

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



Eficacia de la terapia vibratoria en niños y/o adolescentes con discapacidad

AUTOR: MARTÍNEZ DOMENECH, IRENE.

Nº expediente: 1795

TUTOR: RUIZ LÓPEZ, ISABEL

Departamento y Área: Patología y cirugía - Fisioterapia

Curso académico: 2018 - 2019

Convocatoria de Junio

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Definición de WBV	3
1.3. Metodología de aplicación	3
1.4. Tipos de plataforma vibratoria	4
1.5. Efectos fisiológicos	4
1.6. Aplicación de WBV en niños y/o adolescentes con discapacidad	5
1.7. Justificación	6
2. OBJETIVOS	7
2.1. Objetivos generales	7
2.2. Objetivos específicos	7
3. MATERIAL Y MÉTODOS	8
3.1. Diseño	8
3.2. Metodología de la búsqueda bibliográfica	8
3.3. Criterios de selección	9
4. RESULTADOS	10
5. DISCUSIÓN	11
6. CONCLUSIÓN	14
7. BIBLIOGRAFIA	15
8. ANEXOS	18

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción. La vibración de todo el cuerpo (WBV) es un método que está ganando popularidad en los últimos años. Las variables de tratamiento son: frecuencia, amplitud y tiempo; aunque la dosificación más efectiva aún no está clara. Tampoco hay unificación en cuanto a los mecanismos neurofisiológicos asociados a la terapia. Utiliza distintos tipos de plataformas vibratorias para tratar personas con enfermedades neurológicas, musculo-esqueléticas y metabólicas, siendo los niños y/o adolescentes con discapacidad un campo de actuación, donde la terapia WBV muestra efectos a nivel muscular, óseo y en el rendimiento funcional.

Objetivos. Realizar una búsqueda bibliográfica para comprobar la efectividad de la terapia WBV en niños y/o adolescentes con discapacidad y comprobar las variables que influyen.

Material y métodos. Se realizó la búsqueda en las bases de datos Pubmed, Science Direct, Scopus y Scielo, de artículos publicados en los últimos 5 años.

Resultados. Se incluyen 12 artículos, que estudian el efecto de WBV en Parálisis Cerebral, Síndrome de Down y Osteogénesis Imperfecta. Las pruebas o escalas más utilizadas son: un dinamómetro para medir la fuerza muscular, MAS, DXA, pQCT, TUG y 6MWT. Se observan mejoras significativas en el tono, la espasticidad, fuerza muscular, DMO, equilibrio y la marcha.

Conclusiones. Se ha visto que la terapia WBV es efectiva a corto plazo, sin embargo, la evidencia actual no muestra un acuerdo en la metodología de aplicación de la WBV y la evidencia es de muy baja calidad metodológica.

Palabras clave. Vibración/ uso terapéutico, Vibración de todo el cuerpo, niño discapacitado.

ABSTRACT AND KEYWORDS

Introduction. The whole body vibration (WBV) is a method that is gaining popularity in recent years. The treatment variables are: frequency, amplitude and time; although the most effective dosage is not yet clear. There is also no unification regarding the neurophysiological mechanisms associated with the therapy. It uses different types of vibratory platforms to treat people with neurological, musculoskeletal and metabolic diseases, being children and / or adolescents with disabilities a field of action, where WBV therapy shows effects at the muscular, bone and functional performance levels.

Objectives. Perform a literature search to check the effectiveness of WBV therapy in children and / or adolescents with disabilities and check the variables that influence.

Material and methods. We searched the Pubmed, Science Direct, Scopus and Scielo databases for articles published in the last 5 years.

Results. 12 articles are included, which study the effect of WBV in Cerebral Palsy, Down Syndrome and Osteogenesis Imperfecta. The tests or scales most used are: a dynamometer to measure muscle strength, MAS, DXA, pQCT, TUG and 6MWT. Significant improvements in tone, spasticity, muscle strength, BMD, balance and gait are observed.

Conclusions. It has been seen that WBV therapy is effective in the short term, however, the current evidence does not show an agreement on the methodology of application of the WBV and the evidence is of very low methodological quality.

Keywords. Vibration / therapeutic use, whole body vibration, disabled child.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La vibración de todo el cuerpo o **whole body vibration (WBV)** ha ganado bastante popularidad en los últimos años y, actualmente, se están estudiando los beneficios terapéuticos en diferentes poblaciones (Tomás R et al., 2011). Sin embargo, su uso clínico comenzó hace unos cuantos años, en la década de 1940, con el uso de una cama especial que proporcionaba vibración mecánica para prevenir la pérdida ósea en sujetos inmovilizados (Whedon GD et al., 1949). También se utilizó, en la década de 1970, la “estimulación biomecánica” en los cosmonautas rusos para prevenir la atrofia muscular y la osteopenia en el espacio (Tomás R et al., 2011). Y más adelante, la vibración localizada en gimnastas para mejorar fuerza y flexibilidad (Issurin VB et al., 1994)).

1.2. Definición de Whole Body Vibration

La WBV es un método de entrenamiento neuromuscular (Delecluse C et al., 2003), que expone el cuerpo de un individuo a un estímulo mecánico a través de una plataforma vibratoria (Cardinale M et al., 2005; Cardinale M et al., 2003; Leite HR, et al., 2018). Este estímulo es la **vibración**, que se caracteriza por un movimiento oscilatorio cuyas variables biomecánicas son la frecuencia y la amplitud. La extensión del movimiento oscilatorio determina la amplitud (desplazamiento de pico a pico, en mm), la tasa de repetición de los ciclos de oscilación determina la frecuencia de la vibración (medida en Hz) (Cardinale M et al., 2005; Cardinale M et al., 2003); y la "intensidad" del tratamiento es directamente proporcional a estas variables (Rauch F, 2009).

1.3. Metodología de aplicación

Los parámetros de dosificación son un elemento fundamental en la aplicación de la terapia y deben ser siempre personalizados para cada paciente y en cada sesión, como lo relativo a las pautas correctas de colocación del sujeto (Albornoz Cabello M, 2012). Sin embargo, la dosificación más efectiva para la WBV aún no está clara. Teniendo en cuenta las numerosas combinaciones de amplitudes y frecuencias posibles con la tecnología actual, está claro que hay una amplia variedad de protocolos de WBV que se pueden usar en humanos (Cardinale M et al.,

2005; Rauch F, 2009). La frecuencia de los dispositivos de vibración describe la velocidad a la que oscila la plataforma, cuyos límites habituales varían, normalmente, de unos pocos Hz a 50Hz (Delecluse C et al., 2003; Rauch F, 2009). La mayoría de los estudios refieren frecuencias de 30 Hz como las más efectivas para el trabajo muscular (Albornoz Cabello M, 2012). Por otra parte, la amplitud es la longitud de movimiento de la placa en cada vibración, siendo su rango, generalmente, entre 1 y 13 mm (Rauch F, 2009; Albornoz Cabello M, 2012). La amplitud más utilizada es la de 2 mm. En cuanto a la duración o tiempo de tratamiento se recomienda series inferiores al minuto y medio con descansos de igual duración entre cada una. El tiempo recomendado para una sesión es de 25-30 min (Albornoz Cabello M, 2012).

Por otro lado, en un estudio llegaron a la conclusión de que una posición totalmente erguida en la plataforma era potencialmente dañina, y que se debería incentivar una posición con las rodillas flexionadas de 26 a 30 grados, para minimizar la vibración de la cabeza (Abercromby AF et al., 2007).

1.4. Tipos de plataformas de vibración

Podemos clasificar las plataformas vibratorias que, actualmente, hay en el mercado según el tipo de vibración que proporciona. Se describen 3 tipos de plataformas: (a) Plataformas de vibración vertical u horizontal, que realiza un movimiento en dirección supero-inferior o paralelo al suelo; (b) Plataformas de vibración sinusoidal, donde la placa de vibración oscila alrededor de un pivote en el centro de la plataforma que genera movimientos de izquierda a derecha y craneocaudales; (c) Plataformas de vibración triplanar, que emiten vibraciones en los 3 planos del espacio (Albornoz Cabello M, 2012). En varios artículos se describen solo los 2 primeros tipos de plataformas (Cardinale M et al., 2005; Rauch F, 2009). En el **Anexo 1** se incluyen ejemplos de las diferentes plataformas.

1.5. Efectos fisiológicos

Hoy en día, la WBV se está aplicando como un método terapéutico en pacientes con enfermedades neurológicas, musculo-esqueléticas y metabólicas; para obtener resultados favorables en la fuerza

muscular, el equilibrio, la composición corporal y, en general, el rendimiento físico o terapéutico (Tomás R et al., 2011; Rauch F, 2009; Wunderer K et al., 2008). Sin embargo, los mecanismos neurofisiológicos asociados a estos resultados no están del todo claros (Albornoz Cabello M, 2012).

En una sesión de WBV, el usuario se mantiene de pie en la plataforma en una posición estática o realizando movimientos dinámicos (Delecluse C et al., 2003; Rauch F, 2009), transmitiendo así la vibración desde los pies a todo el cuerpo. Algunos estudios explican que la vibración estimula los receptores sensoriales (Delecluse C et al., 2003; Cardinale M et al., 2005) de los músculos, tendones, piel y articulaciones (Ribot-Ciscar, E et al., 1989). A nivel músculo-tendinoso se activan los husos neuromusculares, provocando una contracción muscular refleja, llamada “Reflejo de vibración tónica” (Tomás R et al., 2011; Delecluse C et al., 2003; Hagbarth K.E et al., 1965), que parece ser uno de los mecanismos principales para explicar el aumento de la actividad neuromuscular durante y después de la vibración (Tomás R et al., 2011). Puede definirse como un reflejo parecido al miotático y que se activa al someter a continuas vibraciones al huso neuromuscular, que cambian su longitud. El huso neuromuscular reacciona provocando una gran cantidad de contracciones como mecanismo de defensa e inhibiendo la musculatura antagonista (Albornoz Cabello M, 2012).

1.6. Aplicación de la WBV en niños y/o adolescentes con discapacidad

Las personas con discapacidades, como el Síndrome de Down (SD), la Parálisis Cerebral (PC) o la Osteogénesis Imperfecta (OI) se caracterizan por tener un bajo estado físico y un mayor riesgo de no tener un desarrollo óptimo (Stark C et al., 2016). Se sabe que un menor nivel de actividad en los niños discapacitados se refleja, por ejemplo, en una menor densidad mineral ósea (DMO) en comparación con niños sanos; favoreciendo las fracturas por traumatismos ligeros (Ward, K et al., 2004)²³. También es conocido que la actividad y condición física tienen un papel importante en la composición corporal y, por tanto, en la salud durante el crecimiento en personas con y sin discapacidad (Matute-Llorente A et al., 2013). El uso de la terapia vibratoria en niños con discapacidades está en auge, existiendo evidencia que asegura que

mejora parámetros como la fuerza y potencia muscular (*Song S et al., 2018; Mohamed Ahmed, 2015; Sá-Caputo D et al., 2017*), la formación ósea (*Matute-Llorente A et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2016; Saquetto M et al., 2015; Kilebrant S et al., 2015*) o el rendimiento funcional (*Star C et al., 2016; Sá-Caputo D et al., 2017; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015; Saquetto M et al., 2015*). Por lo que podría emplearse como una terapia complementaria al tratamiento que llevan a cabo en condiciones normales. Sin embargo, no todos los estudios han encontrado efectos positivos (*Leite HR et al., 2018; Högler W et al., 2017*), muchas veces debido al uso de diferentes protocolos que puede explicar las discrepancias en los resultados entre los estudios (*Matute-Llorente A et al., 2013*).

1.7. Justificación

La WBV es una terapia muy novedosa que está empezando a recibir mucha atención como método de tratamiento para diversas patologías, aunque sigue en desarrollo. No se conocen con exactitud cuáles son sus efectos fisiológicos ni hay parámetros de dosificación establecidos para las diferentes aplicaciones. Además, entre la evidencia actual hay discrepancia en cuanto a los efectos de WBV en niños con discapacidades, ya que los resultados son muy diversos, debido a la diferencia de población escogida, protocolos utilizados y variables evaluadas. Por todo ello se cree necesario realizar una revisión sistemática sobre la eficacia de la WBV en niños y/o adolescentes con discapacidad.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Realizar una búsqueda bibliográfica para comprobar la efectividad de la terapia WBV en niños y/o adolescentes con discapacidad.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar la existencia de efectos adversos a la terapia.
- Determinar efectos en la función muscular, masa ósea y/o rendimiento funcional en general inmediatos y a largo plazo.
- Determinar si existe un protocolo específico de entrenamiento.



3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Diseño

El presente estudio ha consistido en una **revisión sistemática**.

3.2. Metodología de la búsqueda bibliográfica

Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos: Pubmed, Science Direct, Scopus y Scielo; utilizando las palabras clave “*vibration/therapeutic use*”, “*whole body vibration*” y “*disabled children*” añadiendo el operador boleano “*AND*” en todos los casos.

A continuación, se detalla cómo se han llevado a cabo dichas búsquedas en cada base de datos:

PUBMED: Se introducen las palabras clave (“*vibration/therapeutic use*” [Mesh]) obteniéndose 4704 resultados. Se establecen los siguientes filtros: período de publicación de 5 años, únicamente en humanos y edad desde el nacimiento hasta los 18 años; lo cual nos deja con 90 resultados, de los cuales nos quedamos con 10 siguiendo los criterios de inclusión y exclusión.

SCIENCEDIRECT: Se introduce el término (“*whole body vibration*” [Mesh]) añadiendo el período de publicación entre 2015-2019, estableciendo revisiones e investigación como tipos de artículos y como palabras clave “*children*” y “*vibration*”; lo cual nos deja con 13 resultados, de los cuales nos quedamos con 2 siguiendo los criterios de inclusión y exclusión.

SCOPUS: Se introdujo la palabra clave (“*whole body vibration*” [Mesh] AND “*disabled children*”), añadiendo el período de publicación entre 2015-2019, obteniéndose 43 resultados, pero no pudiendo seleccionar ninguno siguiendo los criterios de inclusión y exclusión.

SCIELO: Se introdujo la palabra clave (“*whole body vibration*” [Mesh]), obteniéndose 40 resultados, de los cuales no se pudo seleccionar ninguno siguiendo los criterios de inclusión y exclusión.

En el **Anexo 2** se puede observar el diagrama de flujo, mostrando los datos cuantitativos de la estrategia de búsqueda.

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos se utilizaron diferentes escalas, como la escala de valoración Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (**Anexo 3**) para evaluar los ensayos clínicos y la escala AMSTAR (**Anexo 4**) para las revisiones sistemáticas.

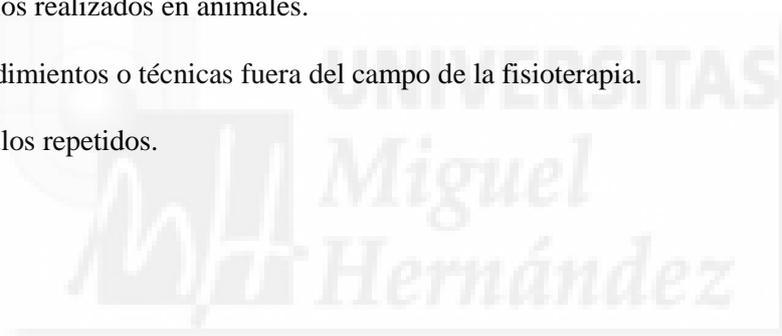
3.3. Criterios de selección

Los **criterios de inclusión** tenidos en cuenta para seleccionar los artículos son los siguientes:

- Tratamiento con WBV en niños con discapacidad.
- Edad entre 0-18 años.
- Año de publicación entre 2015-2019.

Los **criterios de exclusión** tenidos en cuenta para seleccionar los artículos son los siguientes:

- Estudios realizados en animales.
- Procedimientos o técnicas fuera del campo de la fisioterapia.
- Artículos repetidos.



4. RESULTADOS

Después de aplicar los criterios de inclusión/exclusión los resultados encontrados para esta revisión bibliográfica fueron 12 artículos que evidencian la terapia WBV a nivel terapéutico para el tratamiento de niños con diferentes discapacidades.

Entre los estudios se encuentran 4 ensayos controlados-aleatorizados, 2 aleatorio-cruzados, 1 prospectivo, 1 caso clínico, 3 revisiones sistemáticas (2 de ellas con meta-análisis) y 1 ensayo no controlado.

Las tablas con el resumen de los resultados encontrados en esta revisión bibliografía se muestran en el **Anexo 2**.

4.1. Calidad metodológica de los artículos

Después de realizar la evaluación de calidad de los artículos obtenidos con las escalas PEDro y AMSTAR, la mayoría de las puntuaciones obtenidas indican una calidad metodológica baja. Para los ensayos clínicos las puntuaciones varían entre 7-4, habiendo solo 2 artículos con una puntuación mayor de 6 (indicativo de buena calidad). En el caso de las revisiones bibliográficas 2 artículos de 3 han obtenido una puntuación de 7.

5. DISCUSIÓN

Una vez analizados los artículos se destacarán las diferencias y similitudes encontradas entre ellos, ya que la finalidad de esta revisión es establecer una conclusión sobre la WBV.

Para empezar, decir que se ha visto que la terapia de WBV es bastante novedosa y que, actualmente, entre la evidencia existente aún no hay unificación en cuanto a su forma de evaluación, su forma de aplicación e incluso en la efectividad de la misma.

Todos los estudios incluidos han sido realizados en niños y/o adolescentes que tenían algún tipo de discapacidad, como PC (*Stark C et al., 2016; Song S et al., 2018; Hsin-Yi et al., 2015; Hsin-Yi et al., 2015; Saquette M et al., 2015*), SD (*Matute-Llorente A et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2016; Mohamed Ahmed, 2015*) u OI (*Högler W et al., 2017; Sá-Caputo D et al., 2017*). La mayoría de los artículos evalúan los efectos de la terapia en la función muscular (*Stark C et al., 2016; Song S et al., 2018; Mohamed Ahmed Eid, 2015; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015; Sá-Caputo D et al., 2017*), en la estructura ósea (*Högler W et al., 2017; Kilebrant S et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2016*) y/o en parámetros funcionales, como pueden ser la marcha o el equilibrio (*Song S et al., 2018; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015*). Sin embargo, también se evalúan parámetros como la seguridad y viabilidad de la terapia (*Stark C et al., 2016*) o si es aceptable y tolerable por parte de los niños participantes, así como sus efectos adversos (*Kilebrant S et al., 2015*).

En cuanto a la **metodología de los estudios**, la mayoría dividen la muestra en dos grupos (grupo de tratamiento vs. control); pero difieren en la forma de evaluar los efectos de la terapia en los participantes. Las escalas o pruebas realizadas más comunes son: el uso de un dinamómetro de mano para medir la fuerza muscular (en miembros inferiores) (*Leite HR et al., 2018; Mohamed Ahmed Eid, 2015*), la escala Modified Ashworth Scale (MAS) para evaluar la espasticidad muscular (*Leite HR et al., 2018; Song S et al., 2018; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015*), una X-ray absorptiometry (DXA) y Peripheral quantitative computed tomography (pQCT) cuando se está evaluando la DMO (*Högler W et al., 2017; Kilebrant S et al., 2015; Leite HR et al., 2018;*

Matute-Llorente A et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2016) y las pruebas Timed Up and Go (TUG) y 6 minutes walking test (6MWT) para evaluar la marcha, el equilibrio dinámico y el rendimiento en general (*Song S et al., 2018; Leite HR et al., 2018; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015; Kilebrant S et al., 2015*). Sin embargo, no hay una escala o prueba que se utilice en todos los ensayos y con la que se pueda comparar los resultados obtenidos.

También existen diferencias con respecto al número de **evaluaciones** que se llevan a cabo en los participantes; en algunos estudios se realizan dos evaluaciones (pre- y post- tratamiento) (*Matute-Llorente A et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2016; Mohamed Ahmed Eid, 2015; Högler W et al., 2017*), mientras que en otros se realizan 3 (pre-, post- tratamiento y una de seguimiento) (*Star C et al., 2016; Song S et al., 2018; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015; Kilebrant S et al., 2015*). Solo 1 estudio realiza 4 evaluaciones (*Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015*). No obstante, no se suelen contemplar ni evaluar los efectos a largo plazo, ya que solo dos estudios realizan una evaluación de seguimiento más de 2 meses después de aplicar la terapia (*Kilebrant S et al., 2015; Song S et al., 2018*). Este hecho provoca que no se pueda determinar si la terapia es efectiva o no, ya que los resultados a corto plazo no son tan relevantes como los resultados a largo plazo. Sería recomendable, para futuros estudios, añadir diferentes periodos de seguimiento.

El **tamaño de la muestra** en la mayoría de los estudios es pequeño, ya que solo 1 incluye una muestra de 30 participantes (*Mohamed Ahmed Eid, 2015*), el resto es menor. Esto también influye en los resultados, ya que con una muestra más grande los resultados se pueden extrapolar con mayor fiabilidad a la población.

Sobre el **protocolo de intervención**, es difícil hallar coincidencias claras, ya que no existe similitud entre los diferentes parámetros (frecuencia, amplitud, tiempo...) utilizados. En primer lugar, las frecuencias varían entre 2-4 Hz (*Song S et al., 2018*) y 90 Hz (*Leite HR et al., 2018*); sin embargo, la frecuencia más utilizada está entre 25-30 Hz (*Kilebrant S et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2016; Mohamed Ahmed Eid, 2015; Saquetto M et al., 2015; Kilebrant S et al.,*

2015), que es la frecuencia que se implanta como más efectiva. La amplitud de la placa de vibración que se establece en la mayoría de los ensayos es de 2 mm (Star C et al., 2016; Kilebrant S et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2016; Mohamed Ahmed Eid, 2015; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015; Högler W et al., 2017). El tiempo de aplicación de la terapia también varía; mientras que en unos dura 10 min (Star C et al., 2016; Mohamed Ahmed Eid, 2015; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015; Högler W et al., 2017) en otros llega hasta los 20 min e incluso hasta la hora (Saquette M et al., 2015). Por otro lado, los ensayos suelen durar una media de 4 meses, siendo 1 día lo mínimo y 6 meses lo máximo. Y, por último, tampoco hay un solo tipo de plataforma vibratoria, ya que se utilizan diferentes marcas y tipos, como plataformas de vibración vertical u horizontal (Song S et al., 2018; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015), sinusoidal (Star C et al., 2016; Mohamed Ahmed Eid, 2015) y triplanar (Matute-Llorente A et al., 2015; Matute-Llorente A et al., 2016). Todas estas discrepancias entre los diferentes artículos les resta valor y nos indica que debemos tener precaución a la hora de analizar sus resultados.

A su vez, los **resultados** muestran datos muy distintos entre los diferentes estudios que se incluyen en esta revisión, siendo la función muscular y la estructura ósea donde más cambios se observan.

Con respecto a la función muscular, se demuestran mejoras significativas en el tono y la espasticidad (Song S et al., 2018; Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015; Sá-Caputo D et al., 2017), en la actividad y fuerza muscular (Song S et al., 2018; Mohamed Ahmed Eid, 2015; Sá-Caputo D et al., 2017), y se observa un aumento de la masa magra total (Högler W et al., 2017). Un estudio indica la disminución del tono en los extensores de cadera y flexor plantar de tobillo (Song S et al., 2018). Otros resultados añaden que se puede disminuir la espasticidad de los extensores de rodilla y, además, aumentar la movilidad activa de los miembros inferiores (Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015). También existen mejoras en la fuerza muscular de los flexores y extensores de rodilla (Mohamed Ahmed Eid, 2015); aunque otros estudios no coinciden en este apartado, ya que muestran que no hay cambios significativos en la fuerza muscular de miembros inferiores (Högler W et al., 2017) o general (Saquette M et al., 2015).

Por otro lado, se aseguran mejoras en la densidad y contenido mineral óseo (ya sea de todo el cuerpo o de una zona en concreto, como la columna lumbar o la cabeza del fémur) (*Matute-Llorente A et al., 2015, Saquetto M et al., 2015, Kilebrant S et al., 2015*) así como en la densidad mineral ósea de la cortical y su espesor en el radio (*Matute-Llorente A et al., 2015*). Sin embargo, también existen resultados contradictorios; por ejemplo, un estudio que muestra que no hay diferencias significativas en las variables de densidad mineral ósea o cambios a nivel estructural medidos en el fémur o la columna lumbar (*Högler W et al., 2017*). También, es interesante añadir, como en dos estudios no mejora la densidad mineral ósea de la columna, pero sí la de otros huesos, como el fémur (*Kilebrant S et al., 2015; Saquetto M et al., 2015*). Por último, en un estudio, realizado en niños con y sin SD, se observan mayores cambios significativos en el grupo sin SD (*Matute-Llorente A et al., 2016*). Esto puede estar relacionado con que los niños con algún tipo de discapacidad presentan niveles disminuidos de osteocalcina (un marcador de formación ósea) en comparación con niños sanos, lo que indica una capacidad reducida para la formación de hueso (*Kilebrant S et al., 2015*).

También existen mejoras significativas en el equilibrio estático y dinámico (*Song S et al., 2018; Mohamed Ahmed Eid, 2015*). Se observa que una mejora significativa en pruebas como 6MWT o TUG está relacionada con una mejora en el índice de relajación, que determina la espasticidad de un músculo (*Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015*). Por otra parte, la velocidad de la marcha junto con la función motora gruesa también mejora en el grupo de WBV según un meta-análisis (*Saquetto M et al., 2015*).

En los ensayos incluidos, normalmente, no se cuantifican ni los efectos adversos o secundarios, ni la seguridad de la terapia. Solo dos estudios evalúan estas variables (*Stark C et al., 2016; Kilebrant S et al., 2015*), llegando a la conclusión de que no existen efectos adversos derivados de la terapia WBV, y que es aceptada y tolerada positivamente por los participantes. Según esto último, podría ser interesante como terapia complementaria a otros tratamientos fisioterápicos para potenciar sus efectos, ya que resulta un método fácil y rápido.

Finalmente, se puede afirmar que la mayoría de artículos seleccionados han demostrado efectos positivos en la función muscular del cuádriceps, la DMO o la marcha, sin embargo, es necesario añadir que estos resultados pueden no ser muy fiables debido a la baja calidad metodológica y las discrepancias entre los ensayos. Por lo tanto, se necesita más investigación que incluya tamaños de muestra más grandes, con unos protocolos de entrenamiento específicos, según el tipo de patología y/o las estructuras que se quieran tratar; y añadir o alargar los períodos de seguimiento para así poder evaluar los efectos de la terapia a largo plazo.

6. LIMITACIONES Y SESGOS

Las limitaciones y sesgos que se han podido observar en esta revisión sistemática son, por una parte, que los estudios analizados son muy heterogéneos y con, la mayoría de ellos, una calidad metodológica baja. Por otra parte, el tamaño de muestra es pequeño en todos los estudios. Además, se ha utilizado un amplio rango de edad (*entre 0 y 18 años*).

7. CONCLUSIÓN

Tras esta revisión bibliográfica se puede concluir que:

- La terapia vibratoria mejora la espasticidad y la movilidad activa de miembros inferiores, la velocidad y rendimiento de la marcha, el equilibrio dinámico y estático, así como la densidad y contenido mineral óseo de huesos como el fémur, tibia o radio en niños y/o adolescentes con discapacidad.
- No se recogen eventos adversos asociados a la terapia y se establece como un método seguro y bien tolerado.
- La evidencia encontrada sugiere que los efectos positivos que ofrece la terapia de WBV son a corto plazo, además de que no existe unificación en cuanto a su forma de evaluación, su forma de aplicación e incluso en la efectividad de la misma.
- Son necesarios estudios con una mejor calidad metodológica para obtener resultados más fiables, donde se investiguen más a fondo los efectos a largo plazo y que establezcan protocolos de entrenamiento con parámetros determinados según las funciones o estructuras que se quieran potenciar.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. *“Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training.”* Med Sci Sports Exerc. 2007;39(10):1794-800
2. Albornoz Cabello M, Meroño Gallut J. *“Procedimientos generales de fisioterapia”* 1ª ed. Barcelona, España: Elsevier; 2012. 139-60.
3. Cardinale M, Bosco C. *“The effects of vibration as an exercise intervention.”* Exerc Sport Sci Rev 2003; 31:3–7
4. Cardinale M, Wakeling J, Viru A. *“Whole body vibration exercise: are vibrations good for you?”* Br J Sports Med 2005; 39 (9): 585-9.
5. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. *“Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training”.* Med Sci Sports Exerc 2003; 35:1033–41.
6. Hagbarth K.E, Eklund G. *“Motor effects of vibratory stimuli in man.”* Muscular Afferent and Motor Control, R. Granit. Stockholm: Almqvist and Wiksell, 1965; 177–186.
7. Hsin-Yi Kathy Cheng, Yan-Ying Ju, Chi-Ling Chen, Li-Ling Chuang, Chin-Hsiu Cheng. *“Effects of whole body vibration on spasticity and lower extremity function in children with cerebral palsy.”* Hum Mov Sci 2015; 39: 65-72.
8. Hsin-Yi Kathy Cheng, Yu-Chun Yu, Alice May-Kuen Wong, Yung-Shen Tsai, Yan-Ying Ju. *“Effects of an eight-week whole body vibration on lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy.”* Res Dev Disabil 2015; 38: 256-61.
9. Högler W, Scott J, Bishop N, Arundel P, Nightingale P, et al. *“The Effect of Whole Body Vibration Training on Bone and Muscle Function in Children with Osteogenesis Imperfecta.”* J Clin Endocrinol Metab 2017; 102(8): 2734-43.
10. Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. *“Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility”.* J Sports Sci. 1994;12(6):561-6.
11. Kilebrant S, Braathen G, Emilsson R, Glansén U, Söderpalm AC, et al. *“Whole-body vibration therapy in children with severe motor disabilities.”* J Rehabil Med 2015; 47: 223-8.

12. Leite HR, et al. *“Current evidence does not support whole body vibration in clinical practice in children and adolescents with disabilities: a systematic review of randomized controlled trial.”* Braz J Phys Ther 2018.
13. Marín, PJ, y Rhea, MR (2010). *“Efectos del entrenamiento de vibración en la potencia muscular: un meta-análisis.”* Journal of Strength and Conditioning Research, 24 (3), 871–878.
14. Matute-Llorente A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Olmedillas H, Vicente-Rodríguez G, et al. *“Effect of whole body vibration training on bone mineral density and bone quality in adolescents with Down syndrome: a randomized controlled trial.”* Osteopors Int 2015; 26: 2449-59.
15. Matute-Llorente A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Tous-Fajardo J, Vicente-Rodríguez G, et al. *“Effect of whole body vibration training on bone mass and in adolescents with and without Down syndrome: a randomized controlled trial.”* Osteopors Int 2016; 27: 181-91.
16. Matute-Llorente A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA (2013) *“Effect of whole-body vibration therapy on health-related physical fitness in children and adolescents with disabilities: a systematic review.”* J Adolesc Health 54:385–396
17. Mohamed Ahmed Eid. *“Effect of Whole Body Vibration Training on Standing Balance and Muscle Strength in Children with Down Syndrome.”* Am J Phys Med Rehabil 2015; 94 (8): 633-43.
18. Rauch F. *“Vibration therapy”*. DMCN 2009; 51(4).
19. Ribot-Ciscar, E., J.P. Vedel, and J.P. Roll. *“Vibration sensitivity of slowly and rapidly adapting cutaneous mechanoreceptors in the human foot and leg.”* Neurosci. Lett. 1989; 104:130–135.
20. Saquetto M, Calvalho V, Silva S, 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; 15(2): 134-44.

21. Song S, Lee K, Jung S, Park S, Cho H, et al. *“Effect of Horizontal Whole-Body Vibration Training on Trunk and Lower-Extremity Muscle Tone and Activation, Balance and Gait in a Child with Cerebral Palsy”*. Am J Case Rep 2018; 19: 1292-300.
22. Star C, Herkenrath P, Hollmann H, Waltz S, Becker I, et al. *“Early vibration assisted physiotherapy in toddlers with cerebral palsy - a randomized controlled pilot trial.”* J Musculoskelet neuronal Interact 2016; 16(3): 183-92.
23. Sá-Caputo D, Dionello C, Federico E, Paineiras-Domingos L, Sousa-Gonçalves C, et al. *“Whole-Body Vibration exercise improves functional parameters in patients with osteogenesis imperfecta: a systematic review with a suitable approach.”* Afr J Tradit Complement Altern Med 2017; 14(3): 199-208.
24. Tomás R, Lee V, Going S. *“The use of vibration exercise in clinical populations”*. ACSM’s Health & Fitness Journal 2011; 15(6): 25-31.
25. Ward, K., Alsop, C., Caulton, J., Rubin, C., Adams, J., Mughal, Z. (2004). *“Low magnitude mechanical loading is osteogenic in children with disabling conditions.”* J. Bone Mineral Res, 19: 360-369
26. Whedon GD, Deitrick JE, Shorr E. *“Modification of the effects of immobilization upon metabolic and physiologic functions of normal men by the use of an oscillating bed.”* Am J Med. 1949;6(6):684-711.
27. Wunderer K, Schabrun SM, Chipchase LS. *“El efecto de la vibración de todo el cuerpo en condiciones neurológicas comunes: una revisión sistemática.”* Reseñas de terapia física 2008, 13 (6), 434–442.

9. ANEXOS

➤ Anexo 1. Tipos de plataforma vibratoria



Fig. 1: Plataforma vibratoria vertical u horizontal.

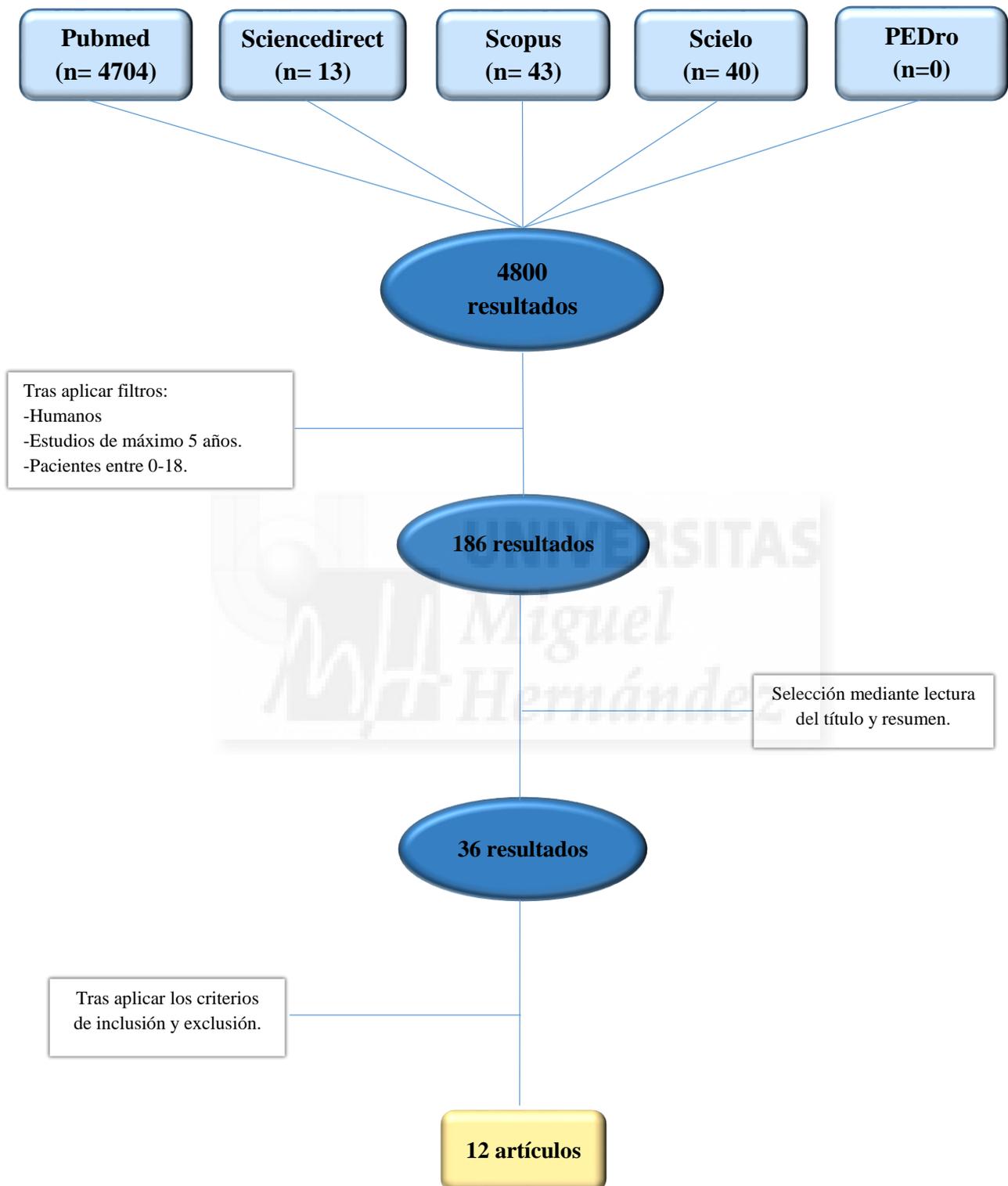


Fig. 2: Plataforma vibratoria oscilante.



Fig. 3: Plataforma vibratoria triplanar

➤ **Anexo 2. Diagrama de flujo de la Metodología de búsqueda**



➤ **Anexo 3. Escala de Evaluación PEDro**

La escala PEDro sirve para la medición de la calidad de los informes de los ensayos clínicos. Se añade un punto por cada uno de los siguientes criterios que se cumpla:

1. Los criterios de elección fueron especificados.
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a 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 midieron al menos un resultado clave fueron cegados
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más de 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
9. Se presentaron 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.

Tabla 1. Resultados Escala PEDro

Artículos / Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
<i>Stark C et al., 2016</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	6
<i>Matute-Llorente A et al., 2015</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5
<i>Matute-Llorente A et al., 2016</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5
<i>Mohamed Ahmed Eid, 2015</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
<i>Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	5
<i>Högler W et al., 2017</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	5
<i>Kilebrant S et al., 2015</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4
<i>Hsin-Yi Kathy Cheng et al., 2015</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4

➤ **Anexo 4. Escala de Evaluación AMSTAR**

La escala AMSTAR se utiliza para la medición de la calidad de las revisiones sistemáticas. Consta de once items y por cada uno que se cumpla se añade un punto:

1. ¿Fue un diseño “a priori”?
2. ¿Hubo duplicación de la selección de los estudios y de la extracción de datos?
3. ¿Se realizó una búsqueda amplia de la literatura?
4. ¿Se utilizó el estado de la publicación (ejemplo: literatura gris) como criterio de inclusión?
5. ¿Se provee una lista de los estudios incluidos y excluidos?
6. ¿Se entregan las características de los estudios?
7. ¿Se evaluó y documentó la calidad científica de los estudios?
8. ¿Se utilizó adecuadamente la calidad de los estudios en la formulación de conclusiones?
9. ¿Fueron apropiados los métodos para combinar los hallazgos de los estudios?
10. ¿Se evaluó la probabilidad de sesgo de publicación?
11. ¿Fueron declarados los conflictos de interés?

Tabla 2. Resultados escala AMSTAR

Artículos / Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
<i>Leite HR et al., 2018</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	7
<i>Saquetto M et al., 2015</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	5
<i>Sá-Caputo D et al., 2017</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	7

➤ **Anexo 5. Tablas resumen**

Tabla 3: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica.

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Star C., Herkenrath P., Hollmann H., Waltz S., Becker I., Hoebing L., Semler O., HoyerKuhn H., Duran I., Hero B., Hadders-Algra M., Schoenau E.</p> <p>Early vibration assisted physiotherapy in toddlers with cerebral palsy - a randomized controlled pilot trial.</p> <p>2016</p>	<p>Investigar la seguridad y la viabilidad de 14 semanas de entrenamiento en el hogar con sWBV en niños con PCI entre 12 y 14 meses de edad.</p> <p>Explorar la eficacia con la GMFM-66 de los cambios entre la semana 0 y la 14.</p>	<p>Estudio prospectivo, monocéntrico, simple ciego del evaluador y con seguimiento.</p> <p>n=24 niños (12-24 meses) divididos aleatoriamente en 2 grupos</p> <p>Inclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) edad entre 12 y 24 meses. 2) nivel II-IV de la GMFCS. <p>Exclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Cirugía o cambios médicos en período de estudio. 2) Fracturas o hemorragia cerebral. 3) Inflamación aguda SME (sistema músculo-esquelético). 4) Convulsiones <p>Evaluación:</p> <p>3 evaluaciones: inicio (T0), 14 sem (T1) y 28 sem (T2).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>GMFM-66</u> (Gross Motor Function Measure) 2) <u>PEDI-G</u> (Pediatric Evaluation of Disability Inventory) 3) <u>German Bayley-II Mental Scale</u> <p>Intervención: terapia sWBV durante 14 semanas (12 entrenamiento + 2 preparación de la familia), 10 sesiones/sem, 9 min/día, 3 ejercicios (3 min cada uno), frecuencias (12Hz - 22Hz) y amplitud (2.5 mm)</p> <p><u>Grupo A:</u> sWBV (T0-T1) + seguimiento sin sWBV (T1-T2).</p> <p><u>Grupo B:</u> seguimiento sin sWBV (T0-T1) + sWBV (T1-T2)</p> <p>Plataforma: Galileo®.</p>	<p>Viabilidad: los niños recibieron entre 67-140 sesiones de sWBV. 48-100% tasa de sesiones completadas.</p> <p>Seguridad: se reportaron 13 eventos adversos (en el grupo control) no relacionados con la terapia WBV.</p> <p>Eficacia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>GMFM-66:</u> No diferencias estadísticamente significativas entre grupos (p=0.412) ni entre el inicio de la terapia (p=0.767) 2) <u>PEDI-G:</u> no diferencias significativas entre grupos (p=0.148). 3) <u>Bayley-II:</u> no cambios significativos en ambos grupos. 	<p>El entrenamiento de 14 sem de sWBV fue viable, estuvo bien tolerado y el cumplimiento fue alto.</p> <p>No se demostraron diferencias <u>estadísticamente significativas</u> entre la intervención con y sin sWBV ni entre comenzar el entrenamiento antes o después. Sí que se observaron mejoras <u>clínicamente relevantes</u> en la GMFM-66 en ambos grupos.</p>

Tabla 4: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Song S, Lee K, Jung S, Park S, Cho H, Lee G.</p> <p>Effect of Horizontal Whole-Body Vibration Training on Trunk and Lower-Extremity Muscle Tone and Activation, Balance and Gait in a Child with Cerebral Palsy</p> <p>2018</p>	<p>Investigar los efectos del entrenamiento de WBV, utilizando una plataforma de vibración horizontal, en el tono y la actividad muscular, el equilibrio y la marcha en un niño con diplegia espástica.</p>	<p>Caso clínico (case report) con un niño de 10 años con diplegia espástica.</p> <p>Evaluación: 3 evaluaciones: pre-, post- (1 mes) y de seguimiento (2 meses). 1) MAS: tono muscular (cadera, rodilla y tobillo). 2) Electromiografía de superficie: actividad muscular de pie y en posición de sentadilla en erectores de columna (ES), recto abdominal (RA) y femoral (RF), tibial anterior (TA) y gastrocnemios (GCS). 3) PBS (Pediatric Balance Scale) y TUG (Timed Up and Go): equilibrio en estático y dinámico.</p> <p>Intervención: programa de fisioterapia convencional (3 sesiones/sem de 30 min durante 8 sem) + entrenamiento de WBV horizontal (3 sesiones/sem de 20 min durante 4 semanas) con frecuencias de entre 2-4 Hz. 20° flexión de rodillas.</p> <p>Plataforma: no especificada.</p>	<p>MAS: mejora del tono muscular en los extensores de cadera y los flexores plantares de tobillo en un punto.</p> <p>EMG: aumento (%) de la actividad muscular post-. (dcha/izq) 1) De pie: ES (2.65% / 7.72%) RA (24.08% / 19.83%) RF (0.52% / 2.39%) TA dcha (22.68%) 2) Sentadilla: RA izq (7.93%) RF (2.29% / 1.37%) TA izq (5.61%) GCS (33.21% / 25.33%)</p> <p>PBS: inicio - 42 pts post - 48 pts seguimiento - 51 pts</p> <p>TUG: inicio - 9.90s post - 10.21s seguimiento - 9.60s</p>	<p>La terapia WBV se asoció con mejoras en el tono y la actividad muscular del tronco y la extremidad inferior, no solo después de la intervención si no también 1 mes más tarde.</p> <p>No se puede determinar si estos resultados son debido al entrenamiento de WBV o al programa de fisioterapia convencional.</p> <p>Necesario examinar el efecto de la terapia en una población más grande.</p>

Tabla 5: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Matute-Llorente A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Olmedillas H, Vicente-Rodríguez G, Casajús J.A.</p> <p>Effect of whole body vibration training on bone mineral density and bone quality in adolescents with Down syndrome: a randomized controlled trial.</p> <p>2015</p>	<p>Comprobar si un tratamiento de 20 semanas de WBV mejorará la estructura ósea y las variables de salud ósea en adolescentes con Síndrome de Down (SD)</p>	<p>Estudio controlado aleatorizado.</p> <p>n=25 (12-18 años) divididos en 2 grupos. (11 grupo WBV vs. 14 grupo control).</p> <p>Exclusión: 1) no asistir mínimo al 60% del entrenamiento.</p> <p>Evaluación: 1) Medidas antropométricas (<u>MA</u>). 2) <u>DXA</u>: BMC (bone mineral content) y BMD (bone mineral density). 3) <u>pQCT</u>: índices fuerza ósea, morfometría, vBMD (volumetric BMD) en el la tibia y radio del lado no dominante.</p> <p>Intervención: entrenamiento WBV durante 20 sem, 3 sesiones/sem, 15-20 min, 10 rep (30-60'' de vibración + 60'' descanso), frecuencias (25-30 Hz) y amplitud (2 mm). 90° flexión de rodillas.</p> <p>Plataforma: Power Plate®</p>	<p>MA: no diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ni antes ni después del tratamiento (p >0.05).</p> <p>DXA: no diferencias significativas entre ambos grupos (p >0.05). Diferencias significativas (p <0.05) en el grupo WBV entre el pre- y post-.</p> <p>1) <u>Área subtotal</u>: 2.8%, 95% CI [3.4, 2.1] 2) <u>BMC</u>: 4.8%, 95% CI [6.5,3.1] 3) <u>BMD</u>: 2.0%, 95% CI [2.8, 1.1] 4) <u>BMD columna lumbar</u>: 3.3%, 95% CI [4.9, 1.7]</p> <p>pQCT: no diferencias significativas entre ambos grupos (p >0.05). Diferencias significativas (p <0.05) en el grupo WBV entre el pre- y post-.</p> <p>1) <u>BMC tibia</u>: 4% 2) <u>vBMD, cortical vBMD y espesor cortical</u>: 66%</p>	<p>Hubo mejoras significativas en el BMC y la BMD después de aplicar WBV durante 20 sem; aunque no se diferenciaron estadísticamente de aquellos participantes que no recibieron la terapia.</p>

Tabla 6: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Matute-Llorente A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Tous-Fajardo J, Vicente-Rodríguez G, Casajús J.A.</p> <p>Effect of whole body vibration training on bone mass and in adolescents with and without Down syndrome: a randomized controlled trial.</p> <p>2016</p>	<p>Observar las diferencias entre adolescentes con y sin Síndrome de Down (SD) en los efectos de un programa de entrenamiento de WBV en BMC (bone mineral content) y BMD (bone mineral density).</p>	<p>Estudio controlado aleatorizado.</p> <p>n=26 (12-18 años) divididos en 2 grupos. (13 con SD vs. 13 sin SD).</p> <p>Exclusión: 1) no asistir mínimo al 60% del entrenamiento.</p> <p>Evaluación: 1) <u>MA</u> 2) <u>DXA</u>: BMC y BMD medidos en todo el cuerpo (WBTOT), columna lumbar (L₁-L₄; SPINE), cabeza (HIP) y cuello (FNECK) del fémur, extremidades superiores (ULIMBS) e inferiores (LLIMBS) y la pelvis (PELV).</p> <p>Intervención: entrenamiento con WBV durante 20 sem, 3 sesiones/sem, 15-20 min, 10 rep (30-60'' de vibración + 60'' descanso), frecuencias (25-30 Hz) y amplitud (2 mm). 90° flexión de rodillas.</p> <p>Plataforma: Power Plate®</p>	<p>MA: hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la altura de ambos grupos antes y después del programa, siendo los adolescentes con SD más pequeños ($p > 0.05$).</p> <p>DXA: 1) <u>Cambios significativamente ($p < 0.05$) menores</u> en el BMC (WBTOT, SUBTOT, PELV, LLIMBS, FNECK) y la BMD (PELV, HIP) en el grupo con SD en el pre- y post-. 2) <u>Aumentos significativos ($p < 0.05$)</u> en todos los parámetros de BMC/BMD en el <u>grupo sin SD</u> en el post-. 3) <u>Aumentos significativos ($p < 0.05$)</u> en el BMC (WBTOT, SUBTOT, ULIMBS, PELV, LLIMBS, SPINE) y la BMD (SUBTOT, PELV, LLIMBS, SPINE) en el <u>grupo con SD</u> en el post-. 4) <u>No hubo diferencias significativas</u> entre grupos en los cambios absolutos en ningún parámetro ($p > 0.05$).</p>	<p>Se encontraron ligeras diferencias en las respuestas de ambos grupos, siendo los adolescentes sin SD los que mostraron mayores cambios significativos en el BMC y la BMD.</p> <p>Los resultados sugieren que el entrenamiento de WBV influye en la masa ósea y ayuda a reducir los factores de riesgo de la osteoporosis en adolescentes con y sin SD.</p> <p>Necesario establecer una dosis apropiada de vibración en la población con SD.</p>

Tabla 7: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Mohamed Ahmed Eid</p> <p>Effect of Whole Body Vibration Training on Standing Balance and Muscle Strength in Children with Down Syndrome.</p> <p>2015</p>	<p>Determinar si el entrenamiento de WBV mejora el equilibrio y la fuerza muscular en niños con Síndrome de Down (SD).</p>	<p>Estudio controlado aleatorizado.</p> <p>n=30 (8-10 años) divididos en 2 grupos (15 grupo WBV vs. 15 grupo control).</p> <p>Inclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) niños con SD con hipotonía leve. 2) mantenerse de pie y caminar. 3) problemas de equilibrio. 4) ausencia de problemas visuales o auditivos. 5) cognición para entender comandos. <p>Exclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) niños en tratamiento médico 2) problemas cardiacos o musculo-esqueléticos. <p>Evaluación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>MA</u>: peso, altura, IMC, coeficiente intelectual (CI) 2) <u>Equilibrio</u> (Biodex Stability System): índices estabilidad en eje anteroposterior, medio-lateral y general. 3) <u>Fuerza muscular (FM)</u>: dinamómetro de mano; flexores y extensores de rodilla. <p>Intervención: programa de fisioterapia convencional (1 hr) + WBV 3 veces/sem, 5-10 min, frecuencias (25-30 Hz), amplitud (2 mm); durante 6 meses. 30° flexión de rodillas.</p> <p>Plataforma: Galileo®.</p>	<p>MA: no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.</p> <p>EQUILIBRIO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mejora significativa de los valores medidos pre- y post- intervención en ambos grupos (p<0.05). 2) Mejora estadísticamente significativa en el grupo WBV (p<0.05). <p>FM:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mejora significativa de los valores medidos pre- y post- intervención en ambos grupos (p<0.05). 2) Mejora estadísticamente significativa en el grupo WBV (p<0.05). 	<p>El entrenamiento de 6 meses de WBV combinado con un programa de fisioterapia se asoció con mejoras en el equilibrio y la fuerza muscular de flexores y extensores de rodilla en comparación con solo el programa de fisioterapia.</p> <p>Hubo mejoras significativas en ambos grupos después de la intervención, sin embargo, fueron mayores en el grupo de estudio.</p>

Tabla 8: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Hsin-Yi Kathy Cheng, Yu-Chun Yu, Alice May-Kuen Wong, Yung-Shen Tsai, Yan-Ying Ju</p> <p>Effects of an eight-week whole body vibration on lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy.</p> <p>2015</p>	<p>Evaluar los efectos inmediatos y duraderos de WBV en la espasticidad de la extremidad inferior (EI) y la función ambulatoria en niños con parálisis cerebral (PC).</p>	<p>Estudio de diseño cruzado de medidas repetidas.</p> <p>n=16 niños (9'2 años) divididos en 2 grupos (n=8).</p> <p>Inclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Puntuación mayor de 2 en MAS. 2) Capacidad para caminar al menos 6'. 3) Comprensión de comandos. <p>Exclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Trastorno presente no asociado a PC. 2) Cirugía en EI en los últimos 6 meses. 3) Toxina botulínica en los últimos 3 meses. 4) Limitación de 10° en el mov. de la rodilla. <p>Evaluación:</p> <p>4 evaluaciones: pre- post-, 1 día y 3 días después.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>AROM</u> (active range of motion) y <u>PROM</u> (passive range of motion) de rodilla. 2) <u>RI</u> (relaxation index): Wartenburg Pendulum test y <u>MAS</u>, para espasticidad. 3) <u>TUG</u> y <u>6MWT</u>, para medir la función ambulatoria. <p>Intervención: 8 sem de WBV (10 min, 3 veces/sem); 20 Hz, 2 mm y 30° flexión de rodillas + 4 sem de descanso + 8 sem de simulación de WBV.</p> <p>El segundo grupo realizó la intervención a la inversa.</p> <p>Plataforma: AV-001A, Body Green, Taipei, Taiwan.</p>	<p>Hubo diferencias significativas entre grupos para las variables MAS (p=.033), RI (p=.030) y 6MWT (p=.005).</p> <p>Para AROM (p=.000) y TUG (p=.000) solo hubo diferencias en la condición.</p> <p>Los cambios en TUG estuvieron <u>significativamente correlacionados</u> con los de RI (p=.036), pero no con los de MAS (p=.633).</p> <p>Los cambios en 6MWT estuvieron <u>significativamente correlacionados</u> con los de TUG (p=.002), pero no con los de RI o MAS.</p>	<p>Los resultados concluyen que la espasticidad (MAS y RI) se vió reducida, y la función ambulatoria (TUG y 6MWT) mejoró significativamente después de la intervención. Estos efectos se podrían mantener hasta 3 días después de la intervención.</p>

Tabla 9: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Högler W, Scott J, Bishop N, Arundel P, Nightingale P, Mughal M, Padidela R, Shaw R, Crabtree N.</p> <p>The Effect of Whole Body Vibration Training on Bone and Muscle Function in Children with Osteogenesis Imperfecta.</p> <p>2017</p>	<p>Evaluar el efecto de 5 meses de entrenamiento WBV en la masa, geometría y densidad ósea; así como, en la función y tamaño muscular, movilidad y equilibrio en niños con Osteogénesis Imperfecta (OI).</p>	<p>Estudio controlado aleatorizado.</p> <p>n=24 niños (5-16 años) divididos en 2 grupos (n=16).</p> <p>Exclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Fracturas en los últimos 3 meses. 2) Enfermedad cardíaca o pulmonar. 3) Terapia con esteroides. <p>Evaluación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>MA</u>: peso, altura, etapa de la pubertad, IMC; y las <u>fracturas incidentes</u>. 2) <u>DXA</u>: BMAD (bone mineral apparent density) y TBLH (total body less head). 3) <u>pQCT</u> en la tibia. 4) <u>CHAQ</u> score. 5) <u>6MWD</u> 6) <u>FMD</u> (Función muscular dinámica): Ground Reaction Force Plate. <p>Intervención: terapia WBV durante 5 meses, 2 veces al día, 3 rep (3 min cada una + 3 min descanso), frecuencias (20-25 Hz) y amplitud (2-6 mm). 10-45° flexión de rodillas.</p> <p>Plataforma: Galileo®.</p>	<p>No diferencias significativas entre grupos después de 5 meses de terapia en las variables de crecimiento, densidad ósea o geometría.</p> <p>Se encontró aumento significativo en masa magra total en grupo de estudio en comparación con el grupo control. (p=0.01).</p> <p>Cambios similares en otras variables musculares, pero no alcanzaron significación estadística. Tampoco diferencias significativas entre grupos en relación al equilibrio.</p>	<p>No se demostró un efecto de la terapia con WBV durante 5 meses en niños con OI.</p> <p>Los resultados tampoco fomentan el uso de WBV en niños con OI debido a las fracturas que se produjeron en dos niños del grupo de estudio durante el tiempo que duró el estudio; y sugieren que la terapia de WBV no es práctica ni efectiva para aumentar la formación de hueso y función muscular en niños con OI.</p> <p>Es posible que la respuesta al tratamiento requiera unas duraciones de entrenamiento más largas en niños con OI.</p>

Tabla 10: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Saquetto M, Calvalho V, Silva S, Conceição C, Gomes-Neto M.</p> <p>The effects of whole body vibration on mobility and balance in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis.</p> <p>2015</p>	<p>Evaluar los ensayos controlados aleatorizados publicados que investigan efectos de la WBV en la función motora y el rendimiento funcional en niños con parálisis cerebral (PC).</p>	<p>Revisión sistemática con metaanálisis.</p> <p>Palabras clave: “randomized controlled trials”, “cerebral palsy”, “exercise”, “whole-body vibration” y “mobility”.</p> <p>Inclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ECA (estudios controlados aleatorizados) 2) Efectos WBV en la función motora y rendimiento funcional en niños con PC. <p>Análisis de datos: <u>Cochrane Collaborations’s model for data extraction.</u></p> <p>Evaluación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Cochrane Collaboration’s “Risk of bias” tool:</u> riesgo de sesgos. 2) <u>PEDro scale:</u> calidad metodológica de los ensayos incluidos. 	<p><u>6 estudios</u> cumplieron los criterios de inclusión.</p> <p>Características:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Muestra: 17-30 pctes. 2) Edad: 8’2-9’8 años. 3) Ambos géneros. <p>Intervención:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Duración: 8-24 sem. 2) Sesión: 10-60 min. 3) Repetición: 3-7 veces/sem. 4) Frecuencia: 12-30 Hz. <p>Variables evaluadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Velocidad marcha:</u> mejora significativa en el grupo WBV (95% CI: 0.05, 0.2 N=46). 2) <u>FM:</u> no mejora significativa (95% CI: -0.08, 5.26 N=90). 3) <u>Función motora gruesa (FMG):</u> no mejora significativa FMG D (95% CI: -1.37,14.06 N=46); mejora significativa FMG E (95% CI: 0.07, 5.96 N=46). 4) <u>Densidad ósea:</u> no mejora significativa en columna lumbar (95% CI: -0.42, 1.25 N=47); mejora significativa en fémur (95% CI: 0.28, 2.36 N=47). 	<p>4 estudios demostraron diferencias significativas en la velocidad de la marcha, la FMG y la densidad ósea del fémur en niños con PC sometidos a WBV. Por otra parte, no se mostraron mejoras en la fuerza muscular y la densidad ósea lumbar.</p> <p>Futuras investigaciones deben estudiar cómo mantener los efectos de WBV en el tiempo y determinar las variables utilizadas en el entrenamiento (intensidad, frecuencia, duración, ...).</p> <p>La WBV puede ser considerada como un método alternativo en los programas de fisioterapia dirigidos a niños con PC.</p>

Tabla 11: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Sá-Caputo D, Dionello C, Federico E, Paineiras-Domingos L, Sousa-Gonçalves C, Morel D, Moreira-Marconi E, Unger M, Bernardo-Filho M.</p> <p>Whole-Body Vibration exercise improves functional parameters in patients with osteogenesis imperfecta: a systematic review with a suitable approach.</p> <p>2017</p>	<p>Analizar la literatura actual disponible para determinar el efecto de WBV en los parámetros funcionales en pacientes con osteogénesis imperfecta (OI).</p>	<p>Revisión sistemática.</p> <p>Palabras clave: “osteogénesis imperfecta”, “whole body vibration”, “bisphosphonate” y “exercise”.</p> <p>Inclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ECA 2) Investigación del efecto WBV en niños, adolescentes o adultos con OI. 3) En inglés. <p>Exclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Otro idioma que no sea inglés. 2) Individuos sanos. 3) Investigación con animales. 4) Otras técnicas. 5) Con actividades ocupacionales. 6) Resúmenes 7) Otras enfermedades 8) Duplicados o triplicados. <p>Evaluación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>NHMRC</u> (National Health and Medical Research Council): nivel de evidencia. 2) <u>PEDro scale</u>: calidad metodológica de los ensayos incluidos. 	<p>Sólo <u>3 artículos</u> cumplieron con todos los criterios para ser seleccionados.</p> <p>NHMRC: III-3 classification. PEDro scale: “poor” quality.</p> <p>Características:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Muestra: 66 pctes. 2) Edad: 4.9-15 años. 3) BAMF (Brief Assessment of Motor Function). <p>Intervención:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Galileo[®]: side alternating vibration platform. 2) Duración: 6 meses. 3) Frecuencia: 15-25 Hz. 4) Ángulo rodillas: 10-45°. <p>En los 3 estudios se observaron mejoras significativas en la función motora de los niños del grupo de estudio.</p>	<p>Según las conclusiones de los 3 estudios revisados, se puede considerar que la WBV mejora los parámetros funcionales en pacientes con OI, ya que aumenta la función motora, la distancia de la marcha, y los niveles BAMF.</p> <p>Si se hubiera llevado a cabo un metaanálisis se podrían haber extraído conclusiones más precisas.</p> <p>Ningún estudio informó sobre efectos secundarios, por lo que podemos decir que la vibración mecánica puede ser una estrategia segura y adecuada para el manejo de pacientes con OI.</p>

Tabla 12: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Kilebrant S, Braathen G, Emilsson R, Glansén U, Söderpalm AC, Zetterlund B, Westerberg B, Magnusson P, Swolin-Eide D.</p> <p>Whole-body vibration therapy in children with severe motor disabilities.</p> <p>2015</p>	<p>Examinar los efectos en la masa ósea, composición corporal y marcadores de recambio óseo en niños con discapacidades motoras severas después de 6 meses de un programa de intervención con WBV.</p> <p>Investigar si la terapia WBV podría ser aceptada y apreciada por los niños participantes y si una intervención exitosa podría aumentar la DMO sin efectos secundarios.</p>	<p>Ensayo no controlado.</p> <p>n=19 niños (5.1-16.3 años), divididos en 2 grupos: con (n=10) y sin (n=9) espasticidad.</p> <p>Inclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Niveles IV-V en GMFCS. 2) Niños con/sin fracturas previas. <p>Exclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Problemas severos de pulmón. 2) Estimulador del nervio vago. 3) Marcapasos. <p>Evaluación:</p> <p>3 evaluaciones: pre-, post- y 6 meses después.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) DXA: en TBLH y columna lumbar (L1-L4) para medir BMC y BMD. 2) Cuestionario: 3 meses antes, durante, 6 meses después. Medir experiencia de los niños e identificar efectos adversos. 3) Análisis de sangre: marcadores bioquímicos óseos. Calcio, PINP (procollagen intact amino-terminal propeptide), ALP (alkaline phosphatase) y osteocalcin, 25OHD (25-hydroxyvitamin), PTH (parathyroid hormone), CTX (colágeno tipo I). <p>Intervención: 6 meses de terapia WBV (2 veces/sem, 5-15 min), con frecuencias 20-42 Hz y una amplitud de 0.2 mm.</p> <p>Plataforma: Hoppolek</p>	<p>CUESTIONARIO: la terapia se ha recibido positivamente y no hubo efectos adversos durante el tiempo de vibración. Se produjeron 5 fracturas durante el tiempo de estudio.</p> <p>DXA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Aumento significativo en BMC y BMD para TBLH ($p<0.05$). 2) No cambios significativos en BMC y BMD en columna. 3) No diferencias significativas entre grupos en BMD para columna y TBLH; y BMC para TBLH. <p>Composición corporal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Aumento significativo en el peso en el período de seguimiento ($p<0.0001$) 2) Aumento significativo en la altura en el período post- y de seguimiento ($p<0.0001$) 3) IMC aumentó en el período de seguimiento ($p<0.05$). <p>Marcadores bioquímicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 25OHD disminuyó significativamente en el período post- ($p<0.01$). 2) Calcio disminuyó en el período post- ($p<0.05$). 	<p>Es posible tratar la discapacidad severa en niños con WBV, además los niños aprecian este tratamiento. Puede contribuir en el aumento de la DMO.</p> <p>Alta incidencia de fracturas antes y durante el estudio, lo que enfatiza la necesidad de estrategias para las intervenciones. Aun así, no se registraron efectos adversos.</p> <p>Los valores de CTX más altos y de osteocalcina más bajos indican que los niños con discapacidades graves tienen una capacidad reducida para la adquisición de hueso en comparación con los niños sanos.</p>

Tabla 13: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Leite HR, Camargos ACR, Mendonça VA, Lacerda ACR, Soares BA, Oliveira VC.</p> <p>Current evidence does not support whole body vibration in clinical practice in children and adolescents with disabilities: a systematic review of randomized controlled trial.</p> <p>2018</p>	<p>Comprobar si WBV sola o combinada con otras intervenciones es más efectiva que ninguna u otras intervenciones en niños y adolescentes con discapacidades.</p>	<p>Revisión sistemática con metaanálisis.</p> <p>Palabras clave: “randomized controlled trials”, “children”, “adolescent” y “whole body vibration”.</p> <p>Inclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ECA 2) efecto WBV en niños y adolescentes con discapacidades. 3) Comparación de WBV con ninguna u otras intervenciones. <p>Evaluación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>PEDro scale</u>: calidad metodológica de los ensayos incluidos. 2) Los resultados de las mediciones fueron extraídos para corto, medio y largo plazo y fueron presentados como SMD (standardized mean difference). 	<p>15 artículos (ECA) seleccionados.</p> <p>PEDro scale: calidad moderada con una media de 5.5/10.</p> <p>Características:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 403 niños (15.8-18.6 años). <p>Intervención:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 3 ensayos compararon WBV con ningún tto. 2) 12 ensayos compararon WBV con otro tto. 3) Diferentes plataformas vibratorias. 3) Frecuencia: 5-90Hz. 4) Amplitud: menos de 6mm. 5) Sesión: 3-20 min, 2-5 veces/sem 6) Duración: 3-24 sem. <p>WBV no fue mejor que ningún tto. En comparación con otras intervenciones el efecto de WBV fue mejor, pero varió de muy baja a baja calidad en el seguimiento a corto y medio plazo.</p>	<p>Los ensayos evaluados no mostraron diferencias significativas en los resultados entre grupos; o mostraron efectos a favor de WBV, pero el tamaño del efecto fue demasiado amplio.</p> <p>La evidencia actual es de muy baja calidad y la recomendación de WBV en la práctica clínica es débil.</p> <p>Se requieren estudios adicionales de alta calidad, ya que es probable que cambien las estimaciones actuales.</p>

Tabla 14: Tabla de resultados de la búsqueda bibliográfica (Continuación).

AUTOR/TÍTULO/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p>Hsin-Yi Kathy Cheng, Yan-Ying Ju, Chi-Ling Chen, Li-Ling Chuang, Chin-Hsiu Cheng</p> <p>Effects of whole body vibration on spasticity and lower extremity function in children with cerebral palsy.</p>	<p>Evaluar los efectos de WBV en la espasticidad de la extremidad inferior (EI) y la función ambulatoria en niños con PC.</p>	<p>Estudio de diseño cruzado de medidas repetidas.</p> <p>n=16 niños (9'8 años) divididos en 2 grupos (n=8).</p> <p>Inclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Puntuación mayor de 2 en MAS. 2) Capacidad para caminar al menos 6'. 3) Comprensión de comandos. <p>Exclusión:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Trastorno presente no asociado a PC. 2) Cirugía en EI en los últimos 6 meses. 3) Toxina botulínica en los últimos 3 meses. 4) Limitación de 10° en el mov. de la rodilla. <p>Evaluación:</p> <p>3 evaluaciones: pre- post- y 30 min después de la intervención.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>AROM</u> y <u>PROM</u> de rodilla y tobillo. 2) <u>RI</u>: Wartenburg Pendulum test y <u>MAS</u>, para medir la espasticidad. 3) <u>TUG</u> y <u>6MWT</u> para medir la función ambulatoria. <p>Intervención: cada participante realizo las condiciones de tto y control en 2 días separados y con 1 sem de diferencia.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>WBV condition</u>: 20 min, frecuencia (20Hz), amplitud (2mm) y 30° flexión de rodilla. 2) <u>Control condition</u>: lo mismo pero con la plataforma apagada. 	<p><u>Diferencias significativas</u> en las puntuaciones de cambio entre el tto y el control para las variables: AROM (p=.000), RI (p=.000), MAS (p=.001), TUG (p=.001), 6MWT (p=.000).</p> <p><u>Diferencias significativas</u> se encontraron para MAS y 6MWT entre las puntuaciones de cambio (2-1) y (3-1).</p> <p>Los cambios en TUG estuvieron <u>significativamente correlacionados</u> con los de RI (p=.042), pero no con los de MAS (p=.580).</p> <p>Los cambios en 6MWT estuvieron <u>significativamente correlacionados</u> con los de TUG (p=.003), pero no con los de RI o MAS (p=.580).</p>	<p>Este estudio sugiere que una intervención de 20 minutos, 20 Hz WBV puede controlar la espasticidad, mejorar el rendimiento ambulatorio y aumentar AROM en rodilla y tobillo en niños con PC.</p> <p>Sin embargo, debe proporcionarse un período de seguimiento más largo que los 30 minutos utilizados en nuestro estudio para investigar cuánto tiempo se mantienen los efectos beneficiosos de una intervención de WBV.</p>

➤ **Anexo 6. Siglas**

WBV: Whole Body Vibration	TA: Tibial anterior	ALP: Alkaline phosphatase
SD: Síndrome de Down	GCS: Gastrocnemios	25OHD: 25-hydroxyvitamin
PC: Parálisis Cerebral	PBS: Pediatric Balance Scale	PTH: Parathyroid hormone
OI: Osteogénesis imperfecta	MA: Medidas Antropométricas	CTX: Colágeno tipo I
DMO: Densidad mineral ósea	BMC: Bone Mineral Content	SMD: Standardized Mean Difference
MAS: Modified Ashworth Scale	BMD: Bone Mineral Density	
DXA: X-ray absorptiometry	vBMD: Volumetric BMD	
pQCT: Peripheral quantitative computed tomography	FM: Fuerza muscular	
TUG: Timed Up and Go	AROM: Active Range of Motion	
6MWT: 6 Minutes Walking Test	PROM: Passive Range of Motion	
GMFM-66: Gross Motor Function Measure	RI: Relaxation Index	
PEDI-G: Pediatric Evaluation of Disability Inventori	FMD: Función muscular dinámica	
ES: Erectores de columna	ECA: Ensayo controlado aleatorizado	
RA: Recto anterior	NHMRC: National Health and Medical Research Council	
RF: Recto femoral	PINP: Procollagen intact amino-terminal propeptide	