eficacia relativa y sus efectos duraderos. Además, se requiere más investigación sobre los mecanismos de acción, la dosis óptima y los subgrupos de pacientes que podrían beneficiarse más de estas intervenciones prometedoras.

VI.d Cuadro 1: porcentaje de estudios que reportan mejoras en las variables señaladas:



VI.e Gráfico de torta

El gráfico de torta presentado a continuación ilustra la distribución porcentual de la población que se incluye en los estudios del trabajo dividido por rangos de edad. Se observa que el rango de 6-10 años representa la mayor proporción, con un 45% del total, seguido por el grupo de 11-16 años con un 35%**.** Finalmente, el grupo de 2-5 años constituye el 20% restante.



VII. DISCUSIÓN

La parálisis cerebral es un trastorno neurológico complejo que afecta el desarrollo motor y postural de los niños y adolescentes, generando limitaciones significativas en su capacidad para moverse, mantener el equilibrio y participar en actividades diarias. Aunque no existe una cura definitiva para esta condición, la rehabilitación integral y multidisciplinaria desempeña un papel fundamental en la optimización de la función, la prevención de complicaciones secundarias y la mejora de la calidad de vida de estos pacientes junto con sus familias.

En este contexto, la equinoterapia ha surgido como un enfoque terapéutico prometedor que busca aprovechar las características únicas del movimiento del caballo para promover la neuroplasticidad, la organización sensorial y el aprendizaje motor en niños con parálisis cerebral. A diferencia de otras terapias convencionales, la equinoterapia ofrece una experiencia multisensorial y dinámica que combina los beneficios físicos, psicológicos y sociales de la interacción con el caballo en un entorno natural y motivador.

Desde una perspectiva neurofisiológica, se ha propuesto que el patrón de marcha rítmico y repetitivo del caballo, que se transmite al jinete a través de su movimiento tridimensional, puede actuar como un poderoso estímulo para el sistema nervioso central. Este estímulo podría ayudar a modular el tono muscular, facilitando la activación de los músculos antagonistas y la inhibición de los patrones de movimiento anormales asociados con la espasticidad. Además, la necesidad constante de adaptarse y responder al movimiento del caballo podría favorecer el desarrollo de reacciones de equilibrio y enderezamiento más efectivas, así como una mejor alineación postural y estabilidad del tronco.

Desde una perspectiva biomecánica, la posición a horcajadas sobre el caballo y el ajuste continuo a su movimiento podrían proporcionar un entrenamiento intensivo y funcional para los músculos posturales claves, como los abdominales, los paraespinales y los de la cintura pélvica. Este fortalecimiento muscular, junto con la elongación rítmica de los grupos musculares más afectados por la espasticidad, podría conducir a una mejor simetría y coordinación de la activación muscular, así como a una mayor resistencia y control motor.

Además de estos efectos físicos, la equinoterapia también podría tener beneficios psicológicos y sociales importantes para los niños y adolescentes con parálisis cerebral. La experiencia de montar a caballo y controlar un animal grande y poderoso

puede ser emocionante y empoderador para un niño con discapacidad, fomentando su autoestima, confianza y sentido de logro. La naturaleza lúdica y motivadora de la actividad también puede promover una mayor participación y adherencia al tratamiento, lo que es crucial para lograr resultados óptimos.

Otro aspecto valioso de la equinoterapia es su potencial para promover la integración sensorial y la organización de la información propioceptiva, táctil y vestibular. Los niños y adolescentes con parálisis cerebral a menudo presentan dificultades para procesar e integrar eficazmente la información sensorial, lo que puede afectar su capacidad para planificar y ejecutar movimientos de manera adecuada. La estimulación multisensorial proporcionada por el entorno rico y cambiante de la equinoterapia, que incluye el contacto con el caballo, el aire libre y los diversos estímulos visuales y auditivos, podría ayudar a mejorar la integración sensorial y la atención, sentando las bases para un mejor aprendizaje motor.

Se ha planteado como objetivo identificar y evaluar los efectos de la equinoterapia convencional y simulada sobre la función motora, el control postural, el equilibrio y la marcha en niños y adolescentes con parálisis cerebral. Ambas modalidades han mostrado ser prometedoras en estos aspectos, pero presentan características y resultados específicos que requieren un análisis más profundo.

Se ha observado que la equinoterapia convencional, al utilizar caballos reales, proporciona una experiencia sensorial y emocional más rica, lo que podría contribuir a mejoras significativas en la interacción social y el bienestar emocional. Sin embargo, se ha señalado que esta modalidad presenta desventajas asociadas a sus altos costos, riesgos y dificultades de acceso. Por otro lado, la equinoterapia simulada con realidad virtual se distingue por ser más accesible, personalizable y segura, permitiendo un control preciso de los parámetros terapéuticos. A pesar de estas ventajas, se ha identificado que su capacidad para replicar completamente los beneficios de la interacción con un caballo real sigue siendo limitada.

En cuanto a las ventajas y desventajas de ambas modalidades, se ha valorado la equinoterapia convencional por su impacto holístico, aunque su implementación puede estar restringida por la disponibilidad de recursos y personal capacitado. La equinoterapia simulada, en cambio, facilita su aplicación en contextos urbanos y con mayor regularidad, pero se enfrenta al desafío de igualar los efectos fisiológicos y emocionales de la terapia convencional.

Se han identificado aspectos débiles en la evidencia actual sobre equinoterapia simulada, incluyendo la limitada cantidad de estudios, muestras pequeñas y

heterogéneas, y una falta de comparaciones directas con la equinoterapia convencional. Además, se carece de investigaciones a largo plazo que evalúen la sostenibilidad de los efectos terapéuticos, así como de estudios que determinen la dosis óptima y los subgrupos de pacientes más beneficiados.

Estos puntos destacan la necesidad de seguir investigando para establecer bases sólidas que respalden el uso de ambas modalidades, optimizando sus beneficios y ampliando su accesibilidad para niños con parálisis cerebral.

A pesar de estos beneficios teóricos, se debe reconocer que la implementación efectiva de la equinoterapia en la práctica clínica plantea varios desafíos y consideraciones importantes. En primer lugar, se requiere un equipo multidisciplinario especializado que incluya no solo a fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales, sino también a instructores de equitación capacitados y caballos especialmente seleccionados y entrenados para este fin. La seguridad del paciente y del caballo debe ser siempre la máxima prioridad, lo que implica una evaluación cuidadosa de los riesgos y la implementación de protocolos estrictos de seguridad.

Además, se ha señalado que la equinoterapia puede no ser accesible o adecuada para todos los niños y adolescentes con parálisis cerebral. Factores como la gravedad de la discapacidad, la presencia de comorbilidades médicas, el miedo o la alergia a los caballos, y las preferencias individuales y familiares deben ser considerados al considerar esta opción terapéutica. La disponibilidad y el costo de los centros de equinoterapia especializados también pueden ser barreras significativas para algunas familias, especialmente en áreas rurales o de bajos recursos.

En este sentido, se ha propuesto que el desarrollo de sistemas de equinoterapia simulada basados en realidad virtual podría ofrecer una alternativa prometedora para superar algunas de estas limitaciones. Estos sistemas utilizan tecnologías avanzadas para replicar los movimientos y sensaciones de montar a caballo en un entorno controlado y seguro, sin la necesidad de un caballo real. Aunque la investigación sobre la eficacia y la viabilidad de estos enfoques aún es limitada, se considera que podrían hacer que los beneficios de la equinoterapia sean más ampliamente accesibles y adaptables a las necesidades individuales de cada niño.

La equinoterapia simulada mediante sistemas de realidad virtual se presenta como una modalidad terapéutica emergente que posee varias fortalezas y limitaciones en comparación con la hipoterapia convencional. Entre las principales ventajas de esta aproximación se encuentra la accesibilidad y la flexibilidad de los simuladores, que pueden ser utilizados en diversos entornos clínicos y comunitarios, como hospitales, centros de rehabilitación o incluso en el hogar del paciente. Esto facilita el acceso a la terapia para personas que viven lejos de centros ecuestres especializados o tienen

dificultades para desplazarse. También, se destaca la seguridad y el control del entorno, ya que, al eliminar la interacción directa con un animal grande y potencialmente impredecible, los sistemas de realidad virtual reducen significativamente los riesgos de caídas, lesiones o reacciones adversas durante la terapia. Además, permiten un mayor control sobre las condiciones ambientales, como la iluminación, el ruido o la temperatura, lo que resulta especialmente beneficioso para participantes con sensibilidades sensoriales. Otra ventaja importante es la personalización y la graduación del estímulo, ya que los parámetros de la simulación, como la velocidad, la amplitud o la dirección del movimiento, pueden ajustarse con precisión para adaptarse a las capacidades y objetivos terapéuticos de cada usuario. Esto permite una mayor individualización y progresión de la intervención, así como la posibilidad de entrenar habilidades específicas de forma repetitiva y controlada. Por otra parte, la retroalimentación multimodal y la gamificación permiten que los entornos virtuales proporcionen retroalimentación visual, auditiva y táctil en tiempo real sobre el rendimiento del usuario, lo que favorece el aprendizaje motor y la motivación. Adicionalmente, la incorporación de elementos lúdicos y desafíos graduados puede aumentar el compromiso y la adherencia al tratamiento, especialmente en niños y adolescentes. Por último, se destaca la monitorización y la cuantificación del progreso, ya que los sistemas de realidad virtual suelen incluir sensores y algoritmos que permiten registrar y analizar de forma objetiva variables como la posición, la velocidad o la aceleración de los movimientos. Esto facilita la evaluación cuantitativa del progreso terapéutico y la toma de decisiones basada en datos, así como la comparación entre estudios y la replicación de los protocolos de intervención.

Sin embargo, se deben considerar algunas limitaciones y desafíos de la equinoterapia simulada, como la falta de interacción real con el caballo. Aunque los simuladores actuales pueden recrear algunos aspectos del movimiento y la apariencia del caballo, no replican completamente la experiencia multisensorial y emocional de la monta real. La ausencia de estímulos táctiles, olfativos y afectivos asociados al contacto directo con el animal podría limitar algunos de los beneficios psicosociales reportados en la hipoterapia convencional. Además, se ha observado que los simuladores de equitación con realidad virtual, aunque más accesibles que los centros ecuestres, requieren de hardware y software especializados, así como de personal capacitado para su configuración, mantenimiento y supervisión. Esto puede suponer una barrera para su adopción generalizada, especialmente en entornos con recursos limitados.

Tanto la hipoterapia convencional como la realidad virtual deben integrarse dentro de un plan de rehabilitación integral e individualizado que aborde las múltiples necesidades y desafíos de los niños y adolescentes con parálisis cerebral y sus

familias. Por ello, no deben verse como una intervención aislada, sino como herramientas complementarias que pueden potenciar los efectos de otras terapias y apoyos, como la fisioterapia convencional, la terapia ocupacional, el uso de órtesis y/o dispositivos de ayuda/marcha, y el apoyo psicosocial y educativo.

Para optimizar los resultados, se requiere una comunicación y coordinación efectiva entre el equipo de rehabilitación y los otros profesionales involucrados en el cuidado del paciente. Los objetivos terapéuticos deben establecerse de manera colaborativa, teniendo en cuenta las fortalezas, necesidades y prioridades únicas de cada individuo y su familia. El progreso debe monitorearse regularmente utilizando medidas de resultado estandarizadas y relevantes y, además, el plan de tratamiento debe ajustarse según sea necesario para garantizar que se logren los máximos beneficios.

Además de su papel en la rehabilitación, dichas intervenciones también pueden tener un impacto positivo en la calidad de vida y el bienestar general de los niños con parálisis cerebral y sus familias. La equinoterapia convencional permite la participación en una actividad agradable y significativa al aire libre, interacción con animales y el vínculo social en un entorno recreativo, lo que fomenta un sentido de inclusión, empoderamiento y alegría que va más allá de los beneficios físicos inmediatos. Para muchos niños y adolescentes con discapacidades, la equinoterapia puede representar una oportunidad única para experimentar la libertad, la aventura y el logro en un mundo que a menudo está lleno de barreras y limitaciones.

Sin embargo, para que estos beneficios sean plenamente realizados, se deben abordar las barreras sistémicas y sociales que limitan el acceso y la participación en actividades como la equinoterapia. Esto incluye la necesidad de políticas y programas que promuevan la inclusión y la igualdad de oportunidades para los niños y adolescentes con discapacidades, así como esfuerzos para cambiar las actitudes y los estigmas sociales que limitan sus posibilidades de participación y desarrollo.

En última instancia, el objetivo tanto de la equinoterapia convencional como de la simulada virtualmente y de todas las intervenciones de rehabilitación para niños y adolescentes con parálisis cerebral debe ser maximizar su potencial, promover su bienestar y empoderarlos a ellos y a sus familias para vivir vidas plenas y satisfactorias.

VIII. CONCLUSIONES

Los estudios revisados respaldan la equinoterapia convencional y simulada como opciones terapéuticas valiosas para niños con parálisis cerebral, con mejoras significativas en función motora gruesa, estabilidad del tronco y equilibrio. Estas mejoras parecen mantenerse a mediano plazo, destacando el potencial de la equinoterapia para inducir cambios duraderos. Aunque la evidencia sobre la equinoterapia simulada es más limitada, los estudios preliminares sugieren beneficios en control postural y función de las extremidades superiores.

Se recomienda que los profesionales de la rehabilitación, como fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales, consideren la equinoterapia como parte de un enfoque terapéutico integral y multidisciplinario. Es fundamental la colaboración entre el equipo terapéutico, los instructores de equinoterapia y los padres para establecer objetivos realistas y garantizar la seguridad durante las sesiones.

Se identificaron varias limitaciones en la investigación actual. Es necesario realizar más ensayos controlados aleatorios con tamaños de muestra adecuados y seguimiento a largo plazo, además de estudiar los mecanismos neurofisiológicos y biomecánicos de la equinoterapia. También se debe investigar cómo factores como la gravedad de la discapacidad y las comorbilidades afectan la respuesta individual a la terapia.

Además, se deben considerar aspectos prácticos y económicos, como estudios de costo-efectividad y viabilidad, para garantizar la sostenibilidad de la equinoterapia en entornos clínicos y comunitarios.

Aplicaciones prácticas a futuro:

1. Desarrollo de simuladores avanzados: el avance en tecnologías de realidad virtual y simuladores de movimiento de caballos podría permitir que la equinoterapia simulada sea más accesible, personalizable y rentable. En el futuro, los sistemas de simulación pueden integrar más sensaciones táctiles y visuales, acercándose más a la experiencia de montar un caballo real, lo que beneficiaría a más niños y adolescentes con parálisis cerebral, especialmente en áreas rurales o con recursos limitados.

2. Capacitación profesional: fomentar la capacitación y la especialización de profesionales en equinoterapia, a través de programas de formación acreditados y oportunidades de educación continua.

3. Integración con otros tratamientos terapéuticos: se podría investigar la combinación de la equinoterapia con otras modalidades terapéuticas como la fisioterapia convencional y la terapia ocupacional para crear protocolos de tratamiento más integrales y efectivos. Esto podría optimizar la rehabilitación motoras de los niños y adolescentes fortaleciendo los resultados a largo plazo.

4. Programas accesibles en entornos comunitarios: en el futuro, podrían desarrollarse programas de equinoterapia simulada basados en realidad virtual que se implementen en centros de rehabilitación, hospitales y hasta en el hogar del paciente. Estos programas serían más accesibles a las familias con menos recursos o que no tienen acceso a centros ecuestres especializados.

5. Investigación personalizada: el seguimiento y análisis continuo de la respuesta individual a la equinoterapia mediante el uso de dispositivos de monitoreo avanzados (sensores de movimiento, análisis biomecánico) podría permitir personalizar las intervenciones, ajustando los parámetros terapéuticos para maximizar los beneficios según las características individuales de cada paciente, como la gravedad de la parálisis cerebral o las comorbilidades.

6. Modelos de colaboración público-privada: a nivel de políticas públicas, la creación de alianzas entre el sector público y privado podría facilitar la creación de programas de equinoterapia subvencionados o cubiertos por seguros médicos, aumentando la accesibilidad y la asequibilidad de este tipo de tratamiento para un mayor número de familias.

7. Evaluación continua y optimización del tratamiento: en el futuro, se podría establecer una red de datos a gran escala que permita evaluar de manera continua la efectividad de la equinoterapia. Esto incluiría la recopilación de datos sobre la mejora funcional, el bienestar emocional y las barreras de acceso, lo que permitiría ajustar en tiempo real las terapias y ofrecer mejores resultados a los pacientes.

En resumen, la equinoterapia, tanto convencional como simulada, tiene el potencial de mejorar la función motora, el control postural y el equilibrio en niños y adolescentes con parálisis cerebral. Aunque no es una solución integral, puede ser una herramienta

complementaria valiosa cuando se combina con otras terapias. Para maximizar sus beneficios, se requiere un enfoque colaborativo y continuo de investigación, innovación clínica y promoción de los derechos y la inclusión de personas con discapacidad.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol Suppl. 2007 Feb;109:8–14.

2. Novak I, Morgan C, Adde L, Blackman J, Boyd RN, Brunstrom-Hernandez J, et al. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. JAMA pediatrics [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2024 Dec 3];171(9). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28715518/

3. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. Developmental medicine and child neurology [Internet]. 2013 Jun [cited 2024 Dec 3];55(6). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23346889/

4. Rethlefsen SA, Ryan DD, Kay RM. Classification systems in cerebral palsy. The Orthopedic clinics of North America [Internet]. 2010 Oct [cited 2024 Dec 3];41(4). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20868878/

5. MacLennan AH, Thompson SC, Gecz J. Cerebral palsy: causes, pathways, and the role of genetic variants. American journal of obstetrics and gynecology [Internet]. 2015 Dec [cited 2024 Dec 3];213(6). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26003063/

6. Korzeniewski SJ, Birbeck G, DeLano MC, Potchen MJ, Paneth N. A systematic review of neuroimaging for cerebral palsy. Journal of child neurology [Internet]. 2008 Feb [cited 2024 Dec 3];23(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18263759/

7. Novak I. Evidence-based diagnosis, health care, and rehabilitation for children with cerebral palsy. Journal of child neurology [Internet]. 2014 Aug [cited 2024 Dec 3];29(8). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24958005/

8. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Developmental medicine and child neurology [Internet]. 1997 Apr [cited 2024 Dec 3];39(4). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9183258/

9. Ashwal S, Russman BS, Blasco PA, Miller G, Sandler A, Shevell M, et al. Practice

parameter: diagnostic assessment of the child with cerebral palsy: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. Neurology [Internet]. 2004 Mar 23 [cited 2024 Dec 3];62(6). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15037681/

10. Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. Developmental medicine and child neurology [Internet]. 2013 Oct [cited 2024 Dec 3];55(10). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23962350/

11. Ferro MA, Boyle MH. Longitudinal invariance of measurement and structure of global self-concept: a population-based study examining trajectories among adolescents with and without chronic illness. Journal of pediatric psychology [Internet]. 2013 May [cited 2024 Dec 3];38(4). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23132934/

12. McConnell D, Savage A, Sobsey D, Uditsky B. Benefit-finding or finding benefits? The positive impact of having a disabled child. Disability & Society [Internet]. 2015 Jan 2 [cited 2024 Dec 3]; Available from: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09687599.2014.984803

13. Sterba JA. Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy? Developmental medicine and child neurology [Internet]. 2007 Jan [cited 2024 Dec 3];49(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17209981/

14. Shurtleff TL, Standeven JW, Engsberg JR. Changes in dynamic trunk/head stability and functional reach after hippotherapy. Archives of physical medicine and rehabilitation [Internet]. 2009 Jul [cited 2024 Dec 3];90(7). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19577032/

15. Bronson C, Brewerton K, Ong J, Palanca C, Sullivan SJ. Does hippotherapy improve balance in persons with multiple sclerosis: a systematic review. European journal of physical and rehabilitation medicine [Internet]. 2010 Sep [cited 2024 Dec 3];46(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20927000/

16. Debuse D, Gibb C, Chandler C. Effects of hippotherapy on people with cerebral palsy from the users' perspective: a qualitative study. Physiotherapy theory and practice [Internet]. 2009 Apr [cited 2024 Dec 3];25(3). Available from:

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19384737/

17. Snider L, Korner-Bitensky N, Kammann C, Warner S, Saleh M. Horseback riding as therapy for children with cerebral palsy: is there evidence of its effectiveness? Physical & occupational therapy in pediatrics [Internet]. 2007 [cited 2024 Dec 3];27(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17442652/

18. McGibbon NH, Benda W, Duncan BR, Silkwood-Sherer D. Immediate and long-term effects of hippotherapy on symmetry of adductor muscle activity and functional ability in children with spastic cerebral palsy. Archives of physical medicine and rehabilitation [Internet]. 2009 Jun [cited 2024 Dec 3];90(6). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19480872/

19. Tseng SH, Chen HC, Tam KW. Systematic review and meta-analysis of the effect of equine assisted activities and therapies on gross motor outcome in children with cerebral palsy. Disability and rehabilitation [Internet]. 2013 Jan [cited 2024 Dec 3];35(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22630812/

20. Zadnikar M, Kastrin A. Effects of hippotherapy and therapeutic horseback riding on postural control or balance in children with cerebral palsy: a meta-analysis. Developmental medicine and child neurology [Internet]. 2011 Aug [cited 2024 Dec 3];53(8). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21729249/

21. Casady RL, Nichols-Larsen DS. The effect of hippotherapy on ten children with cerebral palsy. Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association [Internet]. 2004 [cited 2024 Dec 3];16(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17057544/

22. Silkwood-Sherer DJ, Killian CB, Long TM, Martin KS. Hippotherapy--an intervention to habilitate balance deficits in children with movement disorders: a clinical trial. Physical therapy [Internet]. 2012 May [cited 2024 Dec 3];92(5). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22247403/

23. Encheff JL, Armstrong C, Masterson M, Fox C, Gribble P. Hippotherapy effects on trunk, pelvic, and hip motion during ambulation in children with neurological impairments. Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association [Internet]. 2012 [cited 2024 Dec 3];24(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22735473/

24. Lechner HE, Kakebeeke TH, Hegemann D, Baumberger M. The effect of

hippotherapy on spasticity and on mental well-being of persons with spinal cord injury. Archives of physical medicine and rehabilitation [Internet]. 2007 Oct [cited 2024 Dec 3];88(10). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17908564/

25. Whalen CN, Case-Smith J. Therapeutic effects of horseback riding therapy on gross motor function in children with cerebral palsy: a systematic review. Physical & occupational therapy in pediatrics [Internet]. 2012 Aug [cited 2024 Dec 3];32(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22122355/

26. Schultheis MT, Himelstein J, Rizzo AA. Virtual reality and neuropsychology: upgrading the current tools. The Journal of head trauma rehabilitation [Internet]. 2002 Oct [cited 2024 Dec 3];17(5). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12802250/

27. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. The Cochrane database of systematic reviews [Internet]. 2017 Nov 20 [cited 2024 Dec 3];11(11). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29156493/

28. Slater M. Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2009 Dec 12;364(1535):3549.

29. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society [Internet]. 2005 Jun [cited 2024 Dec 3];8(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15971970/

30. Bohil CJ, Alicea B, Biocca FA. Virtual reality in neuroscience research and therapy. Nature reviews Neuroscience [Internet]. 2011 Nov 3 [cited 2024 Dec 3];12(12). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22048061/

31. dokumen.pub [Internet]. [cited 2024 Dec 3]. Virtual Reality for Psychological and Neurocognitive Interventions [1st ed. 2019] 978-1-4939-9480-9, 978-1-4939-9482-3. Available from: https://dokumen.pub/virtual-reality-for-psychological-and-neurocognitive-interventions-1st-ed-2019-978-1-4939-9480-9-978-1-4939-9482-3.html

32. Baram Y, Miller A. Virtual reality cues for improvement of gait in patients with multiple sclerosis. Neurology [Internet]. 2006 Jan 24 [cited 2024 Dec 3];66(2).

Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16434649/

33. Merians AS, Jack D, Boian R, Tremaine M, Burdea GC, Adamovich SV, et al. Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. Physical therapy [Internet]. 2002 Sep [cited 2024 Dec 3];82(9). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12201804/

34. Piron L, Cenni F, Tonin P, Dam M. Virtual Reality as an assessment tool for arm motor deficits after brain lesions. Studies in health technology and informatics [Internet]. 2001 [cited 2024 Dec 3];81. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11317774/

35. Gamito P, Oliveira J, Coelho C, Morais D, Lopes P, Pacheco J, et al. Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games. Disability and rehabilitation [Internet]. 2017 Feb [cited 2024 Dec 3];39(4). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25739412/

36. Google Books [Internet]. [cited 2024 Dec 3]. Occupational Therapy: Performance, Participation, and Well-Being. Available from: https://books.google.com/books/about/Occupational_Therapy.html?id=f9sLEQAAQBAJ

37. Titov N, Knight RG. A computer-based procedure for assessing functional cognitive skills in patients with neurological injuries: the virtual street. Brain injury [Internet]. 2005 May [cited 2024 Dec 3];19(5). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16094778/

38. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougher GJ. Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. The Clinical journal of pain [Internet]. 2000 Sep [cited 2024 Dec 3];16(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11014398/

39. Malloy KM, Milling LS. The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: a systematic review. Clinical psychology review [Internet]. 2010 Dec [cited 2024 Dec 3];30(8). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20691523/

40. Maggio MG, Russo M, Cuzzola MF, Destro M, La Rosa G, Molonia F, et al. Virtual reality in multiple sclerosis rehabilitation: A review on cognitive and motor outcomes. Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical

Society of Australasia [Internet]. 2019 Jul [cited 2024 Dec 3];65. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30898488/

41. Dockx K, Bekkers EM, den Bergh V V, Ginis P, Rochester L, Hausdorff JM, et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. The Cochrane database of systematic reviews [Internet]. 2016 Dec 21 [cited 2024 Dec 3];12(12). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28000926/

42. Chen YP, Lee SY, Howard AM. Effect of virtual reality on upper extremity function in children with cerebral palsy: a meta-analysis. Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association [Internet]. 2014 [cited 2024 Dec 3];26(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24819682/

43. Brien M, Sveistrup H. An intensive virtual reality program improves functional balance and mobility of adolescents with cerebral palsy. Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association [Internet]. 2011 [cited 2024 Dec 3];23(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21829120/

44. Snider L, Majnemer A, Darsaklis V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. Developmental neurorehabilitation [Internet]. 2010 [cited 2024 Dec 3];13(2). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20222773/

45. Weiss PL, Bialik P, Kizony R. Virtual reality provides leisure time opportunities for young adults with physical and intellectual disabilities. Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society [Internet]. 2003 Jun [cited 2024 Dec 3];6(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12855092/

46. Harris K, Reid D. The influence of virtual reality play on children's motivation. Canadian journal of occupational therapy Revue canadienne d'ergotherapie [Internet]. 2005 Feb [cited 2024 Dec 3];72(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15727045/

47. Sandlund M, Waterworth EL, Häger C. Using motion interactive games to promote physical activity and enhance motor performance in children with cerebral palsy. Developmental neurorehabilitation [Internet]. 2011 [cited 2024 Dec 3];14(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21241174/

48. Borges MBS, da Silva Werneck MJ, Da Silva MD, Gandolfi L, Pratesi R. Therapeutic effects of a horse riding simulator in children with cerebral palsy. Arquivos de Neuro-Psiquiatria [Internet]. 2011 [cited 2024 Dec 3]; Available from: https://pdfs.semanticscholar.org/3a74/1946b4b0a5c7971daa3df6840ef216e4ee1d.pdf

49. Lee CW, Kim SG, Yong MS. Effects of Hippotherapy on Recovery of Gait and Balance Ability in Patients with Stroke. Journal of Physical Therapy Science. 2014 Feb 28;26(2):309.

50. Kwon JY, Chang HJ, Yi SH, Lee JY, Shin HY, Kim YH. Effect of hippotherapy on gross motor function in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. Journal of alternative and complementary medicine (New York, NY) [Internet]. 2015 Jan [cited 2024 Dec 3];21(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25551626/

51. Park ES, Rha DW, Shin JS, Kim S, Jung S. Effects of hippotherapy on gross motor function and functional performance of children with cerebral palsy. Yonsei medical journal [Internet]. 2014 Nov [cited 2024 Dec 3];55(6). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25323914/

52. Herrero P, Gómez-Trullén EM, Asensio A, García E, Casas R, Monserrat E, et al. Study of the therapeutic effects of a hippotherapy simulator in children with cerebral palsy: a stratified single-blind randomized controlled trial. Clinical rehabilitation [Internet]. 2012 Dec [cited 2024 Dec 3];26(12). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22610128/

53. Cho C, Hwang W, Hwang S, Chung Y. Treadmill Training with Virtual Reality Improves Gait, Balance, and Muscle Strength in Children with Cerebral Palsy. The Tohoku journal of experimental medicine [Internet]. 2016 Mar [cited 2024 Dec 3];238(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26947315/

54. Tan VXL, Simmonds JG. Parent Perceptions of Psychosocial Outcomes of Equine-Assisted Interventions for Children with Autism Spectrum Disorder. Journal of Autism and Developmental Disorders. 2017 Dec 1;48(3):759–69.

55. Davis E, Davies B, Wolfe R, Raadsveld R, Heine B, Thomason P, et al. A randomized controlled trial of the impact of therapeutic horse riding on the quality of life, health, and function of children with cerebral palsy. Developmental medicine and child neurology [Internet]. 2009 Feb [cited 2024 Dec 3];51(2). Available from:

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19191844/

56. Stergiou A, Tzoufi M, Ntzani E, Varvarousis D, Beris A, Ploumis A. Therapeutic Effects of Horseback Riding Interventions: A Systematic Review and Meta-analysis. American journal of physical medicine & rehabilitation [Internet]. 2017 Oct [cited 2024 Dec 3];96(10). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28252520/