



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

**EFFECTO DE LA TERAPIA DE VIBRACIÓN DE CUERPO COMPLETO
"WHOLE BODY VIBRATION" EN PACIENTES CON PARÁLISIS CEREBRAL
INFANTIL DE TIPO ESPÁSTICO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Presentado por María Sesma Rincón

Tutor: Ricardo Medrano de la Fuente

Soria, a 5 de junio de 2023

Resumen

Introducción: La parálisis cerebral infantil es un trastorno que implica desórdenes permanentes del movimiento y la postura que limitan la funcionalidad. En cuanto a la parálisis cerebral infantil de tipo espástico, es el tipo más común de este trastorno y se caracteriza principalmente por la presencia de la espasticidad. Otros de los signos más comunes de esta patología son la debilidad muscular y la dificultad para disociar movimientos que provocan déficits en el equilibrio, la marcha o la función motora gruesa. En los últimos años, se han estudiado los efectos de la *whole body vibration* sobre los pacientes con parálisis cerebral infantil.

Objetivos: El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar los efectos de la *whole body vibration* en pacientes con parálisis cerebral infantil de tipo espástico sobre la marcha, el equilibrio, la espasticidad, la función motora gruesa y la fuerza. Además, como objetivo secundario se buscó conocer la forma de aplicación más efectiva de la técnica *whole body vibration* para el tratamiento de este trastorno.

Material y métodos: Se realizó una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados publicados en las bases de datos Medline (PubMed), PEDro, Scopus, Web of Science y Cochrane Library.

Resultados: Tras analizar los criterios de inclusión se incorporaron 11 estudios en la revisión sistemática. Los estudios incluidos indicaron que la *whole body vibration* es una técnica efectiva para el tratamiento de la parálisis cerebral infantil espástica, generando beneficios en la marcha, el equilibrio, la función motora gruesa y la fuerza, y con resultados inconcluyentes con respecto a la espasticidad.

Conclusiones: La *whole body vibration* es una técnica de fisioterapia segura que se plantea como un método de tratamiento de la parálisis cerebral infantil espástica combinado con otras técnicas activas de fisioterapia. Futuras investigaciones son requeridas para valorar los parámetros de la *whole body vibration* para establecer la forma de tratamiento más eficaz.

Palabras clave

Parálisis cerebral infantil espástica; vibración a cuerpo completo; fisioterapia; pediatría.

Índice

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción..... | 1 |
| 1.1. Justificación..... | 2 |
| 2. Objetivos..... | 2 |
| 3. Material y métodos | 2 |
| 3.1. Estrategia de búsqueda | 2 |
| 3.2. Selección de los artículos | 2 |
| 3.3. Análisis y síntesis de los datos | 3 |
| 4. Resultados..... | 3 |
| 4.1. Características de los estudios | 3 |
| 4.2. Efectos terapéuticos | 5 |
| 4.3. Calidad metodológica de los estudios incluidos..... | 6 |
| 5. Discusión | 16 |
| 6. Conclusión..... | 19 |
| 7. Bibliografía..... | 19 |

Listado de abreviaturas

| | |
|---------------|---|
| BBS | <i>Biodex Balance System</i> |
| BSS | <i>Biodex Stability System</i> |
| ECA | Ensayo Clínico Aleatorizado |
| GMFM | <i>Gross Motor Function Measurement</i> |
| MAS | <i>Modified Asworth Scale</i> |
| MTUG | <i>Modified Timed Up and Go</i> |
| PCI | Parálisis Cerebral Infantil |
| PEDro | <i>Physiotherapy Evidence Database</i> |
| PRISMA | <i>Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta – analysis</i> |
| TUG | <i>Timed Up and Go</i> |
| WBV | <i>Whole Body Vibration</i> |
| 6MWT | <i>Six – Minute Walking Test</i> |

1. Introducción

La parálisis cerebral infantil (PCI) es un conjunto de desórdenes permanentes del movimiento y de la postura que producen una limitación de la actividad. Estos desórdenes son causados por un daño no progresivo que ocurre durante el desarrollo del cerebro fetal o del recién nacido. La PCI corresponde con la causa más común de discapacidad motora en población infantil. La prevalencia de esta patología es de 2 a 3 niños de cada 1.000 recién nacidos vivos, y es inversamente proporcional a la edad gestacional y al peso al nacimiento. Entre las causas más comunes de este trastorno se encuentran la prematuridad, el crecimiento intrauterino retardado, las infecciones intrauterinas, las hemorragias previas al parto, las patologías de la placenta y los embarazos múltiples. Se definen factores de riesgo prenatales, perinatales y postnatales. El principal factor de riesgo prenatal es la exposición a drogas o alcohol por parte de la madre. Por otro lado, entre los factores perinatales se encuentran la hipoxia y la bradicardia perinatales. Mientras que los traumatismos, tumores o infecciones se definen como factores de riesgo postnatales (1–3).

Atendiendo a la sintomatología, la PCI se clasifica en espástica, discinética o atáxica. La forma espástica, causada por una lesión de la vía piramidal, es la más común. El signo predominante de estos pacientes es la espasticidad, que se caracteriza por un tono muscular aumentado. En estos músculos se observa una resistencia al estiramiento dependiente de la velocidad. Además, las contracturas presentes en la musculatura del miembro inferior, que causan el pie equino y otras deformidades, provocan alteraciones en el equilibrio y la marcha. Otros signos son la respuesta plantar extensora, la inadecuada motricidad fina con un control voluntario selectivo, la debilidad muscular y la dificultad para disociar movimientos (1–5). Asimismo, los pacientes con PCI presentan un déficit en la función motora gruesa, que va acompañado de una limitación del movimiento y de una alteración del equilibrio, como consecuencia de unas respuestas musculares inadecuadas y una excesiva coactivación de músculos agonistas y antagonistas (6).

En el abordaje de este tipo de pacientes se han propuesto tanto tratamientos farmacológicos como no farmacológicos. Entre los primeros se encuentran las infiltraciones con toxina botulínica en los músculos espásticos, así como el baclofeno y el diazepam. Dentro de los no farmacológicos, en el campo de la fisioterapia, destacan el tapiz rodante, la terapia de movimiento inducida por restricción y la realidad virtual, entre otras (7).

La terapia sobre plataforma de vibración, conocida como *whole body vibration* (WBV), es un entrenamiento neuromuscular en el que una plataforma vibratoria genera estímulos mecánicos de alta frecuencia, traducidos en movimientos oscilatorios de amplitud y frecuencia determinadas, que se transmiten por el cuerpo. Dichos estímulos mecánicos envían señales aferentes a través del sistema nervioso para estimular los husos musculares. Estas señales son transmitidas monosinápticamente, activando así las motoneuronas alfa que son las encargadas de iniciar la contracción de la fibra muscular, provocando el consecuente movimiento de las articulaciones y el posterior estiramiento muscular (8–10).

Se han observado beneficios derivados del uso de WBV en pacientes con ictus (11), con esclerosis múltiple (12) y en pacientes ancianos (13). Además, se han descrito beneficios relacionados con el uso de la WBV en pacientes con PCI. Entre estos beneficios destaca la mejora en la velocidad de la marcha, la capacidad de realizar la bipedestación, la espasticidad, la fuerza

muscular y la coordinación (14–16). Sin embargo, no se han realizado revisiones sistemáticas que analicen los efectos de la WBV en pacientes con PCI espástica de manera específica.

1.1. Justificación

Como consecuencia de la alta prevalencia de la PCI en población pediátrica y la discapacidad que sufren este tipo de pacientes, surge la necesidad de recopilar información para mejorar el tratamiento de este trastorno. Por otro lado, durante los últimos años ha aumentado la investigación de los efectos de la WBV. En este sentido se han descrito efectos terapéuticos en pacientes con PCI (14–16). Sin embargo, no se han realizado revisiones sistemáticas que analicen sus efectos de manera específica en pacientes con PCI de tipo espástico. Es importante conocer los efectos de esta terapia en este tipo de PCI, ya que las discapacidades motoras son diferentes a las que se producen en los otros tipos de este trastorno. Además, debido a la publicación de nuevos estudios durante los últimos años sobre este método de tratamiento, es necesario recopilar la evidencia al respecto. Por todo ello, en el presente Trabajo de Fin de Grado se pretende realizar una revisión sistemática de la literatura científica sobre los efectos de la WBV en pacientes con diagnóstico de PCI espástica.

2. Objetivos

El objetivo principal de esta revisión sistemática es evaluar los efectos de la WBV en pacientes pediátricos con PCI espástica sobre la marcha, el equilibrio, la espasticidad, la función motora gruesa y la fuerza.

Como objetivo secundario se plantea conocer qué formas de aplicación de la WBV son más eficaces para el tratamiento de estos pacientes.

3. Material y métodos

3.1. Estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión sistemática siguiendo los criterios establecidos por la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta – Analyses*) (17).

Se llevaron a cabo búsquedas bibliográficas desde febrero hasta marzo de 2023 en las bases de datos *Medline (PubMed)*, *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*, *Scopus*, *Web of Science* y *Cochrane Library*. Para las búsquedas se utilizaron las siguientes palabras clave: «cerebral palsy», «whole body vibration», «vibration therapy», «vibration», «vibration treatment», «vibrotherapy» unidos con los operadores booleanos AND y OR. La estrategia de búsqueda se muestra detalladamente en el Anexo I. Además, se revisaron las referencias bibliográficas de los estudios incluidos.

3.2. Selección de los artículos

Con la finalidad de ser incluidos en la revisión sistemática, los estudios tenían que cumplir los siguientes criterios de inclusión basados en la pregunta PICOs:

- Población: pacientes entre 0 – 18 años con diagnóstico de PCI de tipo espástico.
- Intervención: tratamiento mediante plataforma vibratoria de forma aislada o combinada con otras terapias.
- Comparación: otro tratamiento conservador o no intervención.

- Resultados: velocidad de la marcha, longitud de paso, anchura de paso, longitud de zancada, cadencia, equilibrio durante la marcha, equilibrio estático, espasticidad, función motora gruesa y fuerza.
- Diseño del estudio: ensayos clínicos aleatorizados (ECA).

Los estudios fueron excluidos si: los pacientes no entendían ni respondían a órdenes verbales; pacientes diagnosticados de cualquier otro tipo de PCI; pacientes con una edad superior a los 18 años; los estudios no presentaban diseño de ECA; no se analizaba ninguna de las variables de interés o estudios con diseño crossover.

3.3. Análisis y síntesis de los datos

Se empleó la lista de verificación de PRISMA para documentar los estudios y evaluar su diseño, las características de los participantes, el tamaño muestral, las variables y las herramientas de medición, la metodología de tratamiento y los resultados que se obtuvieron.

Con el objetivo de valorar la calidad metodológica de dichos estudios se recurrió a la escala PEDro para calificar la calidad de los ECAs y así valorar su posterior inclusión en revisiones sistemáticas. La escala PEDro consta de 11 criterios, pudiendo obtener como resultado un valor total máximo de 10 puntos que se atribuyen al número de criterios cumplidos por el estudio. Cuanto mayor sea la puntuación, mayor es la calidad metodológica. En cuanto a su resultado, un estudio con una puntuación mayor o igual a 7 se considera de calidad «alta», entre 5 y 6 de calidad «aceptable», e igual o por debajo de 4 es considerado de calidad «pobre». Esta escala se considera una herramienta adecuada y válida para medir la calidad metodológica (18).

4. Resultados

En las diferentes búsquedas en las bases de datos seleccionadas se obtuvo un total de 607 estudios (120 en *Medline*, 44 en *PEDro*, 200 en *Scopus*, 164 en *Web of Science* y 79 en *Cochrane Library*). Tras la eliminación de duplicados y después de revisar el título y el abstract, corroborando así que no cumplían con los criterios de inclusión, se descartaron otros 168 estudios. Finalmente, de los 14 estudios restantes para revisar a texto completo, 9 de ellos fueron incluidos en la revisión sistemática. Posteriormente, se revisaron las referencias bibliográficas de estos 9 estudios, y se encontraron otros 2 que fueron incluidos en la revisión sistemática. El método de selección de los artículos se detalla en la Figura 1.

4.1. Características de los estudios

En los estudios incluidos en esta revisión sistemática se evaluó a un total de 351 participantes. La mayor parte de los estudios presentaron un tamaño muestral entre 20 y 30 participantes (19–26), únicamente 2 de ellos tuvieron más de 30 participantes (27,28). Los estudios fueron realizados en Asia (19,20,27,29), África (22–26,28) y Europa (21). Para reclutar a los participantes se consultaron clínicas privadas de rehabilitación de universidades (22–28), centros de investigación (29), centros privados y públicos de rehabilitación (21,26), colegios de educación especial (19) y centros de rehabilitación pediátrica (19,20).

Todos los estudios incluidos emplearon la WBV junto con un programa de fisioterapia convencional (19–29). La mayoría realizaron la comparación con el entrenamiento mediante ese mismo programa de forma aislada (19–24,29), excepto 4 estudios (25–28). Uno de ellos comparó la WBV frente a un programa de estabilización de core (28). Otro estudio lo comparó frente a un dispositivo de biofeedback mediante presión y frente a ejercicios de estabilización del core

(27). Y los otros 2 estudios lo compararon frente a la terapia de suspensión (25,26). Toda la información sobre las características de los estudios está detallada en la Tabla 1.

El número de semanas de tratamiento fue variado. La mayor parte de ellos realizaron las sesiones entre 8 semanas y 3 meses (19,21–24,27,28). Únicamente 2 estudios se llevaron a cabo en menos de 8 semanas, uno de ellos en 3 semanas, con un número total de 6 sesiones (20), y otro en 6 semanas, con 18 sesiones en total (29). Por otra parte, 2 estudios se desempeñaron durante 6 meses (25,26). La frecuencia semanal de las sesiones fue homogénea. La mayoría realizaron 3 sesiones a la semana (19,21,23,24,26–29), a excepción de 3 estudios (20,22,25). Uno de ellos realizó únicamente 2 sesiones semanales (20), otro se llevó a cabo durante 5 sesiones semanales (22), y el último estudio implicaba 6 sesiones a la semana (25).

Atendiendo a la duración de la aplicación de vibración, la mayoría de los estudios emplearon entre 9 y 10 minutos de WBV por sesión (20–26,28,29). Por otro lado, 2 estudios utilizaron la plataforma de vibración durante más de 10 minutos. En uno de ellos se empleó durante 18 minutos en cada sesión (19), mientras que el otro la utilizó durante 14 minutos (27).

Con respecto al posicionamiento del paciente sobre la plataforma, la mayoría de los estudios realizaron el tratamiento en bipedestación con ligera flexión de rodillas o en posición de sentadilla (19–26,28,29). Por otra parte, un estudio realizó el tratamiento en ambas posiciones (27), y únicamente dos estudios realizaron ejercicios de movilidad sobre la plataforma de vibración (22,25).

El tipo de plataforma empleada para el tratamiento fue diverso. Tres estudios utilizaron la plataforma *Galileo System Novotec Medical* (19,20,27). Los demás utilizaron los siguientes modelos: *USA Power Plate* (29), *Galileo Basic Vibraflex Home Edition II* (22,25,26), *Power Plate Northbrook* (23) y *Complex – Winplatetm* (21). Dos estudios no detallaron que plataformas utilizaron para desarrollar la intervención (24,28).

En relación a los parámetros de aplicación, la frecuencia de las vibraciones osciló entre 12 y 24 Hz en la mayoría de los estudios (20–23,25–27,29). Sin embargo, en 2 estudios la frecuencia fue de 30 Hz (24,28) y en otro estudio osciló entre 5 y 25 Hz (19). Asimismo, la amplitud de las vibraciones en la mayoría de los estudios varió entre 1 y 4 mm (20–22,24–29). Únicamente 2 estudios tuvieron una amplitud superior a 4 mm, uno de ellos empleó valores entre 4 y 6 mm (23) y el otro entre 1 y 9 mm (19). Todos los detalles sobre la forma de aplicación de la WBV se encuentran en la Tabla 2.

Atendiendo a las variables estudiadas y sus herramientas de medida, los parámetros espaciotemporales de la marcha se evaluaron en 5 estudios (19–21,23,29). Para analizar la longitud, la anchura de paso y la velocidad de la marcha, en uno de ellos se empleó el *OptoGait System* (20). El sistema *Qualysis* fue utilizado para valorar la longitud de zancada en otro (19), mientras que en un tercer estudio, la longitud de zancada y la cadencia fueron analizadas mediante *LEGsys* (21). Por otro lado, el *Six – Minute Walking Test* (6MWT) fue la herramienta más utilizada para estudiar la velocidad de la marcha (23,29).

En cuanto al equilibrio durante la marcha, fue valorado por 2 estudios mediante el *Timed Up and Go* (TUG) (21,23). Por otro lado, el equilibrio estático lo evaluaron 7 estudios empleando *Biodex Balance System* (BBS) (22,27,28), *Tetrap Interactive Balance System* (20), *SportKAT 550 (Kinesthetic Balance Device)* (21) y *Biodex Stability System* (BSS) (25,26). Con respecto a la

espasticidad, tres estudios la analizaron utilizando la *Modified Asworth Scale* (MAS) (21,23,29). Otros 3 estudios evaluaron la función motora gruesa empleando la *Gross Motor Function Measurement* (GMFM – 88) (21,23,24). Por último, 2 estudios valoraron la fuerza mediante *Biodex Isokinetic Dynamometer* (22) y un dinamómetro portátil (23).

4.2. Efectos terapéuticos

Tres estudios analizaron los efectos de la WBV respecto a la velocidad de la marcha (20,23,29), de los cuales 2 de ellos observaron que la WBV junto con fisioterapia convencional fue superior a la fisioterapia convencional de manera aislada (20,23). En cambio, el otro estudio observó que la aplicación de WBV junto con estiramientos fue superior a los estiramientos aplicados de forma aislada (29).

Con respecto a la longitud de zancada, dos estudios evaluaron los efectos de la WBV sobre este parámetro (19,21). En uno de ellos se observó que la WBV junto con fisioterapia convencional fue superior a la fisioterapia convencional de manera aislada (19). El otro estudio observó un efecto beneficioso del uso de WBV sin diferencias significativas entre el grupo que recibió WBV junto con fisioterapia convencional y el grupo que recibió únicamente fisioterapia convencional (21). Por otro lado, un estudio analizó la longitud de paso y la anchura de paso y observó que la WBV junto con un programa de fisioterapia convencional fue superior al programa de fisioterapia convencional de manera aislada (20).

En cuanto a la cadencia, fue analizada por un estudio que evidenció que la WBV con fisioterapia convencional fue superior a la fisioterapia convencional aplicada de manera aislada (21).

Atendiendo al equilibrio durante la marcha, o equilibrio dinámico, 2 estudios fueron los que lo analizaron (21,23). Uno de ellos observó que la WBV junto con fisioterapia convencional fue superior al programa de fisioterapia convencional de manera aislada (21). Por el contrario, el otro estudio no observó efectos beneficiosos tras el tratamiento con WBV (23).

De los 7 estudios que analizaron el equilibrio estático (20–22,25–28) 2 de ellos mostraron que el tratamiento de WBV junto con el programa de fisioterapia convencional fue superior al tratamiento exclusivo con fisioterapia convencional (21,22). También otro estudio observó que el tratamiento de WBV junto con fisioterapia convencional fue superior a un programa de estabilización de core junto con fisioterapia convencional (28). Un estudio observó que el tratamiento de WBV junto con fisioterapia convencional fue superior al tratamiento mediante biofeedback y fisioterapia convencional, y a los ejercicios de core junto con fisioterapia convencional (27). En un estudio no se observaron beneficios tras la aplicación de WBV (20). Por otro lado, 2 estudios mostraron que la WBV no fue superior a la terapia de suspensión (25,26).

La espasticidad fue analizada por 3 estudios (21,23,29). En uno de ellos se observaron efectos beneficiosos tras la aplicación de WBV tanto en la extremidad superior como en la inferior, siendo los músculos valorados los flexores de codo, pronadores del antebrazo, flexores de muñeca, flexores plantares y extensores de rodilla (21). En otro estudio se observaron efectos beneficiosos de la WBV en los extensores de rodilla de la pierna débil, sin diferencias significativas entre los participantes que recibieron WBV y fisioterapia convencional y los que solo recibieron fisioterapia convencional. Sin embargo, no se observaron efectos beneficiosos para los aductores de cadera, los flexores plantares y los extensores de rodilla de la pierna fuerte, y para los aductores de cadera y los flexores plantares de la pierna débil (23). Por otro

lado, el último de estos estudios no observó beneficios en la espasticidad de la extremidad inferior tras el tratamiento de WBV (29).

Los 3 estudios que analizaron la función motora gruesa observaron que la WBV junto con fisioterapia convencional es superior a la fisioterapia convencional para realizar sedestación (24), marcha, carrera y salto (21,23) y capacidad global (21). Sin embargo, uno de estos estudios observó que no había beneficios adicionales del uso de la WBV en cuanto a la capacidad de realizar la bipedestación (23).

Con relación a la fuerza, 2 estudios analizaron este parámetro sobre los músculos extensores de rodilla. Ambos observaron que la WBV en combinación con un programa de fisioterapia convencional es superior al programa de fisioterapia convencional aislado (22,23).

4.3. Calidad metodológica de los estudios incluidos

Según la puntuación de la escala PEDro, 6 estudios presentaron una calidad metodológica alta con una puntuación igual o superior a 7 (19,22,25–27,29). Únicamente 2 estudios presentaron una calidad metodológica aceptable, siendo su puntuación un 5 en uno de ellos (28) y un 6 en el otro (24). Por otro lado, 3 estudios tuvieron una calidad metodológica pobre, con una puntuación de 4 (20,21,23). La calidad metodológica de cada uno de estos estudios se detalla en la Tabla 3. Todos los estudios tuvieron una asignación aleatoria de los participantes a los grupos y proporcionaron los resultados de las comparaciones estadísticas entre los grupos para por lo menos un resultado clave, dando medidas puntuales y de variabilidad para este. Además, ninguno de los estudios cegó a los participantes ni a los fisioterapeutas encargados de administrar la WBV. La Figura 2 muestra el riesgo de sesgo de todos los estudios incluidos.

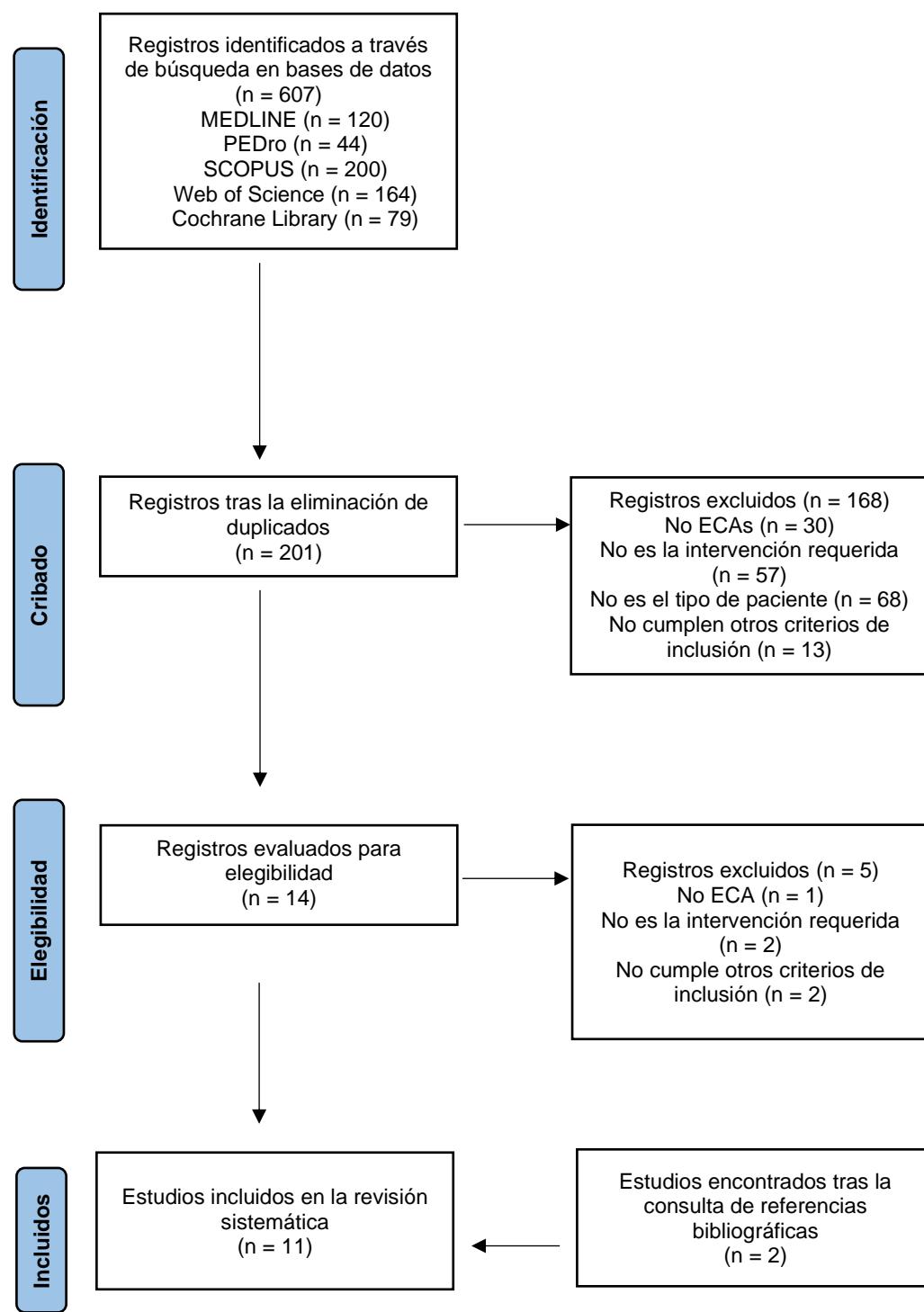


Figura 1. Diagrama de flujo.

Tabla 1. Características de los estudios

| Autor/ Año | Participantes | Intervención | Herramientas | Resultados principales |
|--------------------------|-------------------|--|---|--|
| | Muestra | Media edad GE | GC | |
| Ali et al. (28) | 60; GC 30; GE 30. | 5 – 8 12 semanas de programa de fisioterapia + WBV. | 12 semanas de programa de fisioterapia (neurodesarrollo + equilibrio + hitos + reacciones posturales) y estabilización de core. | BBS. Equilibrio: GE > GC ($p < 0'05$). |
| Ahma dizadeh et al. (29) | 20; GC 10; GE 10. | GC 8'17 ± 1'93 años. GE 6'9 ± 2'46 años. | 6 semanas de estiramientos sobre plataforma WBV encendida. 6 semanas de estiramientos sobre plataforma WBV apagada. | MAS y 6MWT. Velocidad marcha: GE > GC ($p < 0'05$). Espasticidad: no mejoras GE ni GC. |
| Ali y Abd el - aziz (24) | 30; GC 15; GE 15 | GC 5'23 ± 0'70 GE 4'87 ± 0'67 | 12 semanas de programa de fisioterapia con técnicas de neurodesarrollo + WBV. | 12 semanas de programa de fisioterapia con técnicas de neurodesarrollo (reacciones de enderezamiento y equilibrio). GMFM – 88. Función motora gruesa (sedestación): GE > GC ($p < 0'05$). |
| El Shamy (22) | 30; GC 15; GE 15 | GC 9'9 ± 1'1 años. GE 9'66 ± 1'2 años. | 3 meses de programa de fisioterapia convencional + WBV. | 3 meses de programa de fisioterapia convencional que incluye técnicas de neurodesarrollo, fuerza, estiramientos, propiocepción y equilibrio. Biodex Isokinetic Dynamometer BBS. Equilibrio y fuerza: GE > GC ($p < 0'05$). |
| Ibrahi m et al. (23) | 30; GC 15; GE 15. | 9'63 ± 1'41 años. WBV. | 3 meses de programa de fisioterapia convencional + WBV. | Dinamometría MAS 6MWT. Fuerza y velocidad marcha: GE > GC ($p < 0'05$). Espasticidad: mejora extensores de rodilla GE (p) |

| | | | | |
|-----------------|-------------------------|---|--|--|
| | | | TUG | < 0'05) sin diferencias entre grupos. |
| | | | GMFM – 88. | Equilibrio marcha: no mejoras GE ni GC. |
| | | | | Función motora gruesa: |
| | | | | 1) Bipedestación en GE y GC sin diferencias entre grupos ($p > 0'05$). |
| | | | | 2) Marcha, carrera y salto GE > GC ($p < 0'05$). |
| Ko et al. (20) | 24; GC 12; GE 12. | GC 9'52 ± 3 semanas de programa de entrenamiento + WBV. GE 9'37 ± 2'69 años. | 3 semanas de programa de entrenamiento con estiramientos, patrones de inhibición de espasticidad y ejercicios de función motora. | TetraX Interactive Balance System OptoGait System. Equilibrio: no mejoras en GE ni GC. |
| Lee y Chon (19) | 30; GC 15; GE 15. | GC 9'66 ± 8 semanas de programa de fisioterapia convencional + WBV. GE 10'00 ± 2'26 años. | 8 semanas de programa de fisioterapia convencional con masaje, estiramientos y equilibrio. | Qualysis (análisis tridimensional de la marcha). Velocidad marcha, longitud de paso y anchura paso: GE > GC ($p < 0'05$). |
| Tekin y | 22; GC 11; GE 11. | GC 13'09 ± 8 semanas de programa de fisioterapia convencional + WBV + 12 semanas del mismo programa | 8 semanas de programa de fisioterapia convencional que incluye ejercicios de resistencia, estiramientos, equilibrio y control postural, marcha y | GMFM – 88 LEGsys MTUG Función motora gruesa: |

| | | | | |
|------------------------------|--|---|--|--|
| Kavlak (21) | GE 11'82 ± 3'55 años. convencional seguimiento. | como transferencias + 12 semanas del mismo programa convencional como seguimiento. | SportKAT 550 (Kinesthetic Balance Device) MAS. | 1) Marcha, carrera y salto GE > GC ($p < 0'05$). 2) Función motora gruesa global en GE ($p < 0'05$) sin diferencias entre grupos. |
| | | | | Longitud zancada: mejora GE ($p < 0'05$) sin diferencias entre grupos. |
| Rasha et al. (27) | G1 45; 1'27 años. G1 15; G2 9'83 ± 1'35 años. G2 15; G3 9'8 ± 1'44 años. G3 15. | G1 3 meses de WBV + programa de ejercicio con calentamiento, estiramientos, equilibrio y entrenamiento de la marcha. G2 3 meses de entrenamiento con dispositivo de biofeedback + estabilización del core + programa de ejercicio con calentamiento, estiramientos, equilibrio y entrenamiento de la marcha. G3 3 meses de BBS. entrenamiento con de ejercicio con calentamiento, estiramientos, equilibrio y entrenamiento de la marcha. | | Cadencia, equilibrio marcha y equilibrio estático: GE > GC ($p < 0'05$). Espasticidad: mejora el GE. |

| | | | | | |
|--|-------------------------|--|---|------|---------------------------------|
| Moha med et al. (26) | 30; G1 15; G2 15. | G1 7'11 ± 0'56 años. G2 7'52 ± 0'63 años. | G1 6 meses de WBV + programa de ejercicio con fortalecimiento, estiramientos, equilibrio en bipedestación y entrenamiento de la marcha. G2 6 meses de terapia de suspensión + BSS. programa de ejercicio con fortalecimiento, estiramientos, equilibrio en bipedestación y entrenamiento de la marcha. | BSS. | Equilibrio: G2 > G1 (p < 0'05). |
| Olama y Thabit (25) | 30; G1 15; G2 15. | 8'92 ± 0'73 años. | G1 6 meses de WBV + programa de ejercicio con equilibrio en bipedestación, reacciones de equilibrio y enderezamiento, estiramientos, fortalecimiento y entrenamiento de la marcha. G2 6 meses de terapia de suspensión + BSS. programa de ejercicio con equilibrio en bipedestación, reacciones de equilibrio y enderezamiento, estiramientos, fortalecimiento y entrenamiento de la marcha. | BSS. | Equilibrio: G2 > G1 (p < 0'05). |

BBS: *Biodex Balance System*; BSS: *Biodex Stability System*; GC: grupo control; GE: grupo experimental; GMFM – 88: *Gross Motor Function Measurement*; MAS: *Modified Asworth Scale*; MTUG: *Modified Timed Up and Go*; TUG: *Timed Up and Go*; WBV: *Whole Body Vibration*; 6MWT: *Six-Minute Walking Test*.

Tabla 2. Detalles de las intervenciones de los grupos experimentales.

| Autor/Año | Posición y ejercicios | Nº de sesiones/ Frecuencia | Parámetros de aplicación | | | Tipo de plataforma |
|--------------------------|---|---|--------------------------|-----------|---|--|
| | | | Frecuencia | Amplitud | Tiempo | |
| Ali et al. (28) | Sentadilla profunda. | Durante 12 semanas, 3 días a la semana. | 30 Hz. | 2 mm. | 5 min sentadilla 1 min descanso en bipedestación 5 min bipedestación. | No se detalla. |
| Ahmadizadeh et al. (29) | Bipedestación con flexión de rodilla 30º, con agarre en las barras. | Durante 6 semanas, 3 días a la semana. | 20 – 24 Hz. | 2 mm. | 3 series de 3 min vibración y 3 min descanso. | USA Plate Power. |
| Ali y Abd el – aziz (24) | Sentadilla profunda. | Durante 12 semanas, 3 días a la semana. | 30 Hz. | 2 mm. | 5 min sentadilla 1 min descanso en bipedestación 5 min bipedestación. | No se detalla. |
| El – Shamy (22) | Bipedestación con rodillas y caderas flexionadas 10 – 45º. Ejercicios: cambiar el peso de lado a lado, aumentar y disminuir el rango de flexión de rodilla y rotar el tronco. | Durante 3 meses, 5 días a la semana. | 12 – 18 Hz. | 2 – 4 mm. | 3 series de 3 minutos vibración y 3 minutos descanso. | Galileo Vibraflex Basic Home Edition II. |
| Ibrahim et al. (23) | Bipedestación con zapatos y rodillas ligeramente flexionadas. | Durante 3 meses, 3 días a la semana. | 12 – 18 Hz. | 4 – 6 mm. | 3 series de 3 minutos vibración y 3 minutos descanso. | Power Plate (Northbrook). |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|-------------|-------|---|---------------------------|---------|-------------------|
| Ko et al. (20) | Bipedestación con pies descalzos, rodillas flexionadas 30º. | Durante 3 semanas, 2 días a la semana. | 20 – 24 Hz. | 1 mm. | – 2 3 series de vibración y 3 min | min | Galileo | System |
| No agarrarse si es posible. | | | | | | | | |
| Lee y Chon (19) | Sentadilla con pies descalzos y talones ligeramente separados del suelo. | Durante 8 semanas, 3 días a la semana. | 5 – 25 Hz. | 1 mm. | – 9 Calentamiento min. | 10 min. | Galileo | System |
| Previo calentamiento y posterior vuelta a la calma con movimiento pasivos de las articulaciones. | | | | | | | | |
| | | | | | Progresión de elementos de 3 minutos cada uno (entre ellos 3 minutos de descanso): comenzando con 5 – 8 Hz; 10 – 15 Hz; 15 – 20 Hz; 20 – 25 Hz; 15 – 20 Hz; 10 – 15 Hz. | | Novotec | Medical |
| | | | | | | | | GmbH (Pforzheim). |
| | | | | | | Vuelta a la calma 10 min. | | |
| Tekin y Kavlak (21) | Bipedestación con agarre a las barras. | Durante 8 semanas, 3 días a la semana. | 15 Hz. | 3 mm. | 3 series de vibración y 3 min | Compex – Winplate™. | | |
| En el periodo de descanso soltar agarre. | | | | | | | | |
| Rasha et al. (27) | Sentadilla y bipedestación con semiflexión de rodilla. | Durante 3 meses, 3 días a la semana. | 20 Hz. | 2 mm. | 7 min sentadilla. 1 min descanso. 7 min bipedestación. | Galileo | System | |
| Novotec | | | | | | | | |
| Medical (Pforzheim). | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--|--------------------------------------|-------------|-----------|---|-------------------|------------------------|
| Mohamed et al. (26) | Bipedestación con rodillas y caderas flexionadas 10 – 45º. | Durante 6 meses, 3 días a la semana. | 12 Hz. | 2 mm. | 3 series de vibración y 3 min descanso. | Galileo Vibraflex | Basic Home Edition II. |
| Olama y Thabit (25) | Bipedestación con calzado y rodillas y caderas flexionadas 10 – 45º. | Durante 6 meses, 6 días a la semana. | 12 – 18 Hz. | 2 – 4 mm. | 3 series de vibración y 3 min descanso. | Galileo Vibraflex | Basic Home Edition II. |
| Ejercicios: cambiar el peso de lado a lado, rotación de tronco y flexo – extensión de rodilla. | | | | | | | |

Tabla 3. Puntuación de los estudios incluidos en la escala PEDro

| Referencia | Ítems | | | | | | | | | | | Puntuación | Calidad |
|---------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | |
| Lee y Chon (19) | S | S | S | S | N | N | S | S | N | S | S | 7/10 | Alta |
| Ko et al. (20) | S | S | N | N | N | N | N | S | N | S | S | 4/10 | Pobre |
| Tekin y Kavlak (21) | S | S | N | S | N | N | N | N | N | S | S | 4/10 | Pobre |
| El Shamy (22) | S | S | S | S | N | N | S | S | S | S | S | 8/10 | Alta |
| Ibrahim et al. (23) | S | S | N | S | N | N | N | N | N | S | S | 4/10 | Pobre |
| Ali y Abd el - aziz (24) | S | S | S | S | N | N | N | S | N | S | S | 6/10 | Aceptable |
| Rasha et al. (27) | S | S | S | S | N | N | S | S | S | S | S | 8/10 | Alta |
| Ali et al. (28) | S | S | N | N | N | N | N | S | N | S | S | 5/10 | Aceptable |
| Ahmadizadeh et al. (29) | S | S | N | S | N | N | S | S | S | S | S | 7/10 | Alta |
| Mohamed et al. (26) | S | S | S | S | N | N | N | S | S | S | S | 7/10 | Alta |
| Olama y Thabit (25) | S | S | S | S | N | N | N | S | S | S | S | 7/10 | Alta |

Sobre 10: S – Sí cumple el criterio; N – No cumple el criterio.

1. Los criterios de elección fueron especificados: no se evalúan en la puntuación total.
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación con los indicadores de pronóstico más importantes.
5. Todos los sujetos fueron cegados.
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
7. Todos los evaluadores que miden al menos un resultado clave fueron cegados.
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
9. Se presentan resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por «intención de tratar».
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

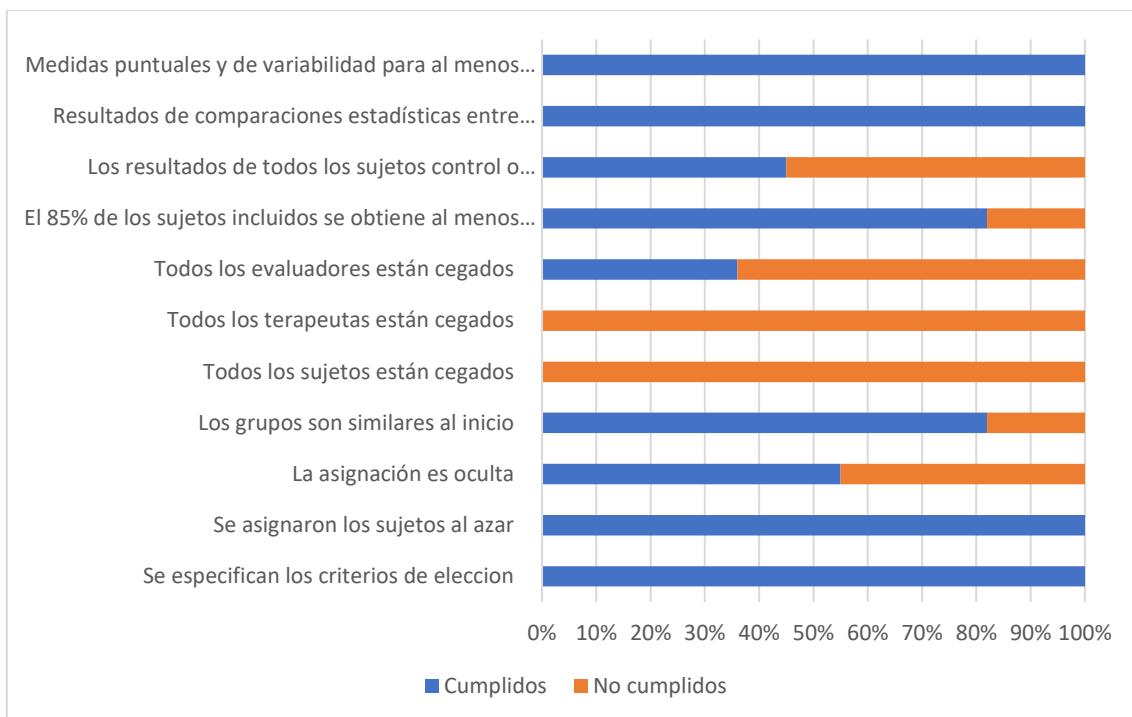


Figura 2. Diagrama de riesgo de sesgo.

5. Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue valorar los efectos de la WBV en cuanto a marcha, equilibrio, espasticidad, función motora gruesa y fuerza en niños con PCI espástica.

Los resultados de esta revisión indican que los parámetros espaciotemporales de la marcha (19–21,23,26,29), el equilibrio (20–23,25–28), la función motora gruesa (21,23,24) y la fuerza (22,23) mejoran tras el tratamiento con WBV. Con respecto a la espasticidad (21,23,29) se han encontrado resultados contradictorios.

Las mejoras de los parámetros espaciotemporales en los estudios pueden ser consecuencia de la mejora de la fuerza muscular y del equilibrio, que optimizan la carga biomecánica en las extremidades inferiores (19,22,29), así como la mejora de la propiocepción (20) y de la espasticidad (30), secundarios al tratamiento de WBV. Con respecto a esta última, se cree que la WBV es capaz de producir una relajación de la musculatura y una normalización del tono que pueden favorecer la mejora de la capacidad de marcha (30). También se plantea que una mejora de la composición del cuerpo, es decir, un aumento de masa muscular secundario al fortalecimiento que produce la WBV, puede mejorar la capacidad de realizar la marcha y la velocidad de esta (31). Además, dado que se sugiere que la WBV mejora la propiocepción, se propone que conocer la posición de las articulaciones de la extremidad inferior influye en el patrón de la marcha (20), que viene definido por los parámetros espaciotemporales (20,21). Cuando estos parámetros son adecuados se puede mejorar la simetría del patrón de la marcha (21). Otra propuesta indica que la mejora en la velocidad de la marcha tras el tratamiento de WBV se debe a que los pacientes adquieren la capacidad de modificar su patrón de la marcha, disminuyendo la longitud de paso para mantener el equilibrio y así adaptarse al aumento de su velocidad de la marcha, logrando mantenerla a largo plazo (21). Como se ha observado en el estudio de Mohamed et al. (26), la mejora de la capacidad funcional en relación con la marcha

se produce por el tratamiento de WBV. Este hecho podría relacionar la capacidad funcional con un aumento de la velocidad, dado que una mayor distancia recorrida en un mismo periodo de tiempo se debe a un aumento de la velocidad de la marcha.

Se ha propuesto que la mejora del equilibrio (21,22,25–28) se debe a un aumento del control postural producido por los estímulos que inducen la activación muscular refleja (22). Además, a partir de los 7 – 10 años se empieza a utilizar el sistema vestibular, junto con el sistema visual, para mejorar el control postural (25). Debido a esto, la estimulación sensorial que produce la WBV al ser vestibular y propioceptiva, combinada con estímulos visuales externos, logra modular el tono muscular en los pacientes de esta edad, mejorando así los procesos sensoriomotores como el equilibrio (25,27,32). En línea con la activación muscular, se propone que el fortalecimiento de la musculatura del tronco y la consecuente mejora de la fuerza de los músculos de las extremidades mejoran el equilibrio (33). Sin embargo, el beneficio es más evidente si se combina el fortalecimiento convencional con la WBV ya que con las mejoras en la espasticidad y los reflejos propioceptivos que produce, se pueden reportar mayores beneficios en el equilibrio (28). Por otro lado, se cree que la mejora del equilibrio estático se debe a que la WBV consiste en mantener una posición estática sobre una plataforma, en contraste con los ejercicios de marcha en los que hay mayor posibilidad de tropezar y resbalar (22). Asimismo, se propone que mediante las perturbaciones generadas a través de la WBV se fomenta el desarrollo de estrategias de tobillo para mantener el control postural, que además mejoran la movilidad de esta articulación (27,29). Respecto al beneficio en el equilibrio dinámico, se propone que un aumento del equilibrio estático contribuye a la mejora del equilibrio durante la marcha. Además, observando los resultados del estudio de Tekin y Kavlak (21), como consecuencia de la mejora de los parámetros espaciotemporales de la marcha se produce un aumento del equilibrio dinámico. Por el contrario, en el estudio de Ko et al. (20) es posible que no encontraran mejoras en el equilibrio como consecuencia de los parámetros de aplicación de la WBV, como por ejemplo, el número de sesiones y la frecuencia de las mismas. Asimismo, estas diferencias entre los resultados de los estudios pueden deberse a la falta de homogeneidad de las herramientas de medida del equilibrio. Por otro lado, 2 estudios observaron que la terapia de suspensión fue superior a la WBV, probablemente como consecuencia de que la primera fue más efectiva para mejorar la función del sistema vestibular y propioceptivo, estimulando los otolitos con los movimientos lineales y los cambios de posición, produciendo así los reflejos vestíbulo – oculares y vestíbulo – espinales que implican un mantenimiento de la postura de la cabeza y las extremidades (25,26).

En cuanto a la espasticidad, se presentan diferentes hipótesis. La mejora de la espasticidad es posible que sea consecuencia de una modulación del arco reflejo espinal. En los individuos que sufren esta patología se pierde esta modulación dando lugar a hipertonía espástica acompañada de hiperexcitabilidad refleja y pérdida del control motor. La estimulación vibratoria localizada que produce la WBV activa la modulación de este arco reflejo, disminuyendo los patrones espásticos (23). De esa misma manera, se expresa que los reflejos tónicos vibratorios propioceptivos que produce la WBV inhiben la espasticidad (28), mejorando así la excitabilidad cortical y reduciendo la actividad de los músculos antagonistas (30). Gracias a esto, se cree que la WBV logra inhibir de manera temporal la espasticidad de las extremidades, pero a partir de la duodécima semana tras el tratamiento parece que comienzan a desaparecer las inhibiciones residuales (21). Por lo cual, se recomienda realizar tratamientos prolongados para seguir

manteniendo los resultados positivos de la inhibición de la espasticidad. En este sentido, hay autores que plantean que un menor número de sesiones implica un menor beneficio (29). Debido a la controversia entre los resultados sobre la espasticidad (21,23,29), se plantea que la variabilidad de estos se debe a las diferencias en el momento de la evaluación entre estudios, dado que se ha demostrado que los efectos durante las horas posteriores al tratamiento de WBV sobre la espasticidad son beneficiosos (34). Sin embargo, pasados unos días el tratamiento de WBV no ha demostrado su efectividad (29). Asimismo, cabe destacar que los resultados contradictorios pueden ser explicados también como consecuencia de la falta de fiabilidad en el uso de la escala MAS por parte de los investigadores, dado que diversas puntuaciones de esta escala no pueden ser discriminadas entre sí con facilidad, dando lugar a una valoración subjetiva (35).

La función motora gruesa se cree que está ligada a la fuerza, sobre todo de la musculatura abdominal (24). Se ha propuesto que la WBV mejora la fuerza mediante la estimulación de los circuitos espinales propioceptivos (24). Esta estimulación se produce mediante vibraciones que activan los receptores sensoriales profundos produciendo una contracción muscular refleja y unas adaptaciones neuromusculares similares a las generadas por un entrenamiento de fuerza convencional (23), además de un incremento de la masa muscular con su consecuente aumento del grosor muscular (36). Las adaptaciones neuromusculares producidas activan el sistema musculoesquelético, mejorando así la movilidad y la funcionalidad (21,23,37). La contracción muscular se produce por los inputs mecánicos que estimulan los husos musculares activando las motoneuronas alfa (22), y se cree que puede ser la causa del aumento de la fuerza isométrica de los músculos (22,23,38,39). Además, la WBV ha demostrado producir una acción concéntrica – excéntrica repetitiva que induce el trabajo muscular, mejorando la fuerza del tronco y de las extremidades inferiores (22,28). Además, la WBV tiene la capacidad de generar cargas elevadas como consecuencia de la frecuencia y amplitud de las vibraciones (40). Estas cargas provocan contracciones musculares voluntarias que generan un aumento del rendimiento muscular, conocido como potenciación muscular post – activación, un fenómeno que suele acompañar al aumento de la fuerza (41). El fortalecimiento muscular producido por la WBV genera un incremento de la capacidad motora, un mejor control postural y la adquisición de las rotaciones de tronco, que en conjunto mejoran la selectividad del movimiento, mejorando así la funcionalidad y la función motora gruesa (28,35).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la presente revisión, se puede concluir que no hay un patrón de aplicación determinado para la WBV. Se puede establecer que, a mayor número de sesiones, mayor será el beneficio. Asimismo, una amplitud de las vibraciones de 2 mm produce cambios beneficiosos (24,26–29), así como una aplicación de 3 series de 3 minutos de duración, no obstante, no se conoce con certeza si es la mejor forma de aplicación. En cuanto a la frecuencia de vibración, es necesario aumentar la investigación al respecto, puesto que no hay una conclusión evidente sobre su aplicación, a pesar de que las vibraciones que oscilan entre los 12 y los 24 Hz hayan demostrado su efectividad (21–23,25–27). En base a lo observado en los estudios incluidos, la posición que se recomienda adquirir sobre la plataforma es una bipedestación con una ligera flexión de caderas y rodillas (19,20,22,23,25–27,29). Por último, cabe destacar que, dado que se sugiere que el tratamiento de un niño con PCI espástica debe incluir un trabajo activo (7), la WBV puede ser un complemento de un tratamiento de fisioterapia convencional (19–29).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la presente revisión cuenta con una serie de limitaciones. Entre ellas se incluye la baja calidad metodológica de algunos de los estudios, en los cuales destaca la ausencia de cegamiento de los evaluadores de los resultados. A pesar de esto, cabe destacar que el cegamiento de los pacientes y los terapeutas en el tratamiento de WBV es difícil dada la naturaleza de la misma. Otra limitación presente en la revisión es la falta de homogeneidad en las herramientas de medida de algunas de las variables como el equilibrio y la marcha. Futuras investigaciones son requeridas para analizar el patrón óptimo de aplicación de la WBV. Además, se necesita evaluar los efectos a largo plazo de la WBV sobre los pacientes con PCI espástica, dado que los resultados de esta revisión se limitan a los efectos a corto plazo consecuencia de la falta de evidencia.

6. Conclusión

Los resultados de esta revisión muestran un efecto beneficioso de la WBV en los parámetros espaciotemporales de la marcha, el equilibrio, la fuerza y la función motora gruesa en pacientes con PCI espástica. En cuanto a la espasticidad los resultados no son concluyentes, requiriéndose futuras investigaciones.

El tratamiento de WBV aplicado durante al menos 6 sesiones y en una posición de ligera flexión de rodillas y caderas se ha propuesto como la forma de aplicación más efectiva. Los resultados respecto a la frecuencia y la amplitud de las vibraciones y el tiempo de aplicación son inconcluyentes, por lo que es necesario seguir investigando al respecto para lograr una mayor efectividad en el tratamiento de los pacientes con PCI espástica.

7. Bibliografía

1. Camacho A, Fons C, Macaya A, Madruga M, Malaga I, Martí I, et al. Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Neurología Pediátrica. 1st ed. Asociación Española de Pediatría (AEP) ; 2022.
2. Aye T, Thein S, Hlaing T. Effects of strength training program on hip extensors and knee extensors strength of lower limb in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science* . 2016 Jan;28:671–6.
3. Chen A, Dyck Holzinger S, Oskoui M, Shevell M. Losing a diagnosis of cerebral palsy: a comparison of variables at 2 and 5 years. *Dev Med Child Neurol*. 2020 Jan 1;62(1):83–8.
4. Kumar D, Kumar R, Mudgal SK, Ranjan P, Kumar S. The Effects of Botulinum Toxin and Casting in Spastic Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus [Internet]*. 2023 Mar;15(3):e36851.
5. Moll I, Vles JSH, Soudant DLHM, Witlox AMA, Staal HM, Speth LAW, et al. Functional electrical stimulation of the ankle dorsiflexors during walking in spastic cerebral palsy: a systematic review. Vol. 59, *Developmental Medicine and Child Neurology*. Blackwell Publishing Ltd; 2017. 1230–6.
6. Chen J, Woollacott MH. Lower extremity kinetics for balance control in children with cerebral palsy. *J Mot Behav*. 2007 Jul;39(4):306–16.
7. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and

Treating Children with Cerebral Palsy. Vol. 20, Current Neurology and Neuroscience Reports. Springer; 2020.

8. Mikhael M, Orr R, Amsen F, Greene D, Fiatarone Singh MA. Effect of standing posture during whole body vibration training on muscle morphology and function in older adults: A randomised controlled trial. *BMC Geriatr.* 2010;10.
9. Stark C, Herkenrath P, Hollmann H, Waltz S, Becker I, Hoebing L, et al. Early vibration assisted physiotherapy in toddlers with cerebral palsy-a randomized controlled pilot trial [Internet]. Vol. 16, *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2016.
10. Choi W, Han D, Kim J, Lee S. Whole-body vibration combined with treadmill training improves walking performance in post-stroke patients: A randomized controlled trial. *Medical Science Monitor.* 2017 Oct 14;23:4918–25.
11. Zhang Q, Zheng S, Li S, Zeng Y, Chen L, Li G, et al. Efficacy and safety of whole-body vibration therapy for post-stroke spasticity: A systematic review and meta-analysis. *Front Neurol.* 2022 Oct 20;14.
12. Castillo-Bueno I, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA. Effects of whole-body vibration training in patients with multiple sclerosis: A systematic review. Vol. 33, *Neurologia.* Spanish Society of Neurology; 2018. 534–48.
13. Rogan S, Taeymans J, Radlinger L, Naepflin S, Ruppen S, Bruehlhart Y, et al. Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: An update of a systematic review and meta-analysis. Vol. 73, *Archives of Gerontology and Geriatrics.* Elsevier Ireland Ltd; 2017. 95–112.
14. Duquette SA, Giuliano AM, Starmer DJ. Whole body vibration and cerebral palsy: a systematic review. *J Can Chiropr Assoc.* 2015;59(3).
15. Saquetto M, Carvalho V, Silva C, Conceição C, Gomes - Neto M. The effects of whole body vibration on mobility and balance in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2015 Jun;15:137–44.
16. Sá-Caputo DC, Costa-Cavalcanti R, Carvalho-Lima RP, Arnóbio A, Bernardo RM, Ronikeile-Costa P, et al. Systematic review of whole body vibration exercises in the treatment of cerebral palsy: Brief report. *Dev Neurorehabil.* 2016 Sep 2;19(5):327–33.
17. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev.* 2015 Jan 1;4(1).
18. De Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy.* 2009;55(2):129–33.
19. Lee BK, Chon SC. Effect of whole body vibration training on mobility in children with cerebral palsy: A randomized controlled experimenter-blinded study. *Clin Rehabil.* 2013 Jul;27(7):599–607.
20. Ko MS, Sim YJ, Kim DH, Jeon HS. Effects of three weeks of whole-body vibration training on joint-position sense, balance, and gait in children with cerebral palsy: A randomized controlled study. *Physiotherapy Canada.* 2016 Mar 1;68(2):99–105.

21. Tekin F, Kavlak E. Short and Long-Term Effects of Whole-Body Vibration on Spasticity and Motor Performance in Children With Hemiparetic Cerebral Palsy. *Percept Mot Skills*. 2021 Jun 1;128(3):1107–29.
22. El-Shamy SM. Effect of whole-body vibration on muscle strength and balance in diplegic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2014 Feb;93(2):114–21.
23. Ibrahim MM, Eid MA, Moawd SA. Effect of whole-body vibration on muscle strength, spasticity, and motor performance in spastic diplegic cerebral palsy children. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. 2014;15(2):173–9.
24. Ali MS, Abd el-aziz HG. Effect of whole-body vibration on abdominal thickness and sitting ability in children with spastic diplegia. *J Taibah Univ Med Sci*. 2021 Jun 1;16(3):379–86.
25. Olama KA, Thabit NS. Effect of vibration versus suspension therapy on balance in children with hemiparetic cerebral palsy. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. 2012 Jun;13(2):219–26.
26. Mohamed RA, Sherief AEAA, Mohamed ESH. Effect of Whole Body Vibration versus Suspension Therapy on Balance and Functional Capacity in Children with Diplegic Cerebral Palsy. *Int J Pharmtech Res*. 2019;12(01):80–9.
27. Rasha A. M, Abeer M. Y, Elsayed H. M. Comparative effect of different treatment approaches on lumbar hyperlordosis, respiratory muscle strength, and balance in diplegic children: A randomized controlled clinical trial. *SPORT TK - EuroAmerican Journal of Sport Sciences*. 2022 Jun 21;11.
28. Ali MS, Awad AS, Elassal MI. The effect of two therapeutic interventions on balance in children with spastic cerebral palsy: A comparative study. *J Taibah Univ Med Sci*. 2019 Aug 1;14(4):350–6.
29. Ahmadizadeh Z, Khalili MA, Ghalam MS, Mokhlesin M. Effect of whole body vibration with stretching exercise on active and passive range of motion in lower extremities in children with cerebral palsy: A randomized clinical trial. *Iran J Pediatr*. 2019 Oct 1;29(5).
30. Cheng HYK, Ju YY, Chen CL, Chuang LL, Cheng CH. Effects of whole body vibration on spasticity and lower extremity function in children with cerebral palsy. *Hum Mov Sci*. 2015 Feb 1;39:65–72.
31. Fischer M, Viallon T, Laffaye G, Fourcade P, Hussein T, Chèze L, et al. Long-term effects of whole-body vibration on human gait: A systematic review and meta-analysis. Vol. 10, *Frontiers in Neurology*. Frontiers Media S.A.; 2019.
32. Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2007 Jul;26(2):309–16.
33. Tupimai T, Peungsawan P, Prasertnoo J, Yamauchi J. Effect of combining passive muscle stretching and whole body vibration on spasticity and physical performance of children and adolescents with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2016 Jan;28(1):7–13.

34. Park C, Park ES, Choi JY, Cho Y, Rha DW. Immediate effect of a single session of whole body vibration on spasticity in children with cerebral palsy. *Ann Rehabil Med*. 2017 Apr 1;41(2):273–8.
35. Ahlborg L, Andersson C, Julin P. Whole-body vibration training compared with resistance training: Effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *J Rehabil Med*. 2006 Sep;38(5):302–8.
36. Unger M, Jelsma J, Stark C. Effect of a trunk-targeted intervention using vibration on posture and gait in children with spastic type cerebral palsy: A randomized control trial. *Dev Neurorehabil*. 2013 Apr;16(2):79–88.
37. Semler O, Fricke O, Vezyroglou K, Stark C, Schoenau E. Preliminary results on the mobility after whole body vibration in immobilized children and adolescents. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. 2007 May 7;7(1):77–81.
38. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2003 Jun 1;35(6):1033–41.
39. Rittweger J, Mutschelknauss M, Felsenberg D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2003 Mar;23(2):81–6.
40. Cochrane DJ, Stannard SR, Firth EC, Rittweger J. Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. *Eur J Appl Physiol*. 2010 Jan;108(2):311–9.
41. Tillin NA, Bishop D. Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. *Sports Medicine*. 2009 Feb;39(2):147–66.

Anexo I. Estrategia de búsqueda.

"vibrators"[All Fields] AND ("therapeutics"[MeSH Terms] OR "therapeutics"[All Fields] OR "treatments"[All Fields] OR "therapy"[MeSH Subheading] OR "therapy"[All Fields] OR "treatment"[All Fields] OR "treatment s"[All Fields])) OR "vibrotherapy"[All Fields]).

PEDro: cerebral palsy AND whole body vibration; cerebral palsy AND vibration therapy.

Scopus: (Cerebral Palsy) AND ((Vibration) OR (Whole Body Vibration) OR (vibration therapy) OR (vibrotherapy) OR (vibration treatment)).

Web of Science: (Cerebral Palsy) AND ((Vibration) OR (Whole Body Vibration) OR (vibration therapy) OR (vibrotherapy) OR (vibration treatment)).

Cochrane Library: (Cerebral Palsy) AND ((Vibration) OR (Whole Body Vibration) OR (vibration therapy) OR (vibrotherapy) OR (vibration treatment)).