

REVISIÓN ✨



Imagen tomada de <https://www.freepik.es>



EFFECTIVIDAD DE LAS INTERVENCIONES EN NEURORREHABILITACIÓN PARA EL CONTROL POSTURAL EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA CON ALTERACIONES DEL DESARROLLO MOTOR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

EFFECTIVENESS OF NEUROREHABILITATION INTERVENTIONS FOR POSTURAL CONTROL IN PEDIATRIC POPULATION WITH MOTOR DEVELOPMENT DISORDERS: A SYSTEMATIC REVIEW

Jady Nur Espitia Mafioly¹

² Diana Alejandra Orjuela Rogríguez

RESUMEN

Objetivo: Identificar las intervenciones más efectivas para el control postural en alteraciones del desarrollo motor en población pediátrica.

Metodología: Esta revisión sistemática se ejecutó bajo las recomendaciones de PRISMA 2020. La calidad metodológica de los artículos se evaluó por medio de la escala de PEDro. La búsqueda se hizo en las siguientes bases de datos: Pubmed, ScienceDirect, Scielo y Cochrane Library.

Resultados: Hay una amplia variedad de investigación disponible sobre las patologías más reportadas por los autores, que incluyen la parálisis cerebral, los trastornos de la coordinación, el Trastorno del Espectro Autista y el Síndrome de Down, abordando temas como intervenciones terapéuticas específicas para cada condición. Para la población con parálisis cerebral se encontró que la intervención con mejor efectividad es el uso de tecnologías en rehabilitación y realidad virtual, identificando cambios significativos en el control postural. En el trastorno de la coordinación, la efectividad fue con el entrenamiento de fuerza. No obstante, al abordar a pacientes con Síndrome de Down y Trastorno del Espectro Autista, los estudios reflejan resultados divergentes, lo que dificulta la identificación precisa de la intervención más eficaz en términos de control postural para esta población.

Conclusiones: La Realidad virtual demuestra beneficios en el control postural en usuarios con Parálisis Cerebral. Sin embargo, para otros diagnósticos, la carencia de intervenciones de calidad que respalden la eficacia de estas técnicas es evidente, dada la diversidad de enfoques propuestos, reconociendo la necesidad de realizar más investigaciones para continuar perfeccionando las estrategias fisioterapéuticas en el campo de la Neurorrehabilitación.

Palabras claves:

Balance postural, Trastornos de las habilidades motoras, Rehabilitación neurológica, Población pediátrica.

ABSTRACT

Objective: Identify the most effective interventions for postural control in motor development disorders in the pediatric population.

Methodology: This systematic review was carried out under the recommendations of PRISMA 2020. The methodological quality of the articles was evaluated using the PEDro scale. The search was carried out in the following databases: Pubmed, ScienceDirect, Scielo and Cochrane Library.

Results: There is a wide variety of research available on the pathologies most reported by the authors, including cerebral palsy, coordination disorders, Autism Spectrum Disorder and Down Syndrome, addressing topics such as specific therapeutic interventions for each condition. For the population with cerebral palsy, it was found that the intervention with the best effectiveness is the use of technologies in rehabilitation and virtual reality, identifying significant changes in postural control. In coordination disorder, the effectiveness was with strength training. However, when addressing patients with Down Syndrome and Autism Spectrum Disorder, the studies reflect divergent results, which makes it difficult to accurately identify the most effective intervention in terms of postural control for this population.

Conclusions: Virtual Reality demonstrates benefits in postural control in users with Cerebral Palsy. However, for other diagnoses, the lack of quality interventions that support the effectiveness of these techniques is evident, given the diversity of proposed approaches, recognizing the need to conduct more research to continue perfecting physiotherapeutic strategies in the field of Neurorehabilitation.

Key words:

Postural balance, Motor skills disorders, Neurological rehabilitation, Pediatric population.

INTRODUCCIÓN

La Neurorrehabilitación es un proceso dirigido a restituir, minimizar o compensar en lo posible los déficits funcionales aparecidos en la persona con discapacidad (VidalSamsó, 2020) con el objetivo de potenciar el control motor, que constituye una disciplina fundamental dentro de la Neurorrehabilitación, explora el sistema nervioso para producir acciones coordinadas y con propósito (Levin & Piscitelli, 2022).

Estas habilidades sensoriomotoras se desarrollan a través de diversos procesos a partir de la información interna y externa a la que están expuestos los niños. Un factor crítico que refleja el dominio y logro de hitos en el desarrollo infantil es el control postural, definido los controles de bajo nivel generados en la médula espinal, así como controles de nivel superior generados en la médula supraespinal, que permiten mantener el equilibrio y caminar (Shanbhag, 2023). Esta función, considerada una de las funciones motoras fundamentales, influye en varios sistemas, como el sensorial, cognitivo y del entorno. Esto permite a los individuos alcanzar logros en el desarrollo motor grueso y fino, posibilitando así la realización de actividades funcionales que desempeñan un papel destacado en el desenvolvimiento social y conductual de los niños en sus entornos (Montoro-Cárdenas et al., 2021).

Por lo tanto, es crucial resaltar que en cada etapa del desarrollo motor infantil se adquieren distintas cualidades fundamentales para el movimiento, especialmente para el control postural. Esta propuesta de desarrollo motor delineada por Goodway y Galluhue abarca tres tipos de patrones motores básicos: movimiento estabilizador, locomotor y manipulativo. En el caso específico del movimiento estabilizador, se define como “cualquier movimiento que requiera cierto grado de equilibrio o postura” (Goodway et al., 2019, p.48). De ahí la importancia de adaptar las intervenciones para el control postural a las particularidades de cada fase, ya que un enfoque personalizado es esencial para que el niño adquiera y optimice las habilidades y destrezas básicas necesarias para su desarrollo motor en cada etapa.

Resulta imperativo enfatizar que ciertas condiciones médicas que implican trastornos neurológicos pueden afectar el desarrollo motor, lo que incide directamente de forma negativa en el control postural y el equilibrio. Entre estas condiciones, el síndrome de Down se caracteriza por dificultades para mantener la postura corporal, frecuentemente combinadas con anomalías en el patrón de marcha y un mayor número de caídas (Azab et al., 2022). Asimismo, se presentan dificultades para mantener o restablecer el centro de masa dentro de la base de apoyo durante las actividades (Verbecque et al., 2021) las cuales tienen un impacto significativo en la adquisición de habilidades motoras.



Imagen tomada de <https://www.freepik.es>

En investigaciones previas sobre tratamientos para el control postural en pacientes con Parálisis Cerebral (PC), como la realizada por Harris y Roxborough en 2005 titulada “La eficacia y efectividad de la fisioterapia para mejorar el control postural en niños con parálisis cerebral”, se exploraron diversos enfoques terapéuticos. Sin embargo, estas investigaciones no proporcionaron niveles de evidencia de alta calidad que pudieran reflejar de manera concluyente la influencia de estos tratamientos sobre la estabilidad en los pacientes afectados.

Además, en el artículo realizado por (Matusiak-Wieczorek et al., 2020) se determinaron los beneficios de la Hipoterapia sobre la postura y la función corporal en niños con parálisis cerebral, así como su influencia positiva en la función de partes individuales del cuerpo en posición sedente. Entre los resultados, se encontraron diferencias estadísticamente significativas tanto en el grupo I, con respecto a la evaluación del control de la posición de la cabeza y la función del brazo, así como en el control del tronco; como en el grupo de estudio II, en la evaluación del control del tronco.

Se observa una carencia de estudios previos que aborden las diversas intervenciones disponibles para el manejo de las alteraciones del control postural en pacientes con Síndrome de Down (SD). Garcia Del Pino-Ramos et al. (2021), llevaron a cabo una revisión sistemática centrada en el efecto del entrenamiento en cinta rodante sobre el desarrollo motor en niños con parálisis cerebral y síndrome de Down. Sus hallazgos sugieren que esta intervención resulta eficaz para favorecer el desarrollo de la marcha y el equilibrio en niños de 0 a 12 años. No obstante, se destaca la necesidad de realizar más investigaciones para confirmar estos beneficios y para abordar si la intervención en cinta rodante influye en el desarrollo motor grueso en este grupo de pacientes.

A partir de lo anterior y la falta de claridad en cuanto a las técnicas más relevantes para mejorar el control postural, que puede resultar en una atención inadecuada y en la falta de logro de mejores resultados en el tratamiento. Aunque existe una amplia información sobre técnicas de fisioterapia en general, se ha descuidado en gran medida el enfoque neuropediátrico. Esto ha creado una falta de información y claridad en cuanto a las técnicas más beneficiosas.

Por lo tanto, es crucial analizar la información disponible y determinar cuáles son las técnicas más efectivas para abordar las alteraciones del control postural y el equilibrio en pacientes neuropediátricos en las patologías más frecuentes. Surge así la necesidad de indagar sobre este tema de investigación con el objetivo de identificar las intervenciones más efectivas en el campo de la Neurorrehabilitación,

específicamente en lo que respecta al control postural en pacientes pediátricos.



Imagen tomada de <https://www.freepik.es>

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Diseño del Estudio

Esta revisión sistemática se ha llevado a cabo siguiendo las recomendaciones de la guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas PRISMA 2020, conforme a los parámetros descritos en el artículo de Page et al. (2021).

2. Fuente de datos y estrategia de búsqueda

Para realizar la búsqueda de información relevante, se consultaron diversas bases de datos, entre las que se incluyen Pubmed, ScienceDirect, Scielo y Cochrane library, con las siguientes palabras clave: “Postural Balance”, “Cerebral Palsy”, “Down Syndrome”, “Autism Spectrum Disorder”, “Motor Skills Disorders”, “Attention Deficit Disorder with Hyperactivity” y sinónimos como postural control. Se utilizó la estrategia PICOS de la Colaboración Cochrane (Cumpston Miranda, 2022), como se muestra en la **tabla 1** La pregunta de investigación formulada para esta investigación fue: “¿Cuáles son las intervenciones en Neurorrehabilitación más efectivas para mejorar el control postural en población pediátrica con alteraciones del desarrollo motor?”

Tabla 1
Estrategia de búsqueda PICOS.

Participantes	Intervenciones	Comparaciones	Resultados	Diseño del estudio
Pacientes pediátricos con alteraciones neurológicas tales como: Parálisis cerebral, Síndrome de Down, TEA	Neurorrehabilitación para control postural	Terapia física convencional y otras técnicas aplicadas en rehabilitación	Balance Estrategias posturales Función motora	Ensayos clínicos aleatorizados

Nota. Fuente propia

3. Evaluación del estudio: Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios incluidos en esta revisión debían cumplir con los siguientes criterios: 1. Se tomaron artículos de estudios experimentales, controlados y aleatorizados publicados entre los años de 2012 hasta el 2022 en los que se evidenciara tratamiento fisioterapéutico en población pediátrica con afecciones neurológicas. 2. Los artículos deben estar publicados en español e inglés 3. Ensayos Clínicos Aleatorizados con una calidad metodológica > 4 en la escala PEDro. 4. Artículos cuyo resultado en las intervenciones tuvieron un valor de $p < 0,01$ a $p < 0,05$ (Arias & Molina, 2017; Kain & MacLaren, 2007). Se excluyeron las investigaciones cuyo tratamiento fuera solo deportivo y/o tratamiento con medicamentos.

4. Extracción de datos

Se evaluó la calidad metodológica de los artículos por medio de la escala de PEDro (Macedo et al., 2010; Sherrington et al., 2000) y en los casos en que se presentaron discrepancias en la calificación se revisó

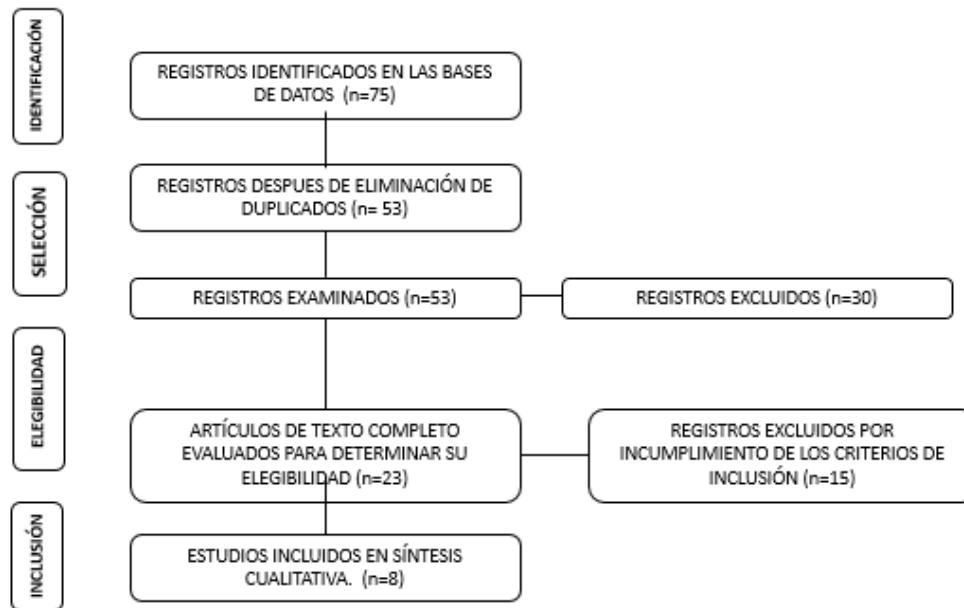
en una segunda oportunidad para llegar al consenso. Teniendo en cuenta los estudios recopilados, se realizó una base de datos en las que se organizó la información por autores, año de publicación, tipo de patología, tipo intervención, cantidad de sesiones de tratamiento, duración y tiempo total de intervención.

5. Resultados de la búsqueda

Se identificaron un total de 1966 artículos, en la **tabla 2** se puede observar las especificaciones de la búsqueda de artículos potenciales en las diferentes bases de datos, con diferentes combinaciones de búsqueda.

De los artículos inicialmente recopilados quedan 1916 después de eliminación de duplicados, 136 luego de los registros examinados, 106 en texto completo, de estos se eliminaron 71 por criterios de exclusión, quedando con 35 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión finales. El proceso de selección y eliminación de los artículos se evidencia en el diagrama de flujo.

Figura 1
Diagrama de flujo.



Nota. Adaptado de Page, M. J., et al (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews, p. 5, Copyright 2021).

Tabla 2
Estrategias de búsqueda utilizadas en cada base de datos.

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Cantidad de artículos encontrados	Cantidad de artículos recopilados luego de los filtros
Pubmed	("Postural Balance") AND "Cerebral Palsy"	459	18
	"cerebral palsy" AND "postural control"	742	21
	("Postural Balance") AND "Down Syndrome"]	86	3
	("Postural Balance") AND "Autism Spectrum Disorder"	65	0
ScienceDirect,	("Motor Skills Disorders") AND	163	11
Cochrane Library,	"Postural Balance" cerebral palsy AND postural control treatment	258	0
	("Postural Balance" AND "Cerebral Palsy"	238	79
Scielo	("Postural Balance") AND "Autism Spectrum Disorder"	9	1
	"cerebral palsy" AND "postural control"	4	2
	("Postural Balance") AND "Down Syndrome"	7	1

Nota. Fuente propia

RESULTADOS

1. Características de los estudios incluidos

De los estudios revisados, estos recopilan un total de 1342 participantes en las 35 investigaciones incluidas. Por patología se distribuyeron de la siguiente manera, 582 participantes que tenían Parálisis Cerebral en su mayoría tipo diplejía o hemiplejía espástica, 555 participantes con diagnóstico de trastorno del desarrollo de la coordinación, 157 participantes con diagnóstico de Síndrome de Down y 48 participantes con Trastorno del Espectro Autista (TEA). El rango de edad de los individuos participantes de las investigaciones estuvo entre los 3 a 16 años.

2. Resultados de los estudios incluidos

De acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron 35 artículos relevantes donde las patologías más reportadas fueron la Parálisis Cerebral, los trastornos de coordinación, el Trastorno del Espectro Autista y el Síndrome de Down. Se realizaron clasificaciones por patología para determinar las intervenciones que mostraron mejores implicaciones en nuestras variables de análisis.

En una primera clasificación, la parálisis cerebral fue identificada como una de las principales patologías del Sistema Nervioso Central (SNC) que afecta el control postural y el equilibrio, lo cual resulta en dificultades en la adquisición de hitos del desarrollo, interacción con el medio ambiente y alteraciones neuromusculares que afectan la funcionalidad. Para este grupo poblacional, se encontraron 21 artículos, representando el 60% de las intervenciones recopiladas.

Estos estudios hacen referencia a diferentes estrategias terapéuticas, entre las cuales el uso de tecnologías en rehabilitación y realidad virtual mostró una efectividad del 43% (El-Basatiny & Abdel-Aziem, 2015; El-Shamy & Abd El Kafy, 2014; Gatica-Rojas et al., 2017; Grecco et al., 2013; Hsieh, 2018; Jelsma et al., 2013; Jung et al., 2021; Sajan et al., 2017; Wallard et al., s. f.). Las investigaciones mencionan el uso frecuente de la posturografía con Biodex y/o la escala de equilibrio de Berg como medidas de resultado, identificando cambios significativos en los ajustes posturales medio laterales y anteroposteriores, así como una disminución en el riesgo de caídas y una mayor estabilidad postural. Estos cambios favorecieron los patrones motores sedente y bípedo, así como los parámetros temporales-espaciales de la marcha. Se observaron estos cambios en un período de 4 a 12 semanas, con una frecuencia promedio de 2 a 3 veces por semana durante 30 a 60 minutos por sesión, tal como fue prescrito por los autores en sus investigaciones.

Por otro lado, varios autores mencionaron otras estrategias terapéuticas en el abordaje de la parálisis cerebral y sus alteraciones del control postural. Aquellas que mostraron mejores resultados incluyeron el entrenamiento de tareas duales con un 14% de efectividad (Kumban et al., 2013; Ogwumike et al., 2019; Szturm et al., 2022), el entrenamiento funcional con un 19% (Gulzar & Waris, 2022; Surana et al., 2019), y la terapia de neurodesarrollo (NDT) con un 3% (Tramontano et al., 2017). Además, se exploraron algunas estrategias complementarias como la hipoterapia (Matusiak-Wieczorek et al., 2020), la kinesioterapia (Karabay et al., 2016), el slackline (González

et al., 2020) y las órtesis de cuello de pie (Eid et al., 2018).

Estas terapias compartieron como medida de evaluación de resultados la posturografía estática, la evaluación de la asimetría del miembro superior (SAS) y la Medida de Función Motora Gruesa (GMFM) 66 u 88, con el objetivo de evaluar mejoras en el control de la cabeza, el tronco y la integración del equilibrio estático y dinámico en esta población. Los cambios observados se manifestaron en un rango de intervención de 4 a 12 semanas, con una frecuencia de 2 a 5 veces por semana y una duración de 30 a 60 minutos por sesión.

En cuanto al diagnóstico de trastorno de la coordinación, se identificaron un total de 7 artículos (18% de las investigaciones recolectadas) que abordaron la mejora del control postural en estos pacientes. Los resultados post-evaluación significativos se encontraron en intervenciones que involucraban entrenamiento de fuerza o neuromuscular, según cuatro artículos (42%) (Cheng et al., 2019; Fong, Guo, Cheng, et al., 2016; Fong, Guo, Liu, et al., 2016; Kordi, H., Sohrabi, M., Saberi Kakhki, A., & Attarzadeh Hossini, 2016). Estas mejoras fueron evaluadas mediante posturografía, equilibrio estático por el Test de Evaluación Motora de Bruininks-Oseretsky Segunda Edición (BOT-2), y dinamometría. Entre los beneficios reportados se mencionaron cambios en la fuerza muscular de los miembros inferiores en la cadena flexora y extensora, lo cual favoreció la organización somatosensorial y el equilibrio estático en posición bípeda, tanto con los ojos abiertos como cerrados, así como el rendimiento motor general. Se sugirió una frecuencia de 2 sesiones por semana con una duración promedio de 60 minutos cada una, durante un período total de 12 semanas.

Adicionalmente, en el contexto del trastorno de la coordinación, otros autores (Cavalcante Neto et al., 2020; Fong et al., 2013; Ma et al., 2018) mencionaron intervenciones realizadas a través de taekwondo y tareas específicas en Wii, que generaron beneficios en la coordinación ojo-mano y en el equilibrio

A continuación, se presenta una tabla detallada que resume las principales patologías abordadas en este estudio: parálisis cerebral, síndrome de Down, autismo y trastornos del desarrollo de coordinación. En la tabla se describen las diversas técnicas utilizadas tanto en los grupos de control como en los de intervención, así como su eficacia en la mejora del equilibrio y el control postural en población pediátrica afectada por estas condiciones neurológicas. Esta información proporcionará una visión general de las estrategias terapéuticas más prometedoras para cada una de estas patologías, ayudando así a informar futuras investigaciones y prácticas clínicas.

3.1. PARÁLISIS CEREBRAL

Autor y año	Calidad metodológica según PEDro	Población (N)	Grupo intervención	Grupo control	Medidas de resultado	Resultados post intervención	Frecuencia y duración de la sesión
(Gatica-Rojas et al., 2017)	5/10	32 pacientes con parálisis cerebral con hemiplejía espástica (SHE) y diplejía espástica.	SPT: terapia convencional	Wii-therapy	Posturografía	Mejoría significativa en el GE con una reducción en CoPSway de las semanas 0 a 6 ($P = 0,044$) y de las semanas 2 a 6 ($P = 0,023$). Por el contrario, de las semanas 6 a 10 ($P = 0,001$) y de las semanas 8 a 10 ($P = 0,034$), el CoPSway aumentó significativamente y, por lo tanto, los efectos de la terapia Wii disminuyeron en las semanas 8 y 10. En EC, mostró una reducción significativamente el CoPSway entre las semanas 4 y 6 ($P = 0,028$); sin embargo, este efecto se perdió en la semana 8 ($P=0,017$) y la semana 10 ($P=0,008$).	40 minutos / 3 veces por semana Por 6 semanas
(El-Shamy & Abd El Kafy, 2014)	4/10	30 niños cerebral dipléjica espástica.	GE: Programa tradicional de fisioterapia y entrenamiento de equilibrio en el sistema de Biodex.	GC: programa de ejercicios de fisioterapia tradicional.	Biodex Balance System escala de equilibrio pediátrico	Diferencia significativa en Biodex, GC $p= 0.001$ y $p= 0.001$; GE $p=0.001$ y $p= 0.001$. Mejoría significativamente en los parámetros medidos para el GE, en comparación con el GC ($p < 0,05$)	30 min/d 3 veces / semana 12 semanas

(El-Basatiny & Abdel-Aziem, 2015)	6/10	30 niños con parálisis cerebral hemiparética espástica.	Programa de fisioterapia tradicional y entrenamiento para caminar hacia atrás.	Programa de fisioterapia tradicional.	Sistema de equilibrio Biodex	Mejoría significativa en los índices de estabilidad global, anteroposterior y mediolateral del GE en el nivel más estable (nivel 12) y el nivel moderadamente inestable (nivel 7) ($P < 0.05$). En el GC hubo una mejora significativa, ($P < 0.05$).	25 min/día, 3 días/semana 12 semanas
(Hsieh, 2018)	5/10	40 niños con parálisis cerebral y problemas motores.	El grupo de intervención: juegos de computadora personal (PC) usando la plataforma.	Grupo de control (n = 20) jugó los mismos juegos usando un mouse de computadora.	Escala de equilibrio de Berg (BBS), puntuaciones de la escala de equilibrio avanzada de Fullerton (FAB) y Puntuaciones TUG, escala de postura Midot (MPSA).	En los resultados los efectos principales multivariados del grupo de pacientes fueron significativos $P < 0.05$. Mostraron que el GE tuvo un rendimiento mejor en las pruebas BBS y prueba TUG que el GC.	40 minutos, 5 días/semana 12 semanas
(Sajan et al., 2017)	7/10	20 niños con Pc.	Videojuegos interactivos (IVG) con Nintendo Wii (Wii).	Terapia convencional sola.	1. Posturografía estática- Velocidad de balanceo. Escala de equilibrio de Berg.	Mejoras significativas en ambos grupos en la PBS, $p = 0.012$ en el GC, y $p = 0.017$ en el GE. El GC obtuvo un $p > 0.05$, mientras que el GE obtuvo $p > 0.05$ en la prueba con ojos abiertos. Con los ojos cerrados EL GC obtuvo ($p > 0.05$) mientras que el GE obtuvo ($p > 0.05$). Mejoras significativas en Berg, el GC obtuvo un ($p = 0.012$) al igual que el GE ($p = 0.017$).	45 minutos, 6 días/semana 3 semanas
(Jelsma et al., 2013)	7/10	14 niños con parálisis cerebral espástica hemipléjica.	Nintendo Wii Fit - videojuegos interactivos (IVG).	Fisioterapia convencional.	Escalas modificadas de equilibrio y velocidad de carrera y agilidad (RSA) de la prueba. Bruininks-Oseretsky de Motor Performance 2 el tiempo para subir y bajar escaleras (TUDS).	La puntuación del balance mejoró significativamente ($p = 0.001$). Los cambios a lo largo del tiempo en el RSA ($p = 0.434$) el TUDS ($p = 0.268$) no fueron significativos.	30 minutos, 2 días/semana 9 semanas
(Jung et al., 2021)	5/10	14 niños.	GE: El videojuego Kinect (KVG).	GC: fisioterapia convencional.	Selective Control Assessment of the Lower Extremity (SCALE), la Pediatric Balance Scale (PBS) y GAITRite.	Se mostró mejoras significativas en el GE en todos los ítems de la SCALE (excepto para la abducción de cadera derecha) y la puntuación PBS en comparación con el GC.	GE=80 minutos GC=40 minutos, 3 días/semana- 6 semanas
(Wallard et al., n.d.)	5/10	30 niños de 8 a 10 años.	GE= veinte sesiones de Lokomat® Pediatric //	GC=) Recibió sólo terapia física u ocupacional.	Parámetros espaciotemporales. GMFM, el apoyo simple y doble tiempo.	Sólo la comparación intragrupo para GC muestra diferencia significativa para la prueba GMFM, $P > 0.048$.	40 minutos, 20 sesiones (no especifica intervalo) - 4 semanas



(Grecco et al., 2013)	7/10	15 niños (GE=7) (GC=8)	Entrenamiento de marcha en cinta Rodante.	Entrenamiento de la marcha sobre el suelo.	1- Equilibrio funcional- Escala equilibrio Berg 2-Equilibrio estático- Estabilometría con plataforma de presión Tekscan MatScan System.	El GE tuvo mejoría en comparación con el GC ($p=0,01$). En el GE, seis niños exhibieron menos oscilación en la dirección ML con EO, en la cinta rodante ($p = 0,04$). En el GC tres niños exhibieron menos oscilación en la dirección ML con EO, en el entrenamiento de la marcha sobre el suelo ($p=0,63$). No se encontraron diferencias dentro y entre grupos con respecto a la oscilación en la dirección ML con EC ($p> 0.05$).	30 minutos, 2 días/semana 7 semanas
(Szturm et al., 2022)	8/10	20 niños con parálisis cerebral.	El grupo experimental (XG), recibió un programa de ejercicios de equilibrio de doble tarea (DT) basado en juegos.	Entrenamiento de equilibrio convencional.	Escala de Equilibrio Pediátrico (PBS), (b) Medida de la función motora gruesa-88 (GMFM-88) y (c) medidas computarizadas del desempeño del equilibrio de pie durante varias condiciones de tareas duales.	Mejoras significativas en el GE en EO $P<0.03$, VMT $P<0.05$ y VCG $P< 0.001$. Respecto al GC hubo mejoría a nivel VCG $P< 0.004$.	45 minutos, 3 días/semana 12 semanas
(Ogwumike et al., 2019)	5/10	39 niños.	Entrenamiento orientado a tareas sobre función motora y equilibrio.	Fisioterapia convencional.	GMFM-66. Equilibrio: Prueba de Timed Up and Go (TUG).	Mejoras significativas a nivel del balance TUG en el GE con $p=0.000$. Respecto al GC no fue significativo con $p=0.23$. A nivel de la GMFM-66 ambos grupos presentan diferencias significativas GE $p=0.000$; GC $p=0.000$).	GE= 2 días/semana, GC= 40 minutos, 2 días/semana 12 semanas
(Kumban et al., 2013)	5/10	21 niños con PC.	Programa de ftp tradicional y obtuvieron un entrenamiento adicional en la tarea de sentarse y pararse.	Recibieron un programa de fisioterapia.	La Escala de Evaluación Motora (MAS: sit-to-stand), la Escala de Equilibrio Pediátrico (PBS), la Prueba de Alcance Funcional y la FTSST.	La FTSST se correlacionó significativamente con la SMA ($\rho = -0,733$) y con la SBP ($\rho = -0,813$) en todos los niños con PC. No hubo diferencias significativas en todos los resultados entre los grupos. Sin embargo, la FTSST y la MAS en niños con niveles I-II de la GMFM fueron significativamente diferentes entre el pre y el post entrenamiento dentro del GEI ($p = 0,03$).	21 minutos, 2 días/semana GC: Una vez/semana 7 semanas
(Surana et al., 2019)	6/10	24 pacientes con pc espástica.	Protocolo de entrenamiento funcional intensivo (LIFT) de LE.	El grupo de control H-HABIT realizó actividades bimanuales.	Prueba de caminata de 1 minuto (1MWT) Prueba de caminata de 10 metros (velocidad de marcha rápida y autoselección), levantamiento de silla de 30 s (fuerza), postura de una sola pierna en el lado afectado (equilibrio) ABILO-CO-kids.	El GE mostró una mayor mejoría para los niños 1MWT ($P = .017$) y ABILO-CO-kids ($P = .008$) en comparación con el GC.	2h / d, 5 d / semana 9 semana

(Gulzar & Waris, 2022)	5/10	16 niños parálisis cerebral.	Grupo de entrenamiento funcional	Terapia convencional.	Pediatric Balance Scale (PBS), Trunk Control Measurement Scale (TCMS), Five Times Sit-to-Stand Test (FTSST) Timed Up and Go (TUG) test.	Análisis intragrupo, mostraron diferencias estadísticamente en todas las variables reportadas, con un p valor 0.	3 veces a la semana, y cada sesión duró 45-60 min. 8 semanas
(Tramontano et al., 2017)	5/10	13 niños.	Programa de terapia de neurodesarrollo (NDT) y adicionalmente tres ejercicios rehabilitación vestibular (VR).	Programa de terapia de neurodesarrollo (NDT).	GMFM-88, Escala de logro de objetivos (GAS) y acelerómetro triaxial.	Mejora significativa del GE con respecto a la puntuación GAS ($p = .003$). En el GC, la mejora no fue estadísticamente significativa ($p = .063$). El GC como el CE indujeron una mejora significativa en la puntuación GMFM ($p = .005$; $p = .034$).	GE= 50 min (20 min de NDT y 30 min de VR). GC= 50 minutos, 2 días/semana 5 semanas
(Matusiak-Wieczorek et al., 2020)	8/10	45 niños con diplegia espástica o hemiplegia.	GE I y II: Hipoterapia	GC: No fue sometido a la Hipoterapia.	Para evaluar la postura de los niños se utilizó la Escala de evaluación sentada (SAS).	Mejoría significativa en SAS el GE I, en la evaluación del control de la posición de la cabeza, la función del brazo, $p = 0,012$ el control del tronco $p = 0,005$ y en el GE II en el control del tronco ($p = 0,028$). Evaluación de la postura corporal entre el GE I y el GC ($p = 0,001$) y el GE II y el GC ($p = 0,051$). Evaluación de la postura corporal en los niños del primer nivel de GMFCS entre el GE I y el GC I ($p = 0,001$) y el GE I y el GE II ($p = 0,030$).	GE I y II: 30 minutos, 2 días/semana 12 semanas GC: No lo especifican.
(Karabay et al., 2016)	4/10	61 niños con parálisis cerebral diplegia espástica.	Grupo KT: Kinesio Taping. NMES: estimulación eléctrica neuromuscular.	NDT: terapia de neurodesarrollo, se administró terapia Bobath.	El equilibrio sentado se evaluó mediante el subconjunto sentado de la GMFM. Los ángulos cifóticos se evaluaron según las radiografías laterales de los niños utilizando el método de Cobb.	GMFM mejoró significativamente en todos los grupos $p < 0,01$ Diferencia significativa en los valores de cifosis en todos los grupos $p < 0,001$. Sin embargo, los niveles de cambio fueron más prominentes en el GE que en el GC.	GE= No se especifica. GC= 75 minutos, GE= GC= 4 días/semana 4 semanas
(González et al., 2020)	6/10	26 paciente con PC.	GE: slackline	GC: slackline y ejercicio terapéutico	"Abalakov Velocidad Xspeed posturografía estática Rendimiento del salto Speed	La intervención de GI y no el GC produjo beneficios significativos entre los grupos para Speed $p = 0,041$. Se encontraron dos interacciones significativas de grupo por tiempo para la prueba de Xspeed y Abalakov ($p = 0,006$ y $p = 0,015$, respectivamente, con la intervención de GE y no con el GC.	GE y GC: 30 minutos, 3 días/semana 6 semanas
(Eid et al., 2018)	7/10	30 niños con parálisis cerebral diplegia espástica.	GE: Fisioterapia convencional y ortesis de pie y tobillo (AFO) + TWO Twister wrap orthosis.	GC: Fisioterapia convencional y ortesis de pie y tobillo (AFO). técnicas de neurodesarrollo, entrenamiento propioceptivo.	Plataforma de presión (FDM-S). y equilibrio con Sistema de Estabilidad Biodex.	GE y GC mostraron una disminución significativa en la presión de la mitad del pie con un $p < 0,05$. En el GC mostró que no hubo diferencias significativas en la OSI, APSI y MLSI entre antes y después del tratamiento ($p > 0,05$).	GE y GC: 1 hora, 5 días/semana 12 semanas

3.2. TRASTORNO DEL DESARROLLO DE LA COORDINACIÓN

Autor y año	Calidad metodológica según PEDro	Población (N)	Grupo intervención	Grupo control	Medidas de resultado	Resultados post intervención	Frecuencia y duración de la sesión
(Cheng et al., 2019)	7/10	88 niños	El entrenamiento neuromuscular (NMT).	Actividades diarias normales y la atención médica habitual.	Posturografía dinámica computarizada (CDP) , analizando la energía de balanceo (SES) y electromiografía de superficie (EMG) (gastrocnemio medial, isquiotibial medial, tibial anterior y recto femoral).	SES GE (P = 0,004)	2 sesiones por semana de 40 minutos 12 semanas
(Kordi, H., Sohrabi, M., Saberi Kakhki, A., & Attarzadeh Hossini, 2016)	6/10	30 niños	Entrenamiento de fuerza, con ejercicios elásticos Thera-band flexibles.	Ejercicios de rutina en la clase de educación física.	Dinamómetro manual, y se utilizó la prueba de competencia motora de Bruininks-Oseretsky Segunda edición (BOT-2) para medir el equilibrio estático y dinámico.	Fuerza muscular (P <0,001) BOT-2: equilibrio estático GE: p <0,05; GE: dinámico (P > 0,05).	2 sesiones por semana de 40 minutos 12 semanas
(Fong, Guo, Cheng, et al., 2016)	7/10	161 niños	Entrenamiento funcional de movimiento y potencia (FMPT) un programa de entrenamiento funcional de movimiento (FMT).	Ningún tipo de entrenamiento.	La prueba de organización sensorial (SOT) con el resultado de puntuación de equilibrio (ES).	FMPT en el SOT en la condición 6 (P = 0,003).	2 veces por semana 90 minutos por sesión 12 semanas
(Fong, Guo, Liu, et al., 2016)	7/10	55 niños	Entrenamiento de movimiento funcional (FMT).	Ningún tipo de entrenamiento.	Prueba de postura unilateral, puntajes UST Equilibrio funcional Batería de evaluación del movimiento para niños (MABC).	MABC y UST (P < 0,05).	2 sesiones 90 minutos por sesión 12 semanas
(Cavalcante Neto et al., 2020)	5/10	32 niños	Tareas en Wii: Tenis de mesa, disco volador, tiro con arco, bolos, caminar sobre la cuerda floja y balanza de canicas.	Intervención de entrenamiento para tareas específicas (TST): tenis de mesa, disco volador, tiro con arco, bolos, barra de equilibrio y disco de equilibrio.	MABC-2	MABC-2 GE: (p < 0.01) MABC-2 GC: (p < 0.01)	60 minutos 2 días por semana 6 semanas
(Fong et al., 2013)	6/10	44 niños	Entrenamiento de taekwondo.	No recibió intervención.	Fuerza isocinética de los músculos de la rodilla a tres velocidades de movimiento, prueba de control motor (MCT) una prueba de postura unilateral (UST).	Fuerza muscular isocinética de la rodilla GE: (p>0,0083). UST GE: (p<0.001). MCT (p>0,025).	1 sesión semanal de 60 minutos 12 semanas
(Ma et al., 2018)	6/10	145 niños	Entrenamiento TKD adaptado.	Ejercicio de jogging.	EHF = coordinación ojo-mano MABC: Batería de evaluación del movimiento para niños.	MABC mejoró en ambos grupos a lo largo del tiempo (<0,017) y EHC: los 3 (0,009) y a los 6 meses (0,016).	1 sesión semanal de 60 minutos 12 semanas

3.3. SÍNDROME DE DOWN

Autor y año	Calidad metodológica según PEDro	Población (N)	Grupo intervención	Grupo control	Medidas de resultado	Resultados post intervención	Frecuencia y duración de la sesión
(Eid et al., 2017)	7/10	31 niños	Terapia convencional más entrenamiento isocinético.	Terapia convencional.	Dinamómetro isocinético. Se utilizó el sistema multiarticular de prueba y rehabilitación Biodex System 3 Equilibrio postural - Sistema de Estabilidad Biodex.	Equilibrio postural y el par máximo de los flexores y extensores de la rodilla ($P < 0,05$).	3 sesiones por semana 60 min 12 semanas
(Nahla et al., 2022)	4/10	30 niños	Estimulación mecánica vestibular más un programa de terapia física.	Programa de fisioterapia enfocado en ejercicios de equilibrio.	Índices de equilibrio por medio de Biodex Balance System.	Índice de equilibrio $p > 0,05$.	3 sesiones por semana 60 minutos 3 meses
(Gómez Álvarez et al., 2018)	7/10	16 niños	Ejercicio con nintendo Wii Fit junto con la Wii Balance Board (CWBB).	No recibió intervención	Desarrollo motor grueso: Test of Gross Development (TGMD-2) Control postural.	Prueba TGMD-2 y su subprueba de manipulación ($p < 0,01$).	2 sesiones por semana 20 minutos 5 semanas
(Apoloni et al., 2013)	7/10	12 niños	Salto, carreras, juegos y caminatas sobre trampolín (3m de diámetro).	No recibió intervención	Control postural: desplazamiento total del centro de presión, área del centro de presión, amplitud media en las direcciones anteroposterior (AP) y mediolateral (ML), media velocidad y frecuencia media también en ambas direcciones.	desplazamiento total ($p = 0,01$), área COP ($p = 0,01$), velocidad anteroposterior media ($p = 0,01$), velocidad lateral media ($p = 0,00$) y frecuencia anteroposterior media ($p = 0,05$).	3 días por semana, duración de 10 minutos. 12 semanas
(Azab et al., 2022)	7/10	32 niños	Ejercicios de ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC) basados en trampolín.	Recibieron fisioterapia estándar	Dinamometría Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP).	Subescala de equilibrio BOTMP ($p = 0,001$) Fuerza de miembros inferiores ($p < 0,05$)	15 minutos 2 veces por semana 12 semanas
(Raghupathy et al., 2022)	7/10	36 niños	Danza clásica india.	Entrenamiento neuromuscular.	Desarrollo motor grueso-2 (TGMD-2) la prueba de cuatro pasos cuadrados (FSST) la escala de equilibrio pediátrica	TGMD-2 diferencias entre grupos= $p = 0,001$ - Prueba de cuatro pasos cuadrados (FSST) : Diferencias entre grupos: $p = 0,001$ -Escala de equilibrio pediátrica: $p = 0,828$	18 sesiones 6 semanas



3.4. TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA

Autor y año	Calidad metodológica según PEDro	Población (N)	Grupo intervención	Grupo control	Medidas de resultado	Resultados post intervención	Frecuencia y duración de la sesión
(Sarabzadeh et al., 2019)	4/10	18 niños	Tai Chi.	No realizó ningún entrenamiento físico regular durante el período de estudio.	M-ABC-2: destreza manual habilidades con el balón equilibrio estático y dinámico.	M-ABC-2: destreza manual: 0.95 habilidades con el balón < 0.001 equilibrio estático y dinámico < 0.001 Total < 0.001.	18 sesiones de 60 minutos 6 semanas
(Ansari et al., 2021)	4/10	30 niños	Ejercicios acuáticos.	Intervención Técnicas Kata.	-Prueba modificada de la posición de la cigüeña (Equilibrio estático) -Prueba de marcha de talón a punta (Equilibrio dinámico).	Los resultados mostraron que ambas intervenciones tuvieron un efecto significativo sobre las habilidades de equilibrio ($p < 0,001$);	2 sesiones por semana de 60 minutos 10 semanas

Nota. Fuente propia

DISCUSIÓN

Esta revisión sistemática se centró en examinar diversas propuestas de intervenciones destinadas a abordar el control postural y el equilibrio en pacientes pediátricos con trastornos del neurodesarrollo. Identificar intervenciones efectivas es crucial no solo para mejorar la calidad de vida de estos niños, sino también para proporcionar una base sólida de evidencia que guíe a los profesionales de la salud en la selección de tratamientos adecuados. A través de la recopilación y el análisis de una variedad de artículos relevantes, se obtuvieron resultados significativos que enriquecieron la discusión actual sobre este tema, como se pudo observar en la tabla anterior.

En particular, las intervenciones de terapia virtual, como la realidad virtual (RV), Nintendo Wii y el juego de computadora interactivo (ICP) (Pin, 2019; Wu & Ren, 2019), se consideraron beneficiosas para el tratamiento de niños y adolescentes con parálisis cerebral. Estas herramientas no solo ofrecen una alternativa atractiva y motivadora para los pacientes, sino que también han demostrado ser eficaces en mejorar el equilibrio y el control postural. Basándose en la revisión de ocho artículos, se encontró evidencia que respalda el uso de estas intervenciones para mejorar el equilibrio en niños con parálisis cerebral. La incorporación de estas tecnologías en los programas de rehabilitación podría revolucionar la manera en que se aborda la terapia, permitiendo intervenciones más personalizadas y efectivas.

Además, la importancia de este estudio radica en su capacidad para destacar las áreas donde se necesita más investigación y desarrollo. Al reflexionar sobre los hallazgos, se puede concluir que, aunque las terapias virtuales muestran un gran potencial,

es esencial continuar investigando para optimizar sus aplicaciones y determinar las mejores prácticas para diferentes subgrupos de pacientes. Identificar las intervenciones más efectivas no solo mejora los resultados clínicos, sino que también puede influir en la política de salud y la asignación de recursos, asegurando que los pacientes reciban las mejores opciones de tratamiento disponibles.

Se ha observado que la realidad virtual fue efectiva en el tratamiento del equilibrio en niños con parálisis cerebral. Sin embargo, la evidencia sugiere que la realidad virtual por sí sola no supera a la rehabilitación convencional en lo que respecta a la función de los miembros superiores e inferiores (Fandim et al., 2021). Por otro lado, se ha demostrado que la terapia con Nintendo Wii (NWT) es eficaz para mejorar tanto el equilibrio funcional como el dinámico durante la ejecución del patrón de la marcha en niños con parálisis cerebral, especialmente cuando se combina con fisioterapia convencional (CPT) en sesiones de al menos 30 minutos y durante más de 3 semanas (Sousa et al., 2023; Araújo et al., 2020; Montoro-Cárdenas et al., 2021; Warnier et al., 2020).

Además, la realidad virtual ha mostrado ser una intervención eficaz para mejorar la función motora en niños con parálisis cerebral (Ravi et al., 2017). Se ha observado que el juego de computadora interactivo (ICP) es más efectivo que la terapia convencional para mejorar el control postural y el equilibrio (Pin, 2019). En general, la rehabilitación de realidad virtual se considera una intervención prometedora con un gran potencial para mejorar el equilibrio y las habilidades motoras en niños y adolescentes con parálisis cerebral (Ravi et al., 2017).

Por otro lado, como mencionan Dewar et al. (2015), la realidad virtual ofrece diferentes posibilidades de tratamiento “utilizando información sensorial artificial para simular experiencias o actividades de la vida real” y, en el caso particular de pacientes con parálisis cerebral, mejora su equilibrio en actividades funcionales, especialmente cuando la prescripción es intensiva (diez sesiones de 45 minutos durante una semana).

De acuerdo con Araujo (2020), se encontró un gran efecto adicional sobre el control postural cuando las intervenciones de entrenamiento del equilibrio se combinaron con el tratamiento del desarrollo neurológico a corto plazo. Asimismo, Merino et al. (2022) especifican en su revisión que “un programa de entrenamiento de fuerza tiene efectos funcionales y de actividad positivos sobre la fuerza muscular, el equilibrio, la velocidad de la marcha y la función motora gruesa sin aumentar la espasticidad en niños y adolescentes con parálisis cerebral en los niveles I, II y III del Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa, cuando se utilizan dosis y principios específicos”.

En el caso de pacientes con diagnóstico de trastorno de la coordinación, los resultados de los artículos recopilados especificaron que las mejores intervenciones se centran en el entrenamiento de fuerza o neuromuscular (Cheng et al., 2019; Fong, Guo, Cheng, et al., 2016; Fong, Guo, Liu, et al., 2016; Kordi et al., 2016). Sin embargo, las revisiones sistemáticas realizadas en relación con las intervenciones que pueden ser efectivas para esta población muestran una diversidad de enfoques en rehabilitación. Estos incluyen el entrenamiento orientado a la tarea, terapia acuática, tenis de mesa, trabajo con consola de videojuegos, e intervenciones psicomotoras y motoras. Estas intervenciones son muy variadas y proporcionan diferentes fuentes de tratamiento en rehabilitación pediátrica, pero no permiten determinar cuál es el tipo de intervención que muestra mayor efectividad para estos pacientes.

Así mismo, como lo presenta Balayi et al. (2022), el uso de la estimulación eléctrica neuromuscular y las aplicaciones de Kinesio Taping mostraron una diferencia sustancial en la calificación global de control postural, equilibrio dinámico y equilibrio funcional. Estas alternativas proporcionan al terapeuta diversas opciones de intervención que pueden beneficiar a la población con trastorno de la coordinación y podrían representar propuestas adicionales en la rehabilitación postural y motora.

Para los pacientes con diagnóstico de Síndrome de Down y Trastorno del Espectro Autista, los artículos recopilados ofrecen diversas alternativas de tratamiento que pueden generar beneficios positivos en el control postural y el equilibrio, así como promover mayor independencia en las actividades de la vida diaria. Estos hallazgos también se ven respaldados

por los resultados reportados por (Lopes et al., 2020) quienes encontraron que entrenamientos como la realidad virtual generan mejoras en la coordinación motora y las funciones sensoriomotoras, y pueden utilizarse como complemento de otras intervenciones de rehabilitación.

Además, dentro de este tipo de intervenciones se propone el uso de entrenamiento neuromuscular, que fue una de las intervenciones que mostró mayor efectividad para la población con trastorno de la coordinación. En el caso puntual de los pacientes con diagnóstico de síndrome de Down, se encontró que este tipo de entrenamiento favorece la fuerza en general y mejora el control superior del centro de gravedad en la prueba de equilibrio de una sola pierna (Sugimoto et al., 2016).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la Realidad Virtual (RV) presenta beneficios tanto a corto como a mediano plazo en la mejora del control postural y las habilidades motoras en niños con diagnóstico de parálisis cerebral. Aunque se observó una variabilidad en la calidad de la evidencia, oscilando entre moderada y baja, existe confianza limitada en la estimación del efecto de la RV en comparación con otras estrategias terapéuticas, como el entrenamiento vestibular, neurodesarrollo y dual task.

Es importante destacar que, en el caso de trastornos de coordinación, el entrenamiento neuromuscular o de fuerza se identificó como la intervención más efectiva. Además, en el contexto de niños con síndrome de Down y Trastorno del Espectro Autista (TEA), se evidenció que enfoques combinados, que integran terapias físicas convencionales con tratamientos innovadores como la Realidad Virtual, terapia acuática, entre otros, resultan más beneficiosos.

No obstante, se subraya la necesidad imperante de realizar investigaciones adicionales para profundizar en el conocimiento y mejorar las estrategias fisioterapéuticas en el ámbito de la Neurorrehabilitación. Este enfoque de investigación continua es esencial para proporcionar un abordaje integral y holístico en el tratamiento de pacientes con condiciones neurológicas. La expansión de la evidencia científica contribuirá a perfeccionar las terapias existentes y desarrollar nuevas intervenciones que promuevan una mejora significativa en la calidad de vida de estos pacientes.

Los artículos recopilados no muestran una prescripción estandarizada teniendo en cuenta la frecuencia y duración de las sesiones de las intervenciones que mostraron mayor efectividad, así mismo que para evaluar el efecto de las intervenciones no se evidencian escalas de evaluación homogéneas para estimar los resultados significativos de las intervenciones. Además, en el caso de los pacientes con Síndrome de Down y Trastorno del Espectro Autista, las investigaciones mostraron diversidad de intervenciones lo cual dificulta concluir cuál es la intervención que mejores resultados demuestra para esta población.



Imagen tomada de <https://www.freepik.es>

CONFLICTO DE INTERES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Para la producción de este manuscrito no se utilizaron recursos o financiación.

BIBLIOGRAFÍA

- Ansari, S., Hosseinkhanzadeh, A. A., AdibSaber, F., Shojaei, M., & Daneshfar, A. (2021). The Effects of Aquatic Versus Kata Techniques Training on Static and Dynamic Balance in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(9), 3180–3186. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04785-w>
- Apoloni, B. F., Evelin, F., Lima, B., Luiz, J., & Vieira, L. (2013). Efetividade de um programa de intervenção com exercícios físicos em cama elástica no controle postural de crianças com Síndrome de Down. *Rev Bras Educ Fís Esporte*, 27(2), 217–223.
- Araújo, P. A., Starling, J. M. P., Oliveira, V. C., Gontijo, A. P. B., & Mancini, M. C. (2020). Combining balance-training interventions with other active interventions may enhance effects on postural control in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Brazilian journal of physical therapy*, 24(4), 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.04.005>
- Azab, A. R., Mahmoud, W. S., Basha, M. A., Hassan, S. M., Morgan, E. N., Elsayed, A. E., Kamel, F. H., & Elnaggar, R. K. (2022). Distinct effects of trampoline-based stretch-shortening cycle exercises on muscle strength and postural control in children with Down syndrome: a randomized controlled study. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 26(6), 1952–1962. https://doi.org/10.26355/eu-rrev_202203_28343
- Balayi, E., Sedaghati, P., & Ahmadabadi, S. (2022). Effects of neuromuscular training on postural control of children with intellectual disability and developmental coordination disorders: Neuromuscular training and postural control. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05569-2>
- Cavalcante Neto, J. L., Steenbergen, B., Wilson, P., Zamunér, A. R., & Tudella, E. (2020). Is Wii-based motor training better than task-specific matched training for children with developmental coordination disorder? A randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation*, 42(18), 2611–2620. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1572794>
- Cheng, Y. T. Y., Wong, T. K. S., Tsang, W. W. N., Schooling, C. M., Fong, S. S. M., Fong, D. Y. T., Gao, Y., & Chung, J. W. Y. (2019). Neuromuscular training for children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Medicine*, 98(45), e17946. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017946>
- Cumpston Miranda, C. J. (2022, February). Chapter II: Planning a Cochrane Review.
- Dewar, R., Love, S., & Johnston, L. M. (2015). Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: A systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 57(6), 504–520. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12660>
- Eid, M. A., Aly, S. M., Huneif, M. A., & Ismail, D. K. (2017). Effect of isokinetic training on muscle strength and postural balance in children with Down's syndrome. *International Journal of Rehabilitation Research*, 40(2), 127–133. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000218>
- Eid, M. A., Aly, S. M., & Mohamed, R. A. (2018). Effect of twister wrap orthosis on foot pressure distribution and balance in diplegic cerebral palsy. In *J Musculoskelet Neuronal Interact* (Vol. 18, Issue 4). <http://www.ismni.org>
- El-Basatiny, H. M. Y., & Abdel-Aziem, A. A. (2015). Effect of backward walking training on postural balance in children with hemiparetic cerebral palsy: A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 29(5), 457–467. <https://doi.org/10.1177/0269215514547654>
- El-Shamy, S. M., & Abd El Kafy, E. M. (2014). Effect of balance training on postural balance control and risk of fall in children with diplegic cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*, 36(14), 1176–1183. <https://doi.org/10.3109/09638288.2013.833312>
- Fong, S. S. M., Chung, J. W. Y., Chow, L. P. Y., Ma, A. W. W., & Tsang, W. W. N. (2013). Differential effect of Taekwondo training on knee muscle strength and reactive and static balance control in children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*, 34(5), 1446–1455. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.01.025>
- Fong, S. S. M., Guo, X., Cheng, Y. T. Y., Liu, K. P. Y., Tsang, W. W. N., Yam, T. T. T., Chung, L. M. Y., & Macfarlane, D. J. (2016). A novel balance training program for children with developmental coordination disorder a randomized controlled

- 33

- Ma, A. W. W., Fong, S. S. M., Guo, X., Liu, K. P. Y., Fong, D. Y. T., Bae, Y. H., Yuen, L., Cheng, Y. T. Y., & Tsang, W. W. N. (2018). Adapted Taekwondo Training for Prepubertal Children with Developmental Coordination Disorder: A Randomized, Controlled Trial. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28738-7>
- Macedo, L. G., Elkins, M. R., Maher, C. G., Moseley, A. M., Herbert, R. D., & Sherrington, C. (2010). There was evidence of convergent and construct validity of Physiotherapy Evidence Database quality scale for physiotherapy trials. *Journal of Clinical Epidemiology*, 63(8), 920–925. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.10.005>
- Matusiak-Wieczorek, E., Dzikowska-Zaborszczyk, E., Synder, M., & Borowski, A. (2020). The influence of hippotherapy on the body posture in a sitting position among children with cerebral palsy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 1–9. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186846>
- Merino-Andrés, J., García de Mateos-López, A., Damiano, D. L., & Sánchez-Sierra, A. (2022). Effect of muscle strength training in children and adolescents with spastic cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 36(1), 4–14. <https://doi.org/10.1177/02692155211040199>
- Montoro-Cárdenas, D., Cortés-Pérez, I., Zagalaz-Anula, N., Osuna-Pérez, M. C., Obrero-Gaitán, E., & Lomas-Vega, R. (2021). Nintendo Wii Balance Board therapy for postural control in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 63(11), 1262–1275. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14947>
- Nahla, M. I., El-Sayed, S. E., Ragaa, A. E. E., & El Ghar, A. E. H. A. A. (2022). Mechanical vestibular stimulation versus traditional balance exercises in children with Down syndrome. *African Health Sciences*, 22(1), 377–383. <https://doi.org/10.4314/ahs.v22i1.46>
- Ogwumike, O. O., Badaru, U. M., & Adeniyi, A. F. (2019). Effect of task-oriented training on balance and motor function of ambulant children with cerebral palsy. *Rehabilitation*, 53(4), 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2019.07.003>
- Pin T. W. (2019). Effectiveness of interactive computer play on balance and postural control for children with cerebral palsy: A systematic review. *Gait & posture*, 73, 126–139. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.07.122>
- Raghupathy, M. K., Divya, M., & Karthikbabu, S. (2022). Effects of Traditional Indian Dance on Motor Skills and Balance in Children with Down syndrome. *Journal of Motor Behavior*, 54(2), 212–221. <https://doi.org/10.1080/00222895.2021.1941736>
- Sajan, J. E., John, J. A., Grace, P., Sabu, S. S., & Tharion, G. (2017). Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: A pilot, randomized controlled trial. *Developmental Neurorehabilitation*, 20(6), 361–367. <https://doi.org/10.1080/17518423.2016.1252970>
- Sarabzadeh, M., Azari, B. B., & Helalizadeh, M. (2019). The effect of six weeks of Tai Chi Chuan training on the motor skills of children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(2), 284–290. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.01.007>
- Sherrington, C., Herbert, R. D., Maher, C. G., & Moseley, A. M. (2000). PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. *Manual Therapy*, 5(4), 223–226. <https://doi.org/10.1054/math.2000.0372>
- Sousa, C. V., Lee, K., Alon, D., Sternad, D., & Lu, A. S. (2023). A Systematic Review and Meta-analysis of the Effect of Active Video Games on Postural Balance. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 104(4), 631–644. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.01.002>
- Surana, B. K., Ferre, C. L., Dew, A. P., Brandao, M., Gordon, A. M., & Moreau, N. G. (2019). Effectiveness of Lower-Extremity Functional Training (LIFT) in Young Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 33(10), 862–872. <https://doi.org/10.1177/1545968319868719>
- Szturm, T., Parmar, S. T., Mehta, K., Shetty, D. R., Kanitkar, A., Eskicioglu, R., & Gaonkar, N. (2022). Game-Based Dual-Task Exercise Program for Children with Cerebral Palsy: Blending Balance, Visuomotor and Cognitive Training: Feasibility Randomized Control Trial. *Sensors*, 22(3). <https://doi.org/10.3390/s22030761>
- Tramontano, M., Medici, A., Iosa, M., Chiariotti, A., Fusillo, G., Manzari, L., & Morelli, D. (2017). The effect of vestibular stimulation on motor functions of children with cerebral palsy. *Motor Control*, 21(3), 299–311. <https://doi.org/10.1123/mc.2015-0089>
- VidalSamsó, J. (2020). La neurorrehabilitación, un proceso de alta complejidad. *Revista de Neu-*



rologia, 70(12), 433. <https://doi.org/10.33588/RN.7012.2019481>

Wu, J., Loprinzi, P. D., & Ren, Z. (2019). The Rehabilitative Effects of Virtual Reality Games on Balance Performance among Children with Cerebral Palsy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International journal of environmental research and public health*, 16(21), 4161. <https://doi.org/10.3390/ijerph16214161>

Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y., & Bredin, J. (n.d.). Effect of robotic-assisted gait rehabilitation on dynamic equilibrium control in the gait of children with cerebral palsy. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.11.007>

NOTAS

¹ Fisioterapeuta, Especialista en Fisioterapia en Neurorrehabilitación, Máster Universitario en Sistemas Integrados de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la Calidad, el Medio Ambiente y la Responsabilidad Social Corporativa. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6658-5310>. Correo: jadespitia@gmail.com - jadynur11@gmail.com

² Fisioterapeuta, Magíster en Fisioterapia en Neurorrehabilitación. ORCID: 0009-0002-5834-786X. Correo: Ft.alejandraorjuelar@gmail.com