

TRABAJO FIN DE GRADO

La vibroterapia y su impacto como técnica de fisioterapia en la parálisis cerebral infantil: una revisión sistemática.



Universidad de Valladolid

Grado en Fisioterapia

Mención en Fisioterapia Pediátrica

ALUMNO: Luis César Carazo Gutiérrez

TUTORA: María Teresa Mingo Gómez

Soria, 6 de julio de 2016

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1 La parálisis cerebral	2
2.1.1 Definición y conceptos generales.....	2
2.1.2 Epidemiología y etiopatogenia	3
2.1.3 Diagnóstico y clasificación	3
2.1.4 Métodos de valoración y escalas estandarizadas	5
2.1.5 Manejo de la enfermedad y tratamiento	6
2.2 La vibroterapia.....	7
2.2.1 Definición y conceptos generales.....	7
2.2.2 Bases neurofisiológicas y efectos terapéuticos	8
2.2.3 Dispositivos y técnicas de aplicación	9
2.2.4 Indicaciones y contraindicaciones	10
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	11
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
4.1 Diseño del trabajo	12
4.2 Protocolo y criterios de selección.....	12
4.2.1 Criterios de inclusión	12
4.2.2 Criterios de exclusión	13
4.3 Estrategia de búsqueda	14
4.3.1 Búsqueda en MEDLINE	14
4.3.2 Búsqueda en PEDro.....	15
4.3.3 Búsqueda en TRIP	15
4.4 Selección de artículos	16
4.5 Evaluación metodológica	17
5. RESULTADOS	19
5.1 Descripción de los resultados	19
5.2 Análisis de los resultados.....	27
5.2.1 Espasticidad.....	27
5.2.2 Marcha y movilidad	28
5.2.3 Fuerza muscular.....	29
5.2.4 Función motora gruesa	31
5.2.5 Movilidad articular	31
5.2.6 Otros	32
6. DISCUSIÓN.....	34
7. CONCLUSIONES.....	37
8. BIBLIOGRAFÍA	38
9. ANEXOS.....	41
9.1 Anexo I. Tablas	41

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ACV	Accidente cerebrovascular
AROM	Active range of movement
AS	Ashworth scale
CASPe	Critical appraisal skills programme
DMO	Densidad mineral ósea
Dx.	Diagnóstico
EP	Elaboración propia
GMFCS	Gross motor function classification system
GMFM	Gross motor function measure
MAS	Modified Ashworth scale
MEDLINE	Medical literature analysis and retrieval system (MEDLARS) online
MMAS	Modified modified Ashworth scale
PC	Parálisis cerebral
PCI	Parálisis cerebral infantil
PEDro	Physiotherapy evidence database
PICO	Patient intervention comparison outcome
PRISMA	Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis
PROM	Passive range of movement
RI	Relaxation index
ROM	Range of movement
RTV	Reflejo tónico vibratorio
SNC	Sistema nervioso central
TRIP	Turning research into practice
TUG	Timed up and go
VIH	Virus de la inmunodeficiencia humana
WBV	Whole body vibration
1MWT	One-minute walk test
6MWT	Six-minute walk test

1. RESUMEN

Introducción: La parálisis cerebral representa la causa de discapacidad física más común durante la edad pediátrica. Uno de los principales abordajes en la rehabilitación de estos trastornos neuromotores lo constituye la fisioterapia gracias a numerosos procedimientos de actuación, entre los cuales destacamos la vibroterapia.

Justificación y objetivos: El objetivo de este estudio es conocer la literatura científica de calidad acerca del uso de la vibroterapia en la parálisis cerebral infantil. Además, se pretende evaluar los diferentes efectos de la técnica, determinando, de este modo, si esta constituye un procedimiento adecuado en el ámbito de la rehabilitación pediátrica.

Material y métodos: Se ha realizado una revisión sistemática a partir de una búsqueda bibliográfica en las bases de datos MEDLINE, PEDro y TRIP. Tras cumplir una serie de criterios de selección y pasar una evaluación metodológica, fueron siete los artículos finalmente incluidos en el trabajo.

Resultados: Los estudios recogidos en esta revisión avalan el uso de la vibroterapia como técnica de intervención en fisioterapia, la cual permite reducir la espasticidad, mejorar la marcha, incrementar la fuerza muscular, potenciar la función motora gruesa, aumentar el rango de movimiento articular activo, mejorar el equilibrio y el control postural, además de aumentar la densidad mineral ósea en niños con parálisis cerebral.

Conclusiones: La vibroterapia es una técnica de fisioterapia segura, fácil de aplicar y que no produce efectos adversos, por lo que constituye un excelente método de intervención en el tratamiento de la parálisis cerebral infantil. Futuras investigaciones son requeridas para valorar el uso de diferentes dispositivos de vibración, así como para establecer unos parámetros y procedimientos de actuación apropiados a las necesidades de su utilización.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 La parálisis cerebral

2.1.1 Definición y conceptos generales

La parálisis cerebral (PC) o encefalopatía estática se define como un trastorno o grupo de trastornos permanentes en el desarrollo del movimiento y la postura, los cuales originan limitaciones de la actividad además de otros problemas musculoesqueléticos. Estas afecciones son consecuencia de diversas alteraciones de carácter no progresivo sobre el cerebro del feto o el niño, pudiendo afectar tanto a la conducta como al comportamiento, e incluso alterar sus capacidades de percepción, sensación, cognición y comunicación.^{1,2}

El concepto de PC debe ser entendido como un término genérico en el que se incluyen una amplia variedad de síndromes neuromotores cuyo origen es el daño cerebral producido antes del parto, durante este o a lo largo de los dos primeros años de vida del niño.^{2,3} Debido a la diversa cantidad de afectaciones que acuñan este término, se pueden distinguir varios grados de discapacidad que varían de una persona a otra, abarcando desde leves minusvalías hasta la dependencia total del individuo.^{1,2}

Esta lesión congénita, que afecta al desarrollo del sistema nervioso central (SNC) aún inmaduro del niño y se caracteriza por ser de naturaleza no evolutiva, origina trastornos del control motor los cuales derivan normalmente en anomalías del tono muscular, la coordinación motora y el equilibrio.²⁻⁴ Los signos más característicos son la espasticidad, debilidad muscular, ataxia y otros trastornos del movimiento.²

El principal motivo de estas alteraciones es la lesión que sufren las motoneuronas superiores a causa del daño cerebral, que hace variar la información recibida de las vías córticoespinales y retículoespinales, disminuyendo la cantidad de unidades motoras eficaces.^{2,4} Las manifestaciones clínicas, a su vez, dependerán de la magnitud, extensión y localización de la lesión que causa este daño irreversible en el cerebro, el tronco encefálico o la médula espinal.²

2.1.2 Epidemiología y etiopatogenia

La prevalencia global de la PC varía en función de numerosos factores. En los países desarrollados se estima que afecta de 2 a 2,5 niños por cada 1.000 recién nacidos vivos, siendo la causa de discapacidad física más común durante la infancia.^{1,3-5} Sin embargo, estos datos aumentan cuando se trata de países en vías de desarrollo, recién nacidos de muy bajo peso o existen hemorragias intrauterinas durante el embarazo de la madre, condiciones que representan algunos de los factores de riesgo más relevantes.^{1,4,6} Existen además otros factores de riesgo importantes que han de ser tenidos en cuenta, algunos de los más significativos están recogidos en la tabla 1.

Tabla 1. Principales factores de riesgo de la parálisis cerebral.^{3,4,6} **Fuente:** elaboración propia (EP).

TIPO DE FACTOR	FACTORES DE RIESGO
Factores prenatales	Alteraciones en la coagulación de la madre, enfermedades autoinmunes, hipertiroidismo, infecciones y hemorragias intrauterinas, alteraciones severas de la placenta, gestación múltiple, retraso del crecimiento intrauterino, polihidramnios, fiebre materna, VIH.
Factores perinatales	Prematuridad (menos de 36 semanas de gestación), bajo peso al nacer (menos de 2.500 gramos), traumatismos, infecciones sistémicas o del SNC, encefalopatías hipóxico-isquémicas, bradicardia, parto difícil y prolongado.
Factores postnatales	Infecciones (ej.: meningitis), traumatismos craneales, coagulopatías, paradas cardio-respiratorias, intoxicaciones, convulsiones, deshidratación grave, hidrocefalia, tumores y hemorragias intracraneales.

Desafortunadamente, la causa de estos trastornos tan solo puede ser identificada en el 50% de los casos. En la actualidad, aunque en la mayoría de las ocasiones estas lesiones ocurren durante el periodo prenatal y a causa de un suceso inespecífico, se estima que aproximadamente el 10% de los casos de parálisis cerebral infantil (PCI) se pueden atribuir a la asfixia neonatal.³ Asimismo, el antecedente de parto prematuro se encuentra en el 35% de los niños con PC. Debido a la gran variabilidad de factores desencadenantes, muchos autores hablan de una etiología multifactorial.⁴

2.1.3 Diagnóstico y clasificación

El diagnóstico de la PC requiere una historia clínica detallada sobre la gestación, los eventos perinatales y la consecución de los distintos hitos en el desarrollo motor. Del mismo modo, se realiza un examen físico completo en el que se evalúan la posición de la pelvis, la alineación de la columna y la presencia de

deformidades en las extremidades, además de la actitud y la motricidad del niño. Un diagnóstico precoz de la patología es prioritario, sin embargo, en muchas ocasiones no es sencillo, sobre todo durante los primeros seis meses de vida.^{2,4,6}

Una de las clasificaciones más importantes de la PC recoge las diferentes formas clínicas de la enfermedad en función del trastorno motor predominante y de la extensión de la afectación:^{4,6}

Parálisis cerebral espástica: Es la forma de PC más frecuente. A su vez, dentro de ella diferenciamos varios tipos:

- **Tetraplejía espástica:** Afectación de las cuatro extremidades, siendo esta la forma más grave de PC. El daño cerebral acostumbra a ser evidente desde los primeros meses de vida. Niños totalmente dependientes que padecen importantes deformidades, alteraciones perceptivo-sensoriales, disartria, problemas alimenticios, etc.
- **Diplejía espástica:** Relacionada estrechamente con la prematuridad del niño, consiste en una parálisis bilateral con predominio sobre las extremidades inferiores. Es el perfil clínico más frecuente representando el 40% de los casos de PC.
- **Hemiplejía espástica:** Afectación motora de un hemicuerpo, existiendo un mayor compromiso de la extremidad superior en la mayoría de casos. Normalmente encontramos el codo en flexión y el antebrazo pronado. Más frecuente en varones con parálisis del lado derecho.
- **Otras:** Existen otros tipos de presentación clínica de la enfermedad menos frecuentes como las monoplejías o las triplejías.

Parálisis cerebral discinética: Caracterizada por la presencia de movimientos involuntarios a causa de cambios bruscos en el tono muscular, hipotonía e hiperreflexia. Se la relaciona con factores de riesgo perinatales, pudiendo el cuadro clínico no verse completado hasta los dos años de edad. Se diferencian tres formas clínicas: coreoatetósica, distónica y mixta, siendo la principal discapacidad en ambas la imposibilidad de organizar, coordinar y ejecutar los movimientos de una forma adecuada, así como el hecho de no poder mantener la postura.

Parálisis cerebral atáxica: También recibe el nombre de ataxia cerebelosa no progresiva ya que posee muchos signos del síndrome cerebeloso como la hipotonía, el temblor intencional o la disimetría e incoordinación de los movimientos. En algunos casos no se evidencia hasta después del primer año de edad, pudiendo presentarse en combinación con atetosis y espasticidad. Se distinguen también tres formas clínicas: la diplejía atáxica, la ataxia simple y el síndrome de desequilibrio.

Parálisis cerebral hipotónica: Este tipo de PC es muy poco común. Cursa con hipotonía muscular e hiperreflexia osteotendinosa, estando a menudo asociada a un retraso en el desarrollo motor.

Parálisis cerebral mixta: De forma habitual se dan casos en los cuales el trastorno motor no está claramente definido, debido principalmente al compromiso de amplias zonas encefálicas. Se observan diversas asociaciones de afecciones siendo las más comunes la presentación de ataxia y distonía o distonía y espasticidad.

Aparte de este sistema de clasificación, existen otros en función de la gravedad de la PC (leve, moderada y grave) o que atienden a diferentes escalas y métodos de valoración para alguno de los factores que tienen en común todas las formas de la enfermedad.⁶

2.1.4 Métodos de valoración y escalas estandarizadas

Sistema de clasificación de la función motora gruesa

La escala *Gross Motor Function Classification System*⁷ (GMFCS) (Tabla 2, la cual se adjunta en el apartado de anexos) fue desarrollada en 1997 debido a la necesidad de un sistema organizado de valoración que fuese aplicable clínicamente. Este sistema agrupa los casos de PC por rangos etarios en cinco niveles distintos atendiendo al nivel funcional de movilidad, en función de las diferentes capacidades del individuo, como sentarse o caminar, y de las limitaciones, asistencia y ayudas técnicas requeridas.^{1,3,7} La GMFCS es una escala validada que cuenta con una amplia fiabilidad, lo que respalda su uso en la práctica clínica y la investigación.⁸

Escala de Ashworth y escala de Ashworth modificada

Uno de los grandes problemas en el manejo de los pacientes con PC siempre ha sido la graduación de la espasticidad, siendo su medición imprescindible para evaluar la eficacia de los diferentes tratamientos y modalidades terapéuticas.⁹ La escala de Ashworth¹⁰ (AS), publicada en 1964, es la herramienta clínica de valoración de la espasticidad más extendida. Años más tarde, fue revisada y actualizada en la escala de Ashworth modificada¹¹ (MAS). Ambas escalas consisten en una puntuación básica del 0 al 4, aunque la MAS cuenta con un ítem adicional. A pesar de que las dos escalas tienen una gran validez clínica, algunos estudios prueban su fiabilidad debido a su falta de sensibilidad, considerándolas una medida de evaluación de la calidad de movimiento y no de la espasticidad.¹²⁻¹⁵ (Ambas escalas se adjuntan en el apartado de anexos: tabla 3. AS y tabla 4. MAS).

Además de los métodos de clasificación y valoración recogidos, existen otros muchos test y escalas que evalúan estos u otros factores de importancia de la PC como la escala de Tardieu y el test de Wartenberg, para la valoración de la espasticidad, o la medida de la función motora gruesa (GMFM), para evaluar los cambios en la función motriz.^{3,9} También el análisis de la marcha ha sido ampliamente utilizado para evaluar los efectos de la fisioterapia, ya que aporta datos muy útiles en el seguimiento de la evolución del paciente.^{1,9}

2.1.5 Manejo de la enfermedad y tratamiento

Como ya se ha expuesto anteriormente, la PC es un conjunto de trastornos de carácter permanente que carecen de cura, sin embargo, estos no son invariables. Debido a ello, las consecuencias y sus manifestaciones clínicas sí pueden ser minimizadas.³ Dada la gran variedad de discapacidades que puede presentar un paciente con PC, el tratamiento debe ser individualizado y la atención de carácter integral, gracias a la intervención de un equipo multidisciplinar (pediatra, traumatólogo, fisioterapeuta, médico rehabilitador, terapeuta ocupacional, etc.), teniendo siempre en cuenta el entorno social, familiar y escolar.^{4,6}

El tratamiento de la PC debe comenzar con la profilaxis. A partir de aquí, una atención temprana y especializada será de trascendental importancia durante los seis primeros años de vida del niño, cuando las alteraciones y deformidades no están aún consolidadas, evitando de esta manera su progresión.^{2,4,6}

El abordaje de los distintos trastornos motores se fundamenta en cuatro ramas de tratamiento: farmacológico, quirúrgico, ortésico y fisioterápico, las cuales tienen como principal objetivo la mejora de la actividad funcional.^{4,16} El tratamiento de fisioterapia engloba desde técnicas de estiramiento, fortalecimiento muscular, control motor y postural, etc., hasta los diferentes métodos y conceptos como el de estimulación refleja de Vojta o el de neurodesarrollo de Bobath, siendo este último uno de los más difundidos y utilizados durante los últimos años.^{1,2,4,16}

2.2 La vibroterapia

2.2.1 Definición y conceptos generales

La vibroterapia es una técnica de fisioterapia que se basa en el uso de vibraciones mecánicas con un fin terapéutico. Estas pueden ser aplicadas de forma manual por parte del fisioterapeuta o gracias a la utilización de diversos dispositivos o fuentes electromecánicas sobre las distintas partes del cuerpo del paciente.^{17,18} Las vibraciones mecánicas también reciben el nombre de oscilaciones, las cuales podemos definir como inversiones en el sentido del movimiento de un cuerpo o elemento que se repiten de forma periódica.¹⁹

Existen numerosos procedimientos de fisioterapia que emplean las vibraciones locales y generales con fines terapéuticos, sin embargo, este tipo de intervenciones acostumbran a formar parte de un protocolo de fisioterapia más complejo en asociación a otras técnicas y métodos de actuación.¹⁹

En la actualidad, debido principalmente al extendido uso de la vibroterapia en el mundo del deporte y la estética, esta técnica está ganando fuerza en el ámbito sanitario, haciendo que cada vez se investigue más acerca de sus beneficios y aplicaciones.^{17,19}

2.2.2 Bases neurofisiológicas y efectos terapéuticos

Existen diferentes tipos de vibradores mecánicos que, en función de los parámetros de frecuencia y amplitud seleccionados así como la región corporal en la que son aplicados, generan distintos tipos de respuestas biológicas en el paciente.¹⁷ Tradicionalmente, las vibraciones han sido utilizadas por sus efectos mio relajantes y analgésicos gracias a la inhibición de los estímulos nociceptivos. A finales del siglo XIX, ya se empezaron a elaborar los primeros estudios sobre el uso de los estímulos vibratorios con fines curativos.^{18,19} En la tabla 5 se recogen los principales efectos de la vibroterapia sobre el organismo.

Tabla 5. Efectos de la vibroterapia sobre el cuerpo humano.¹⁷⁻²¹ **Fuente:** EP.

SISTEMA DEL ORGANISMO	EFFECTOS FISIOLÓGICOS
Sistema muscular	Aumenta la potencia muscular y la fuerza de contracción, produce un efecto mio relajante que disminuye el espasmo muscular, refuerza y mantiene los niveles de masa muscular, mejora la resistencia muscular, aumenta la sincronización de las unidades motoras mejorando la coordinación de las sinergias musculares y la capacidad de fuerza explosiva, aumenta la activación y el tono muscular, mejora la elasticidad y la flexibilidad.
Sistema osteoarticular	Aumenta la densidad mineral ósea (DMO) y la superficie mineralizada previniendo enfermedades como la osteoporosis, disminuye la resorción ósea limitando la pérdida de masa ósea y estimulando su crecimiento, aumenta la tasa de formación ósea y la densidad trabecular haciendo que el hueso sea más fuerte y resistente, mejora el rango o amplitud de movimiento articular (ROM).
Sistema nervioso	Favorece la percepción propioceptiva y somatosensorial, fija el centro de gravedad mejorando la estabilidad y el equilibrio, reduce la espasticidad y la rigidez, mejora el control postural, disminuye el temblor en enfermos de Parkinson, reduce la percepción del dolor, mejora la eficiencia neuromuscular aumentando el rendimiento de los movimientos voluntarios.
Sistema linfático y cardiocirculatorio	Genera un efecto de drenaje y arrastre de líquidos, mejora la circulación sanguínea y linfática, favorece la expulsión de toxinas, aumenta el consumo de oxígeno y la potencia metabólica, favorece el mecanismo de bombeo muscular que mejora el retorno venoso y linfático.
Sistema respiratorio	Disminuye la adherencia de secreciones en las paredes bronquiales, moviliza las secreciones bronquiales facilitando su expectoración, mejora el flujo espiratorio, aumenta la frecuencia del movimiento ciliar reduciendo la viscosidad del moco, aumenta el volumen corriente, reduce el desequilibrio ventilación-perfusión mejorando la saturación de oxígeno.
Sistema endocrino	Aumenta la producción de hormonas anabólicas (hormona del crecimiento, testosterona...), reduce la concentración de cortisol, puede incrementar los niveles de adrenalina y noradrenalina, aumenta el metabolismo basal, favorece la lipólisis.

Hoy en día, la vibroterapia también constituye una herramienta muy útil en el tratamiento de la espasticidad y la reeducación postural y articular, entre otros factores asociados a la PC en la neurorrehabilitación. Esto es debido, principalmente, a que la vibración muscular provoca la estimulación de los complejos miotendinosos que generan una activación muscular refleja, también

denominada reflejo tónico vibratorio (RTV). A causa de los cambios de longitud producidos en los husos neuromusculares, se generan a modo de defensa una serie de contracciones involuntarias de la musculatura agonista, a la vez que la musculatura antagonista es inhibida.^{18,19,22}

2.2.3 Dispositivos y técnicas de aplicación

Debido a la amplia gama de productos de vibroterapia existentes, el uso de estos ha adquirido un carácter estandarizado y, en ocasiones, los aparatos están dirigidos al uso doméstico y a la autoaplicación. Sin embargo, existen varios estudios que demuestran la ineficacia de la vibroterapia si el método de empleo no es el correcto. Un buen posicionamiento de los pacientes y la adecuada elección de los parámetros a frecuencias moderadas, entre 25 y 40 Hz, pequeñas amplitudes, de 2 a 10 mm, y exposiciones no muy duraderas, periodos de tiempo menores a 30 min con intervalos de descanso, así como su manejo o la supervisión por parte de un profesional de fisioterapia, son factores esenciales para hacer un buen uso de estos dispositivos evitando posibles efectos nocivos y lesiones.^{19,21}

Plataformas vibratorias

También conocidas como máquinas o sistemas de vibración de cuerpo completo debido a su terminología inglesa *Whole Body Vibration* (WBV). A su vez, dentro de esta categoría distinguimos varios tipos de plataformas en función de la dirección en la que las vibraciones son generadas: plataformas de vibración vertical, plataformas de vibración oscilante y plataformas de vibración triplanar. También existen equipos que están formados por dos plataformas vibratorias independientes, una para cada extremidad inferior.^{19,21}

Chalecos vibratorios

Utilizados en el campo de la fisioterapia respiratoria ya que favorecen el drenaje de secreciones a corto plazo. Estos sistemas mecánicos de aclaramiento mucociliar son utilizados en pacientes que tienen una gran retención de secreciones bronquiales y dificultades a la hora de la expectoración. El principal objetivo de su uso es la movilización de estas secreciones desde las vías aéreas distales hacia las centrales.²³

Vibradores manuales

Dispositivos de vibración portátil generalmente fáciles de utilizar. Existe una gran variedad de equipos en cuanto a su forma, tamaño, cabezal de aplicación, etc. Algunos modelos están diseñados para transmitir la vibración hacia la mano del fisioterapeuta, de modo que este también pueda sentir el tratamiento e ir adaptándolo al mismo tiempo.¹⁷

Otros

En la actualidad se pueden encontrar otros muchos productos y aparatos cuya base terapéutica son las vibraciones y que por ende han de ser considerados material de vibroterapia. Desde los sillones vibratorios de masaje, cuya finalidad es la promoción de la salud y la prevención ante posibles factores de riesgo, hasta los distintos instrumentos y dispositivos que utilizan tanto las vibraciones acústicas como aéreas. Un buen ejemplo de este último grupo sería el flúter, que gracias a las oscilaciones que genera en el flujo aéreo, transmite una fuerza vibratoria al interior de las vías respiratorias.^{17,19}

2.2.4 Indicaciones y contraindicaciones

Indicaciones^{17,19}

- Osteoporosis
- Enfermedades cardiovasculares
- Afecciones neurológicas que cursen con espasticidad o rigidez
- Parkinson y otros trastornos del movimiento
- Accidentes cerebrovasculares (ACV)
- Parálisis cerebral
- Trastornos de la marcha y el equilibrio
- Cervicalgias y lumbalgias
- Patologías respiratorias caracterizadas por el cúmulo de secreciones (fibrosis quística, bronquiectasias...)
- Trastornos posturales
- Disfunciones del suelo pélvico
- Celulitis
- Sarcopenia
- Flacidez muscular
- Obesidad y sobrepeso
- Mialgias, sobrecargas y contracturas musculares
- Tortícolis congénita

Contraindicaciones^{17,19}

- Embarazo
- Cálculos renales y biliares
- Tuberculosis
- Alteraciones de la piel (hipersensibilidad cutánea, quemaduras...)
- Trombosis aguda
- Procesos infecciosos e inflamatorios
- Fracturas recientes
- Tendinopatías agudas
- Patologías discales
- Heridas recientes y hemorragias
- Intervenciones quirúrgicas recientes
- Tumores malignos
- Menorragia
- Material de osteosíntesis, prótesis e implantes
- Marcapasos, arritmias y valvulopatías
- Epilepsia

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Con motivo de la creciente popularidad de las técnicas e intervenciones de fisioterapia que utilizan la vibroterapia como parte de sus protocolos de actuación, se pretende recopilar toda la literatura de calidad recientemente publicada acerca de la utilización y uso de esta terapia en niños con PC, ya que esta afección representa la primera causa de discapacidad y alteración motriz durante la niñez.

El principal objetivo de este estudio es evaluar el impacto que tiene el uso de la vibroterapia, además de los beneficios y mejoras que pueden ser logrados, gracias a su aplicación en la PCI. También se pretende reunir la información necesaria para conocer mejor los principios de la terapia y sus distintas técnicas de uso, intentando establecer de este modo unas pautas con base científica para su aplicación, así como valorar los posibles efectos adversos al ser empleada sobre la población descrita.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Diseño del trabajo

El trabajo que se ha realizado es una revisión sistemática. La finalidad de este tipo de estudio es recopilar toda la evidencia que se corresponda con unos criterios de elegibilidad previamente establecidos, con objeto de responder una pregunta o tratar un tema específico de investigación.²⁴ Esta revisión ha sido elaborada en el periodo comprendido entre los meses de abril y julio de 2016.

La búsqueda bibliográfica que se llevó a cabo para realizar esta revisión siguió las pautas de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*), de Urrútia G et al.²⁵, un artículo publicado en 2010 que recoge y propone un conjunto de normas y directrices para la elaboración de revisiones sistemáticas y metaanálisis de estudios que evalúan intervenciones sanitarias. La lista de comprobación de ítems se adjunta en el apartado de anexos (Tabla 6).

4.2 Protocolo y criterios de selección

Para minimizar cualquier tipo de sesgo durante el proceso de realización de esta revisión se establecieron a priori unos criterios de selección para la inclusión de los artículos potencialmente elegibles. El propósito de este protocolo de actuación es que las decisiones tomadas sobre estos requisitos no estén influidas en ningún caso por los resultados y las características de los estudios obtenidos, ya que todo conocimiento previo acerca de cualquiera de los supuestos artículos podría influir en la pregunta de búsqueda o en los resultados a incluir, mermando la calidad de la revisión.

4.2.1 Criterios de inclusión

- Fecha de publicación: Solamente podrán ser incluidos aquellos artículos que hayan sido publicados en los últimos cinco años para contar de este modo con las publicaciones más recientes y actualizadas.
- Idioma del estudio: Serán potencialmente elegibles los artículos que hayan sido publicados tanto en inglés como en español.

- Diseño del estudio: Ensayos clínicos controlados y aleatorizados, debido a que este tipo de intervenciones cuentan con una mayor fiabilidad frente a otro tipo de estudios y gozan de una mejor calidad de evidencia científica.
- Intervención del estudio: Artículos cuyas intervenciones fisioterápicas se basen en el uso de la vibroterapia o utilicen las vibraciones como técnica principal de actuación.
- Participantes del estudio: Solo serán admitidos artículos en los cuales la población del ensayo sean pacientes pediátricos que padezcan cualquier tipo de parálisis cerebral. En España, desde 2013, se considera niño a todo ser humano menor de dieciocho años de edad, por lo que esta será la edad límite establecida que deberá tener la población de los distintos estudios para poder ser incluidos en la revisión.^{26,27}

4.2.2 Criterios de exclusión

- Mala calidad metodológica: Serán desechados todos los artículos que no superen al menos uno de los programas de evaluación. Para este criterio se utilizaron la herramienta CASPe²⁸ y la escala PEDro²⁹ como métodos de evaluación metodológica.
- Estudios incompletos: Todos los proyectos de estudios, artículos inconclusos o trabajos aún en desarrollo que no muestren los resultados serán rechazados.
- Estudios con otra intervención: Ensayos clínicos cuyas intervenciones se basen en el uso de terapias alternativas, se complementen de ellas o estén relacionadas con otros programas de actuación (Ej.: intervención quirúrgica, tratamiento con toxina botulínica, etc.)
- Valoración y mediciones: Se descartarán aquellos estudios que no utilicen sistemas de evaluación estandarizados que hayan sido validados científicamente.
- Alto riesgo de sesgo: No serán artículos potencialmente elegibles para esta revisión aquellos que carezcan de una información detallada acerca de los métodos del estudio o recojan un informe selectivo de los resultados.

4.3 Estrategia de búsqueda

El 20 de abril de 2016, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en tres de las más importantes y relevantes bases de datos en el ámbito médico y fisioterápico: MEDLINE, PEDro y TRIP. (Se recoge de forma resumida en la tabla 7 al final del apartado).

Los términos clave utilizados, así como su combinación con los distintos operadores booleanos (AND y OR), fueron diferentes en cada búsqueda atendiendo a las normas y guías de las bases de datos. Sin embargo, en todas las ocasiones se utilizó la estrategia PICO²⁵, formato para la construcción de la pregunta de búsqueda que pretende ser respondida con la revisión, justificando su realización: P de *patient* (paciente o descripción de los participantes), I de *intervention* (intervención), C de *comparison* (comparación) y O de *outcome* (resultados).

4.3.1 Búsqueda en MEDLINE

Mediante el portal de búsqueda PubMed, se realizó la primera búsqueda introduciendo los siguientes términos:

(cerebral palsy children OR pediatric cerebral palsy) AND (vibration OR vibration therapy OR vibration treatment OR vibrotherapy)

P

- *cerebral palsy children*
- *pediatric cerebral palsy*

I

- *vibration*
- *vibration therapy*
- *vibration treatment*
- *vibrotherapy*

Tras la búsqueda se obtuvieron un total de cuarenta y tres artículos. A continuación, se añadió a la búsqueda el filtro de “5 years” en fechas de publicación quedando dieciocho artículos restantes. Por último, se eligió el filtro “*Randomized Controlled Trial*” con un resultado final de seis artículos.

Detalles de la búsqueda:

((("cerebral palsy"[MeSH Terms] OR ("cerebral"[All Fields] AND "palsy"[All Fields]) OR "cerebral palsy"[All Fields]) AND ("child"[MeSH Terms] OR "child"[All Fields] OR "children"[All Fields])) OR (("pediatrics"[MeSH Terms] OR "pediatrics"[All Fields] OR "pediatric"[All Fields]) AND ("cerebral palsy"[MeSH Terms] OR ("cerebral"[All Fields] AND "palsy"[All Fields]) OR "cerebral palsy"[All Fields]))) AND (("vibration"[MeSH Terms] OR "vibration"[All Fields]) OR (("vibration"[MeSH Terms] OR "vibration"[All Fields]) AND ("therapy"[Subheading] OR "therapy"[All Fields] OR "therapeutics"[MeSH Terms] OR "therapeutics"[All Fields])) OR (("vibration"[MeSH Terms] OR "vibration"[All Fields]) AND ("therapy"[Subheading] OR "therapy"[All Fields] OR "treatment"[All Fields] OR "therapeutics"[MeSH Terms] OR "therapeutics"[All Fields])) OR vibrotherapy[All Fields])

4.3.2 Búsqueda en PEDro

Gracias a la herramienta de búsqueda simple de esta base de datos, centrada en la evidencia clínica en fisioterapia, se llevó a cabo la segunda la búsqueda:

children cerebral palsy AND vibration

P

- *cerebral palsy children*

I

- *vibration*

La búsqueda dio como resultado un total de once artículos. De estos se descartaron en primer lugar los publicados antes de los últimos 5 años, dos de ellos, y en segundo lugar los artículos que no eran ensayos controlados aleatorizados, tan solo uno. Esta selección fue realizada comprobando los artículos uno por uno, ante la falta de filtros, obteniendo un total de ocho estudios.

4.3.3 Búsqueda en TRIP

La última búsqueda se realizó en la base de datos TRIP, utilizando los siguientes términos:

(cerebral palsy children OR pediatric cerebral palsy) (vibration OR vibration therapy OR vibration treatment OR vibrotherapy)

P

- cerebral palsy children
- pediatric cerebral palsy

I

- vibration
- vibration therapy
- vibration treatment
- vibrotherapy

Se obtuvo un primer resultado de cincuenta y un artículos, de los cuales solo treinta y siete habían sido publicados en fechas posteriores a 2011. Además, se añadió el filtro “*Controlled Trial*” haciendo que el resultado final de la búsqueda fuera de cinco estudios.

Tabla 7. Síntesis de la estrategia de búsqueda en las distintas bases de datos. **Fuente:** EP.

BASE DE DATOS	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA (PICO)*	Nº ARTÍCULOS	ESTUDIOS PARA SELECCIÓN
MEDLINE	<i>(cerebral palsy children OR pediatric cerebral palsy) AND (vibration OR vibration therapy OR vibration treatment OR vibrotherapy)</i>	43	6
PEDro	<i>cerebral palsy children AND vibration</i>	11	8
TRIP	<i>(cerebral palsy children OR pediatric cerebral palsy) (vibration OR vibration therapy OR vibrotherapy OR vibration treatment)</i>	51	5

* En ninguna de las búsquedas se utilizaron términos correspondientes a la comparación y a los resultados de la estrategia PICO, ya que el objetivo de esta revisión no es comparar la técnica con otras terapias ni evaluar el efecto específico que tiene su uso sobre una determinada variable, simplemente se pretende recopilar toda la evidencia disponible para valorar el impacto de su utilización.

4.4 Selección de artículos

Una vez realizada la búsqueda en las distintas bases de datos, se introdujeron las referencias de los artículos en el programa de administración bibliográfica Refworks para su gestión.

Posteriormente, se procedió a leer el título y *abstract* o resumen de los artículos obtenidos para descartar aquellos estudios que no cumplían alguno de los criterios de inclusión. Uno de ellos fue rechazado debido a que la población no solo estaba comprendida por niños con PC, si no que trataba niños con todo tipo

de discapacidad (en las búsquedas de MEDLINE y TRIP al estar repetido) y otro a causa de que sus participantes eran pacientes adultos con PC (búsqueda en PEDro).

De este modo, el número de artículos finales fueron cinco en la base de datos MEDLINE, siete en la base de datos de PEDro y cuatro en la base de datos TRIP, de los cuales varios estaban duplicados al coincidir en las distintas búsquedas, quedando de esta forma siete artículos potencialmente elegibles para formar parte de esta revisión.

4.5 Evaluación metodológica

El último criterio de selección a superar por los artículos para poder ser incluidos en la revisión fue una evaluación metodológica de los estudios a partir de dos herramientas, la guía CASPe²⁸, del programa de lectura crítica sobre un ensayo clínico, y la escala PEDro²⁹ (Tablas 8 y 9 respectivamente). Para alcanzar una calificación positiva y ser seleccionados, los ensayos tuvieron que cumplir un requerimiento, el obtener una puntuación de seis sobre once en al menos uno de los dos cuestionarios. En el caso de que la puntuación fuese inferior a seis en ambos, el artículo o artículos en cuestión quedarían eliminados al interpretar que estos no cuentan con la suficiente validez. Al final, los siete estudios evaluados fueron calificados como aptos para formar parte de la revisión sistemática.

Tabla 8. Evaluación metodológica mediante la guía CASPe²⁸. Fuente: EP.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Cheng et al. ³⁰ (2015)	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	●	✓	✓	7
Ibrahim et al. ³¹ (2014)	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
El-Shamy ³² (2014)	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
Lee & Chon ³³ (2013)	✓	✓	●	✗	✓	✓	✓	✓	●	✓	✓	8
Unger et al. ³⁴ (2013)	✓	✗	●	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
Katusic et al. ³⁵ (2013)	✓	✗	●	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
El-Shamy & Mohamed ³⁶ (2012)	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	7

1. Pregunta claramente definida, 2. Asignación aleatoria y oculta, 3. Seguimiento adecuado y análisis por intención de tratar, 4. Pacientes, terapeutas y personal del estudio cegados, 5. Grupos similares al comienzo, 6. Mismo tratamiento al margen de la intervención, 7. Gran efecto del tratamiento, 8. Efecto preciso (IC), 9. Aplicable en el medio o población local, 10. Tiene en cuenta todos los resultados, 11. Riesgos y costes justificados.

SÍ = ✓ NO SÍ = ● NO = ✗

Tabla 9. Evaluación metodológica mediante la escala PEDro²⁹. Fuente: EP.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Cheng et al. ³⁰ (2015)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	5
Ibrahim et al. ³¹ (2014)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	5
El-Shamy ³² (2014)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	9
Lee & Chon ³³ (2013)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	8
Unger et al. ³⁴ (2013)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	7
Katusic et al. ³⁵ (2013)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	7
El-Shamy & Mohamed ³⁶ (2012)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	5

1. Criterios de elección especificados, 2. Asignación aleatoria, 3. Asignación oculta, 4. Grupos similares al inicio, 5. Sujetos cegados, 6. Terapeutas cegados, 7. Evaluadores cegados, 8. Seguimiento adecuado, 9. Análisis por intención de tratar, 10. Comparaciones estadísticas entre grupos, 11. Medidas puntuales y de variabilidad.
 Sí = ✓ NO = ✗

A continuación, se recoge de forma resumida en un diagrama de flujo todo el proceso de selección de artículos para esta revisión (Figura 1).

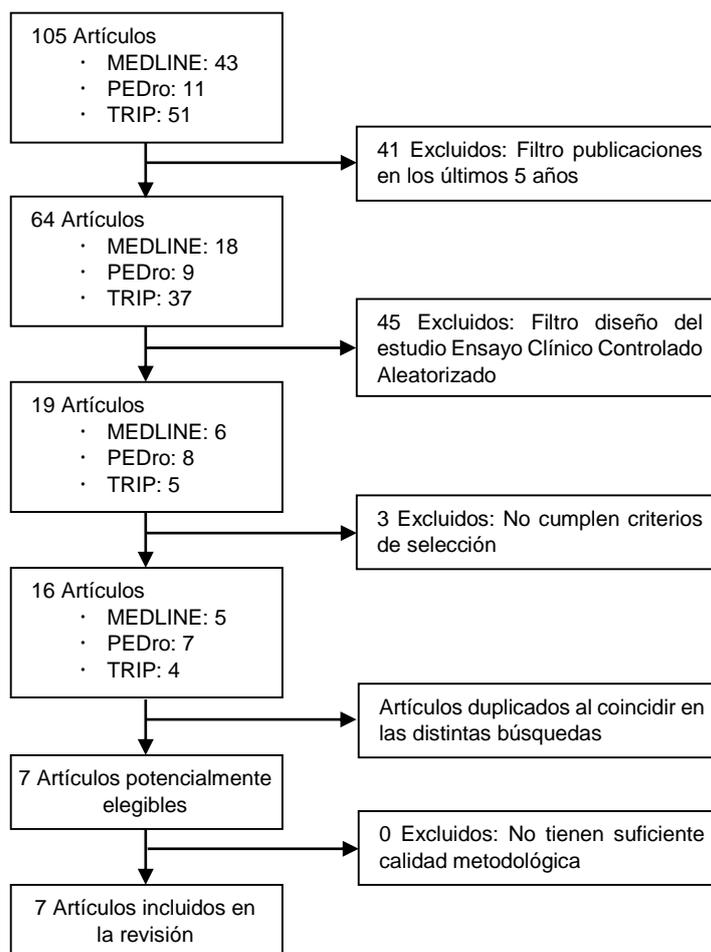


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos.

5. RESULTADOS

5.1 Descripción de los resultados

En este apartado se recogen los datos de mayor relevancia de los siete artículos finalmente seleccionados, exponiendo brevemente las características de los participantes de cada estudio, cuáles fueron las intervenciones realizadas en cada ensayo, así como todos los resultados obtenidos y reflejados por los autores. (Se adjunta una síntesis en la tabla 10 al final del apartado).

En primer lugar, tenemos el estudio de **Cheng et al.**³⁰ que tiene como objetivo evaluar los efectos de la vibroterapia en la espasticidad y la funcionalidad de las extremidades inferiores en la PCI.

Mediante una asignación aleatorizada, dieciséis niños con PC fueron asignados en dos grupos distintos para su seguimiento. Para poder formar parte del ensayo debían ser capaces de caminar durante seis minutos con o sin ayudas y alcanzar una puntuación por encima de dos en la MAS. Se excluyeron del estudio aquellos niños que sufrían enfermedades progresivas no asociadas a la PC o epilepsia, junto a los que habían sido sometidos a cirugía en los últimos seis meses o habían recibido tratamiento de toxina botulínica en los tres meses anteriores.

Mediante un estudio cruzado, en el cual los ocho sujetos que conformaron en un primer lugar el grupo de intervención pasaron a ser el grupo control tras un periodo de 4 semanas de descanso y viceversa, se recogieron datos del rango de movimiento activo (AROM) y pasivo de la rodilla (PROM), así como del tono muscular con electrogoniómetros. También se evaluó el grado de espasticidad, mediante la MAS y el índice de relajación (RI), y la funcionalidad, gracias al test de los seis minutos marcha (6MWT) y al test de “levántate y anda” (TUG).

Para la aplicación de la vibración, los niños eran colocados en una plataforma vibratoria con las rodillas ligeramente flexionadas, a unos 30º aproximadamente, y sujetadas por una cincha y un soporte anterior. Durante los diez minutos que duraba la intervención, se les pidió a los participantes que evitarán apoyarse con sus manos, aunque sí estaba permitido si lo necesitaban.

Los resultados del estudio muestran diferencias significativas para la espasticidad (MAS y RI) y la funcionalidad (6MWT) entre ambos grupos. También se observaron mejorías en el AROM y en la movilidad de los niños (TUG). Por el contrario, no se obtuvieron datos de relevancia para el PROM. El estudio también evidencia una correlación entre la normalización del tono muscular y la mejora funcional de los participantes (TUG y RI: $p=0.036$ / TUG y 6MWT: $p=0.002$).

En el estudio de **Ibrahim et al.**³¹ se analizan los resultados de un tratamiento de vibroterapia durante doce semanas en niños con diplejía espástica por PC. En él se recogen datos sobre la fuerza muscular, la espasticidad y la habilidad motriz de treinta participantes, todos ellos con edades comprendidas entre los ocho y los doce años.

Algunos de los criterios de selección para que los niños pudieran formar parte del estudio fueron el poder andar con o sin ayudas técnicas, tener un grado de espasticidad calificado entre los valores uno y dos en la MAS, no haber sido sometido a cirugía durante el último año, no tener fracturas sin consolidar o no estar bajo tratamiento de toxina botulínica.

El grupo de intervención de este ensayo, además del programa de fisioterapia convencional que siguió el grupo control, recibió treinta y seis sesiones, de nueve minutos cada una, de vibroterapia. Para ello se utilizó una plataforma de vibración oscilante que fue aplicada en series de tres minutos seguidas de otros tres minutos de descanso. Los niños permanecían de pie en la plataforma, calzados y con las rodillas ligeramente flexionadas, siempre bajo la supervisión de una persona que los estabilizaba en el caso de que los participantes tuviesen problemas para permanecer sobre el aparato.

Antes de la intervención, no se observaron diferencias en ninguna de las variables a estudiar entre los dos grupos, sin embargo, tras este periodo sí que se obtuvieron mejoras significativas en la fuerza de la musculatura extensora de rodilla, en la reducción de la espasticidad de la pierna afectada y en el aumento de la velocidad durante la marcha a favor del grupo intervención en comparación con el grupo control ($p<0.05$).

El propósito del estudio de **El-Shamy**³² de 2014 es investigar los efectos de la utilización de una plataforma vibratoria sobre el equilibrio y la fuerza del cuádriceps en treinta niños que padecen diplejía espástica a causa de una PC.

Para formar parte del estudio, los niños debían tener edades comprendidas entre los ocho y los doce años, sufrir un grado de espasticidad entre 1+ y 2 en la MAS y poder andar con o sin ayudas técnicas. Entre los criterios de exclusión destacamos el padecer una PC discinética, haber sido intervenido quirúrgicamente en el último año o haber recibido tratamiento de toxina botulínica durante los seis meses anteriores al estudio.

Para el procedimiento se distribuyó a los niños en dos grupos, el de control, el cual recibía un tratamiento de fisioterapia convencional que incluía estiramientos musculares y ejercicios de fortalecimiento entre otras técnicas, y el experimental, que además del tratamiento anterior, recibía sesiones de vibroterapia gracias a una plataforma vibratoria de cuerpo completo. Esta intervención, al igual que en el estudio de Ibrahim et al.³¹, era aplicada durante nueve minutos, en series de tres minutos con descansos del mismo tiempo.

Durante el tratamiento los participantes mantenían las rodillas y las caderas flexionadas entre los diez y los cuarenta y cinco grados sobre la plataforma. La frecuencia de las vibraciones iba siendo aumentada progresivamente de 0.5 en 0.5 hercios cada dos sesiones, hasta alcanzar los 18 hercios, dependiendo siempre de la tolerancia de cada paciente. También cabe destacar, que durante el tratamiento de vibroterapia, los fisioterapeutas corregían las posturas de los participantes mediante *feedback* verbal, además de contar con un espejo en el cual los niños se veían durante la intervención.

El artículo recoge diferencias estadísticamente significativas obtenidas en los resultados del estudio para las dos variables que fueron analizadas. Tanto la fuerza del cuádriceps a sesenta y noventa grados de flexión ($p=0.001$) como la estabilidad de los niños ($p=0.0001$) del grupo experimental se vieron aumentadas en comparación a los valores obtenidos en las evaluaciones pretest de este grupo y los datos posttest recogidos del grupo control.

En el estudio de **Lee & Chon**³³ se analizan los efectos de un programa de vibroterapia sobre la musculatura de la pierna y la deambulación en treinta niños con PC.

De forma aleatoria los participantes fueron asignados en uno de los dos grupos del ensayo tras haber cumplido los criterios de selección para el estudio, entre los cuales se incluían el haber sido diagnosticado de diplejía o cuadriplejía espástica por PC, ser capaz de andar sin ayudas o no tomar medicamentos para el control de la espasticidad.

La intervención del estudio tuvo una duración de ocho semanas. En ella, el grupo control tan solo recibía media hora de fisioterapia convencional, mientras que el grupo experimental, además de este programa, realizaba sesiones de vibroterapia cuyo protocolo tenía una hora de duración. Este consistía en la aplicación de vibroterapia, gracias a una plataforma vibratoria sobre la que los niños estaban descalzos, en seis intervalos de tres minutos a distintas frecuencias. Después de cada serie se realizaba un descanso de tres minutos y, tanto antes como después de todo el protocolo, se dedicaban diez minutos para el calentamiento y la vuelta a la calma respectivamente.

Para la evaluación y la obtención de los resultados se utilizó un sistema de análisis de la marcha 3D, el cual permitió recoger datos acerca de diferentes aspectos de la deambulación mediante marcadores en diferentes puntos de referencia anatómicos (ej.: espina ilíaca anterosuperior, tuberosidad tibial, etc.). También, gracias a un equipo de ecografía, se evaluó el cambio de grosor en diferentes músculos de la pierna de los participantes.

El estudio refleja mejoras significativas en la velocidad de la marcha, la longitud de zancada y la cadencia de paso, así como una relación entre el tiempo de duración de estos resultados y el efecto del grupo experimental ($p=0.001$). Del mismo modo, existen mejorías en el ángulo del tobillo y un aumento en el grosor (fortalecimiento) del tibial anterior y el sóleo, pero no en el caso del gastrocnemio, ganancias también atribuibles a la intervención.

Por otra parte, en el artículo de **Unger et al.**³⁴ se estudian los efectos del uso de la vibroterapia sobre la postura y la marcha en niños con PC espástica, gracias a un estudio cruzado.

Veintisiete niños con edades comprendidas entre los seis y los trece años fueron asignados de forma aleatoria en dos grupos. Para formar parte del estudio, estos debían de encontrarse entre los niveles I y III de la GMFCS o no haber sido intervenidos quirúrgicamente en el último año entre otros requisitos.

El programa de vibroterapia se basó en una serie de diferentes ejercicios dirigidos al tronco para el fortalecimiento de la musculatura abdominal utilizando una plataforma vibratoria. El objetivo principal fue analizar el cambio en la postura de los niños y su capacidad para andar en relación al aumento del grosor de su musculatura abdominal.

El ensayo se dividió en dos etapas, un primer periodo de cuatro semanas en el que el grupo uno recibió la intervención, mientras el grupo dos seguía con su programa de fisioterapia habitual, y un segundo periodo de semejante duración, en el cual el grupo uno pasó a ser el grupo control y el grupo dos recibió, además de su rehabilitación estándar, la intervención.

Se obtuvieron resultados significativos tanto en el aumento de la velocidad de la marcha, aunque esta mejora no se mantuvo en el tiempo tras la retirada de la intervención, como en la postura de los niños respecto al grupo control, reduciendo en cinco grados su inclinación hacia delante en sedestación y aumentando en 2.7 cm la altura de sus hombros en bipedestación ($p < 0.05$). El estudio también recoge un incremento en el grosor de la musculatura abdominal, la cual se relaciona con la capacidad de los niños para realizar cinco abdominales más por minuto tras la intervención.

El artículo de **Katusic et al.**³⁵ evalúa los efectos de un programa de vibroterapia sobre la espasticidad y la función motriz en ochenta y nueve niños con PC espástica. Los participantes, de entre cuatro y seis años de edad, fueron asignados aleatoriamente en dos grupos atendiendo a su clasificación en la GMFCS para asegurar niveles de funcionalidad similares en ambos grupos.

La intervención, que tuvo una duración de doce semanas, consistió en un programa de vibroterapia acústica que fue utilizada en sesiones de veinte minutos, dos días a la semana. Para su aplicación se evitó cualquier otro tipo de estímulo ya fuese visual o auditivo.

Las variables analizadas en el ensayo fueron el nivel de espasticidad, tanto en la extremidad superior como en la inferior, mediante el uso de la escala de Ashworth doblemente modificada (MMAS), y el cambio en la función motora gruesa, evaluado con la GMFM-88.

Tras los tres meses de intervención, hubo una reducción significativa de la espasticidad en ambos grupos, sin embargo, esta fue dos puntos mayor a favor del grupo experimental ($p < 0.001$). Del mismo modo la función motriz mejoró en los dos grupos, pero mientras en el grupo control solo aumentó 2.2 puntos, en el grupo de intervención lo hizo en 3.6 puntos ($p < 0.001$). Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los efectos o mejoras de los niños en función de su clasificación en la GMFCS.

Por último, en el estudio **El-Shamy & Mohamed**³⁶ de 2012 se investigan los efectos de una intervención de vibroterapia sobre la DMO de una población infantil con PC.

Durante el ensayo, el cual tuvo una duración de seis meses, se evaluó la DMO del cuello femoral, la columna lumbar y del cuerpo de forma general, mediante absorciometría con rayos X de doble energía, tras la utilización de una plataforma vibratoria en comparación a un grupo control que solamente realizaba fisioterapia convencional.

Los participantes del estudio fueron treinta niños de entre diez y trece años con diplejía espástica, clasificada entre los rangos de suave a moderada en la MAS. Estos eran capaces de andar con o sin ayudas y ninguno de ellos padecía una deformidad musculoesquelética.

Mientras el grupo control tan solo siguió un programa de fisioterapia estándar de una hora al día de duración, el grupo experimental recibió además vibroterapia mediante una plataforma vibratoria de cuerpo completo. La intervención tenía una duración de quince minutos, durante los cuales los niños debían permanecer con las rodillas dobladas sobre la plataforma.

Los resultados del estudio mostraron cambios estadísticamente significativos, existiendo un mayor aumento en la DMO del grupo experimental respecto al grupo control, para las tres variables estudiadas ($p < 0.05$).

Tabla 10. Síntesis de los resultados. Fuente: EP.

ARTÍCULO	PARTICIPANTES N=muestra analizada (N = población inicial) Edad media Dx.: Diagnóstico	VALORACIÓN Variable: Prueba, test, instrumento...	INTERVENCIÓN		RESULTADOS
			Grupo experimental	Grupo control	
Cheng et al. ³⁰ (2015)	16 niños: 8 ♂ y 8 ♀ (16). Edad media: 9.2 años (±2.1). Dx.: PC, diplegia espástica (11) y cuadriplejía espástica (5).	AROM y PROM de las rodillas: electrogoniómetros. Espasticidad: R1 (<i>Wartenburg Pendulum Test</i>) y MAS de los extensores de rodilla. Movilidad y distancia recorrida: TUG y 6WMT.	Vibrotterapia: plataforma vibratoria (WBV) - Frecuencia: 20 Hz - Amplitud: 2 mm - Tiempo: 10 min, 3 días a la semana durante 8 semanas.	Mismo procedimiento sin encender la plataforma vibratoria.	Aumento del AROM. Reducción de la espasticidad. Mejora de la marcha.
Ibrahim et al. ³¹ (2014)	30 niños: ambos sexos (30). Edad media: 9.63 años (±1.41) Dx.: PC, diplegia espástica.	Fuerza de la musculatura ext. de rodilla: dinamómetro de mano. Espasticidad en la musculatura aductora de cadera, ext. de rodilla y flex. plantar de tobillo: MAS. Velocidad y equilibrio durante la marcha: 6MWT y TUG. Función motora gruesa: GMFM-88	Vibrotterapia: plataforma vibratoria (WBV) - Frecuencia: 12 → 18 Hz - Amplitud: 2 mm → 6 mm - Tiempo: 9 min, 3 días a la semana durante 3 meses. + Programa de fisioterapia convencional	Programa de fisioterapia convencional - Ejercicios de fortalecimiento, estiramientos, entrenamiento de la marcha y el equilibrio, facilitación de las reacciones posturales y transferencias. - Tiempo: 1h, 3 días a la semana durante 3 meses.	Aumento de la fuerza de la musculatura ext. de rodilla. Reducción de la espasticidad en la musculatura ext. de rodilla. Aumento de la velocidad de la marcha. Mejora de la función motora gruesa en ambos grupos.
El-Shamy ³² (2014)	30 niños: 23 ♂ y 7 ♀ (44). Edad media: 9.66 años (±1.23) grupo experimental y 9.93 años (±1.16) grupo control. Dx.: PC, diplegia espástica.	Fuerza de la musculatura extensora de rodilla: dinamómetro robótico computarizado. Estabilidad y equilibrio: índices de estabilidad general, anterior-posterior y medio-lateral (sistema de evaluación del equilibrio computarizado).	Vibrotterapia: plataforma vibratoria (WBV) - Frecuencia: 12 → 18 Hz - Amplitud: 2 → 4 mm - Tiempo: 9 min, 5 días a la semana durante 3 meses. + Programa de fisioterapia convencional	Programa de fisioterapia convencional - Técnicas de desarrollo neurológico, estiramientos, ejercicios de fortalecimiento, propiocepción y equilibrio. - Tiempo: 1h, 5 días a la semana durante 3 meses.	Aumento de la fuerza de la musculatura ext. de rodilla. Mejora del equilibrio, la estabilidad y el control postural.
Lee & Chon ³³ (2013)	30 niños: 15 ♂ y 15 ♀ (32). Edad media: 10.0 años (±2.26) grupo experimental y 9.6 años (±2.56) grupo control. Dx.: PC, diplegia espástica y cuadriplejía espástica.	Velocidad de la marcha, longitud de zancada, cadencia de paso y ángulos de cadera, rodilla y tobillo: sistema de captura de movimiento 3D. Grosor de la musculatura de la pierna (tibial anterior, gastrocnemio y sóleo): ecografía.	Vibrotterapia: plataforma vibratoria (WBV) - Frecuencia: 12 - 25 Hz - Amplitud: 1 - 9 mm - Tiempo: 18 min, 3 días a la semana durante 8 semanas. + Programa de fisioterapia convencional	Programa fisioterapia convencional - Entrenamiento del equilibrio, estiramientos y masaje. - Tiempo: 30 min, 3 días a la semana durante 8 semanas.	Aumento de la velocidad de la marcha, la longitud de zancada, la cadencia de paso y el ángulo de tobillo. Aumento del grosor de la musculatura de la pierna (tibial anterior y sóleo).

Tabla 10. Síntesis de los resultados. [Continuación] Fuente: EP.

ARTÍCULO	PARTICIPANTES N=muestra analizada (N = población inicial) Edad media Dx.: Diagnóstico	VALORACIÓN Variable: Prueba, test, instrumento...	INTERVENCIÓN		RESULTADOS
			Grupo experimental	Grupo control	
Unger et al. ³⁴ (2013)	27 niños: 17 ♂ y 10 ♀ (30). Edad media: 13,1 años grupo 1 y - años grupo 2. Dx.: PC, diplegia espástica (15), hemiplejía derecha (9) y hemiplejía izquierda (3) por PC.	Capacidad funcional y distancia recorrida: 1MWT. Análisis postural de pie y sentado: fotografía digital 2D. Grosor de la musculatura abdominal (oblicuo interno, oblicuo externo, recto y transverso del abdomen): ecografía. Fuerza de la musculatura abdominal: abdominales en 1 minuto.	Vibrotterapia: plataforma vibratoria (WBV) - Frecuencia: 35 - 40 Hz - Amplitud: - - Tiempo: 4 min 15 s → 8 min, 2 → 5 días a la semana durante 4 semanas. + Programa de fisioterapia convencional	Programa de fisioterapia convencional	Aumento de la velocidad de la marcha. Mejora de la postura (más erguida). Aumento de la fuerza de la musculatura abdominal. Aumento del grosor de la musculatura abdominal.
Katusic et al. ³⁵ (2013)	89 niños: 52 ♂ y 37 ♀ (106). Edad media: 4,7 años (±0.7) grupo experimental y 4,8 años (±0.9) grupo control. Dx.: PC espástica, unilateral (15) y bilateral (74).	Espasticidad en la musculatura flex. de codo y muñeca, ext. de rodilla y flex. plantar de tobillo: MMAS Función motora gruesa: GMFM-88	Vibrotterapia: cama de vibraciones acústicas - Frecuencia: 40 Hz - Amplitud: 6.8 s - Tiempo: 20 min, 2 días a la semana durante 3 meses. + Programa de fisioterapia convencional	Programa de fisioterapia convencional - Tiempo: 40 min, 3 días a la semana durante 3 meses.	Reducción de la espasticidad. Mejora de la función motora gruesa.
El-Shamy & Mohamed ³⁶ (2012)	30 niños: 17 ♂ y 13 ♀ (30). Edad media: 11,73 años (±0.79) grupo experimental y 11,6 años (±1.12) grupo control. Dx.: PC, diplegia espástica.	DMO del cuello femoral, columna lumbar y cuerpo en general: absorciometría con rayos X de doble energía.	Vibrotterapia: plataforma vibratoria (WBV) - Frecuencia: 25 Hz - Amplitud: 1.7 mm - Tiempo: 10 min, 5 días a la semana durante 6 meses. + Programa de fisioterapia convencional	Programa de fisioterapia convencional - Ejercicios de fortalecimiento, estiramientos, marcha sobre tapiz rodante y ejercicios de saltos y pasos. - Tiempo: 1h, 5 días a la semana durante 6 meses.	Aumento de la DMO del cuello femoral, columna lumbar y cuerpo en general.

AROM: *active range of motion* (amplitud de movimiento articular activo), PROM: *passive range of motion* (amplitud de movimiento articular pasivo), Ri: *relaxation index* (índice de relajación), MAS: *modified Ashworth scale* (escala de Ashworth modificada), TUG: *timed up-and-go test* (test de levántate y anda), 6WMT: *6-minute walk test* (test de los 6 minutos marcha), WBV: *whole body vibration* (vibración de cuerpo completo), GMFM: *Gross motor function measure* (medida de la función motora gruesa), MMAS: *modified modified Ashworth scale* (escala de Ashworth doblemente modificada), (-): los datos no se especifican.

5.2 Análisis de los resultados

5.2.1 Espasticidad

Una de las variables más importantes y que más fue analizada en los distintos estudios de la revisión fue la espasticidad (Tabla 11).

En el estudio de **Cheng et al.**³⁰ se observa una reducción significativa de la espasticidad en la musculatura extensora de rodilla del grupo experimental en comparación a los beneficios obtenidos en el grupo control. En este caso, el tono muscular de los participantes fue anotado antes del comienzo del ensayo “*Time 1*”, inmediatamente después de que tuviera lugar cada intervención “*Time 2*”, un día después “*Time 3*” y por último a los tres días “*Time 4*”, advirtiéndose también diferencias, en algunos casos de importancia, entre estas puntuaciones.

Tabla 11. Valores y significancia de los datos recopilados sobre la espasticidad. **Fuente:** EP.

Artículo	Valoración Variable: prueba, test...	Grupo experimental		Grupo control		Valor p Post control vs Post experimental	
		Pretest	Postest	Pretest	Postest		
Cheng et al. ³⁰	Espasticidad de los ext. de rodilla: MAS	4.61	Dif2-1: -1.43 Dif3-1: -1.20 Dif4-1: -0.50	4.61	Dif2-1: -0.17 Dif3-1: -0.13 Dif4-1: 0.03	0.033 (p<0.05)	
	Espasticidad de los ext. de rodilla: RI	0.59	Dif2-1: 0.13 Dif3-1: 0.09 Dif4-1: 0.09	0.59	Dif2-1: 0.00 Dif3-1: 0.02 Dif4-1: 0.00	0.030 (p<0.05)	
Ibrahim et al. ³¹	Espasticidad de los extensores de rodilla: MAS	PD	2.667	1.167	1.833	1.333	0.698
		PF	1.833	1.500	1.333	1.167	0.391
	Espasticidad de los aductores de cadera: MAS	PD	2.667	1.333	2.167	1.667	0.230
		PF	1.833	1.500	1.833	1.500	1.00
	Espasticidad de los flex. plantares de tobillo: MAS	PD	2.667	1.667	1.833	1.667	1.00
		PF	2.000	1.833	1.500	1.333	0.101
Katusic et al. ³⁵	Espasticidad de los flex. de codo, flex. de muñeca, aductores de cadera, ext. de rodilla y flex. plantares de tobillo: MMAS	20.0	16.0	21.0	21.0	<0.001	

ext.: extensores, flex.: flexores, MAS: escala de Ashworth modificada, RI: índice de relajación, Dif2-1: diferencia entre las mediciones “*Time 2*” y “*Time 1*”, Dif3-1: diferencia entre las mediciones “*Time 3*” y “*Time 1*”, Dif4-1: diferencia entre las mediciones “*Time 4*” y “*Time 1*”, PD: pierna débil, PF: pierna fuerte, MMAS: escala de Ashworth doblemente modificada.

Por otro lado, en el artículo de **Ibrahim et al.**³⁰ se hace una distinción entre la pierna fuerte y la pierna débil de los participantes. Aunque no hubo datos significativos entre las mejorías del grupo control y el grupo experimental, sí existió una reducción notable de la espasticidad para la musculatura extensora

de rodilla de la pierna débil tras la intervención ($p=0.035$). Además, en este estudio también se analizan otros dos grupos musculares, sin embargo, no se obtuvieron cambios de la espasticidad en ellos.

Por último, el estudio de **Katusic et al.**³⁵ sí que advirtió una reducción de la espasticidad significativa tras las doce semanas de intervención. Mientras en el grupo experimental se redujo en cuatro puntos (intervalo: -4.5/-4) sobre la MMAS, en el grupo control tan solo lo hizo en dos (intervalo: -4.0/0.0).

5.2.2 Marcha y movilidad

Muchos de los artículos incluidos también estudian diferentes aspectos de la marcha, variables que han sido recogidas de forma conjunta (Tabla 12).

En el estudio de **Cheng et al.**³⁰ se evalúa la funcionalidad de los niños a través de dos test: el TUG y el 6MWT. Para el primero, aunque existieron mejoras en el grupo de intervención, no se obtuvieron diferencias respecto al grupo control ($p=0.416$). En el caso del 6MWT, sí que hubo un aumento significativo de los resultados nada más acabar la intervención (Dif2-1), pero no existió retención de estas mejoras en los días posteriores ($p=0.907$ en Dif3-1 y Dif4-1).

En el estudio de **Ibrahim et al.**³¹ también se utilizaron los dos test anteriores. Para el TUG no se obtuvieron cambios significativos ni en el grupo de intervención ($p=0.250$), ni en comparación de estos resultados con el grupo control ($p=0.755$). Por otro lado, sí que existieron mejoras relevantes sobre el 6MWT para el grupo que realizó el tratamiento de vibroterapia ($p=0.001$), datos también significativos al ser comparados con el grupo control ($p=0.020$).

Lee & Chon³³, en su estudio, evalúan y advierten mejoras en la velocidad de la marcha, la longitud de zancada y la cadencia de paso del grupo experimental, así como una relación entre la exposición a la intervención y las ganancias del grupo para los tres parámetros estudiados.

Finalmente, en el artículo de **Unger et al.**³⁴ se analiza la capacidad funcional de los niños y la distancia recorrida gracias al 1MWT. Tanto en el periodo de intervención del grupo uno (M1-M2) como durante el periodo de intervención del grupo dos (M2-M3) se observaron mejoras significativas. Cabe destacar que las mejoras del grupo uno se limitaron a la fase de intervención, ya que los

resultados obtenidos tras las cuatro semanas como grupo control fueron valores semejantes a los del inicio del ensayo, es decir, no se apreciaron diferencias significativas entre M1 y M3.

Tabla 12. Valores y significancia de los datos recopilados sobre la marcha y la movilidad. **Fuente:** EP.

Artículo	Valoración Variable: prueba, test...	Grupo experimental		Grupo control		Valor p Post control vs Post experimental
		Pretest	Postest	Pretest	Postest	
Cheng et al. ³⁰	Movilidad (s): TUG	13.53	Dif2-1: -2.49 Dif3-1: -2.79 Dif4-1: -2.39	13.53	Dif2-1: -0.39 Dif3-1: -0.52 Dif4-1: -0.54	0.416
	Distancia recorrida (m): 6MWT	201.33	Dif2-1: 16.89 Dif3-1: 6.96 Dif4-1: 7.66	201.33	Dif2-1: -0.20 Dif3-1: -1.70 Dif4-1: 0.57	0.005 (p<0.05)
Ibrahim et al. ³¹	Equilibrio durante la marcha (s): TUG	53.33	51	51.67	48.67	0.755
	Velocidad de la marcha (m): 6MWT	240	400	203.3	221.7	0.020 (p<0.05)
Lee & Chon ³³	Velocidad de la marcha: sistema de captura de movimiento 3D.	*	*	0.37 / 0.39	0.48 / 0.40	*
	Longitud de zancada: sistema de captura de movimiento 3D.	*	*	0.38 / 0.35	0.48 / 0.35	*
	Cadencia de paso: sistema de captura de movimiento 3D.	*	*	0.85 / 0.73	0.58 / 0.72	*
Unger et al. ³⁴	Distancia recorrida (m) y capacidad funcional: 1MWT	M1-M2 88.58	106.68 98.30	87.03 106.68	88.58 95.68	<0.001 / 0.613 0.003 / 0.001 Relación grupo- tiempo

TUG: test de "levántate y anda", 6MWT: test de los 6 minutos marcha, (*): los datos no se expresan de forma análoga al modo en el que se recogen en la tabla, 1MWT: test de la marcha durante un minuto.

5.2.3 Fuerza muscular

Debido a que el fortalecimiento de la musculatura es uno de los principales beneficios que ofrece la vibroterapia, cuatro de los artículos también incluyen esta variable (Tabla 13).

En primer lugar, el estudio de **Ibrahim et al.**³¹ recoge un aumento significativo de la fuerza muscular en ambas piernas tras el tratamiento de vibroterapia sobre el grupo de intervención (p<0.05). Sin embargo, estas mejoras solo fueron estadísticamente significativas para la pierna débil al ser comparadas con las obtenidas en el grupo control (p=0.028).

En el artículo de **EI-Shamy**³² también se muestra un incremento significativo en el momento de fuerza del cuádriceps después de que los participantes del grupo experimental recibiesen la intervención. Esto nos indica que los niños del grupo experimental mostraron una mejoría notable en comparación con los niños del grupo control.

Tabla 13. Valores y significancia de los datos recopilados sobre la fuerza muscular. **Fuente:** EP.

Artículo	Valoración Variable: prueba, test...	Grupo experimental		Grupo control		Valor p Post control vs Post experimental	
		Pretest	Posttest	Pretest	Posttest		
Ibrahim et al. ³¹	Fuerza de los extensores de rodilla (N): dinamómetro	PD	25.000	28.000	24.667	25.333	0.028 (p<0.05) 0.610
		PF	24.000	27.000	23.333	24.000	
EI-Shamy ³²	Momento de fuerza máxima del cuádriceps a 60°/s (N·m): dinamómetro		16.23	30.90	16.03	28.80	0.001 (p<0.05)
	Momento de fuerza máxima del cuádriceps a 90°/s (N·m): dinamómetro		34.06	54.20	33.96	47.50	0.001 (p<0.05)
Lee & Chon ³³	Grosor del tibial anterior (mm): ecografía	*	*	0.48 / 0.53	0.63 / 0.54	*	
	Grosor del gastrocnemio (mm): ecografía	*	*	0.47 / .047	0.47 / 0.47	*	
	Grosor del sóleo (mm): ecografía	*	*	0.45 / 0.48	0.63 / 0.49	*	
Unger et al. ³⁴	Grosor del transverso del abdomen (mm): ecografía	-	-	-	-	0.047 (p<0.05)	
	Grosor del oblicuo interno del abdomen (mm): ecografía	-	-	-	-	0.003 (p<0.05)	
	Grosor del oblicuo externo del abdomen (mm): ecografía	-	-	-	-	0.023 (p<0.05)	
	Grosor del recto del abdomen (mm): ecografía	-	-	-	-	0.001 (p<0.05)	
	Fuerza musculatura abdominal: abdominales en 1 min		12.9	17.6	-	-	<0.001 Relación pretest-postest

PD: Pierna débil, PF: Pierna fuerte, (*): los datos no se expresan de forma análoga al modo en el que se recogen en la tabla, (-): los datos no se especifican.

El estudio de **Lee & Chon**³³ relaciona un incremento en el grosor de la musculatura con un aumento de la fuerza muscular. Se observaron ganancias en el volumen de los músculos tibial anterior y sóleo tras el tratamiento de WBV, aunque no para el gastrocnemio.

Por último, el estudio de **Unger et al.**³⁴ también evalúa las variaciones en el grosor pero de la musculatura abdominal. Todos los músculos analizados

gozaban de un mayor grosor tras la intervención, aunque estas mejoras solo se mantuvieron una vez finalizado el tratamiento en dos de ellos (oblicuo externo y recto del abdomen). Igualmente, el artículo recoge un aumento significativo ($p < 0.001$) en el número de abdominales por minuto que fueron capaces de realizar los niños, efecto que se mantuvo tras la retirada de la intervención.

5.2.4 Función motora gruesa

En el estudio de **Ibrahim et al.**³¹ se analizan dos de las cinco dimensiones que conforman la GMFM-88: *standing* o permanecer de pie (D%) y *walking, running and jumping* o marcha, carrera y salto (E%). Para la primera, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos ya que la mejora fue similar ($p = 0.252$), sin embargo, sí que se recoge un aumento en los valores de E% en el grupo experimental tras la intervención, de gran significancia respecto al grupo control.

Katusic et al.³⁵ en su estudio también utiliza la GMFM-88 para valorar la función motriz de los niños, en este caso mediante la puntuación total de todas las dimensiones. Hubo un incremento en ambos grupos tras las doce semanas de intervención, pero este fue mucho mayor en el grupo experimental. Los datos de ambos estudios están recogidos en la tabla 14.

Tabla 14. Valores y significancia de los datos recopilados sobre la función motora gruesa. **Fuente:** EP.

Artículo	Valoración Variable: prueba, test...		Grupo experimental		Grupo control		Valor p Post control vs Post experimental
			Pretest	Posttest	Pretest	Posttest	
Ibrahim et al. ³¹	Función motora gruesa: GMFM-88	D%	71.33	86.67	73	78	0.252 0.022 ($p < 0.05$)
		E%	80	91.33	67	75.33	
Katusic et al. ³⁵	Función motora gruesa: GMFM-88		18.4	20.6	17.8	18.7	<0.001

GMFM: medida de la función motora gruesa.

5.2.5. Movilidad articular

Dos de los estudios de esta revisión también incluyen el rango articular o la amplitud de movimiento como variable en sus ensayos (Tabla 15).

En el estudio de **Cheng et al.**³⁰ se valoran tanto el AROM como el PROM de la articulación de la rodilla y, aunque para el AROM sí se obtuvieron ganancias más importantes en el grupo experimental, en ninguno de los dos casos los cambios fueron significativos respecto al grupo control.

Por otra parte, en el artículo de **Lee & Chon**³³ se estudian los ángulos que alcanzan las articulaciones del tobillo, la rodilla y la cadera durante la marcha de los niños. Solo se encontraron mejoras significativas en la movilidad del tobillo.

Tabla 15. Valores y significancia de los datos recopilados acerca de la movilidad articular. **Fuente:** EP.

Artículo	Valoración Variable: prueba, test...	Grupo experimental		Grupo control		Valor p Post control vs Post experimental
		Pretest	Postest	Pretest	Postest	
Cheng et al. ³⁰	AROM: electrogoniómetro	-	Dif2-1: 5.74 Dif3-1: 4.35 Dif4-1: 3.34	-	Dif2-1: 0.24 Dif3-1: 0.61 Dif4-1: 0.22	0.154
	PROM: electrogoniómetro	-	Dif2-1: 1.13 Dif3-1: -0.75 Dif4-1: 0.48	-	Dif2-1: 0.25 Dif3-1: 0.09 Dif4-1: 0.33	0.118
Lee & Chon ³³	Ángulo del tobillo: sistema de captura de movimiento 3D	*	*	7.30 / 6.99	13.58 / 6.82	*
	Ángulo de la rodilla: sistema de captura de movimiento 3D	*	*	9.14 / 10.06	14.31 / 9.70	*
	Ángulo de la cadera: sistema de captura de movimiento 3D	*	*	13.42 / 9.28	14.23 / 12.04	*

AROM: amplitud de movimiento articular activo, PROM: amplitud de movimiento articular pasivo, (*): los datos no se expresan de forma análoga al modo en el que se recogen en la tabla, (-): los datos no se especifican.

5.2.6 Otros

Por último, se incluyen en este análisis de los resultados diferentes variables que solo fueron estudiadas en uno de los artículos y que, a pesar de no poder ser comparadas, aportan datos de interés.

En el artículo de **El-Shamy**³² se valora la estabilidad y el equilibrio de los niños. Para ello se utilizaron distintos índices de estabilidad, en los que un valor elevado representa mayores dificultades para mantener el equilibrio. Los resultados muestran mejoras en ambos grupos, pero con valores significativos a favor del grupo que recibió el tratamiento de vibroterapia (Tabla 16).

Tabla 16. Valores y significancia de los datos recopilados sobre la estabilidad y el equilibrio. **Fuente:** EP.

Artículo	Valoración Variable: prueba, test...	Grupo experimental		Grupo control		Valor p
		Pretest	Postest	Pretest	Postest	
El-Shamy ³²	Índice de estabilidad general	P ₂₅ : 3.20 P ₅₀ : 3.30 P ₇₅ : 3.40	P ₂₅ : 2.20 P ₅₀ : 2.20 P ₇₅ : 2.30	P ₂₅ : 3.20 P ₅₀ : 3.20 P ₇₅ : 3.30	P ₂₅ : 2.70 P ₅₀ : 2.75 P ₇₅ : 2.80	Pretest: 0.20 Postest: 0.0001 (p<0.05)
	Índice de estabilidad antero-posterior	P ₂₅ : 2.75 P ₅₀ : 2.80 P ₇₅ : 2.80	P ₂₅ : 1.75 P ₅₀ : 1.80 P ₇₅ : 1.80	P ₂₅ : 2.60 P ₅₀ : 2.65 P ₇₅ : 2.70	P ₂₅ : 2.20 P ₅₀ : 2.25 P ₇₅ : 2.30	Pretest: 0.48 Postest: 0.0001 (p<0.05)
	Índice de estabilidad medio-lateral	P ₂₅ : 2.30 P ₅₀ : 2.30 P ₇₅ : 2.35	P ₂₅ : 1.60 P ₅₀ : 1.65 P ₇₅ : 1.65	P ₂₅ : 2.20 P ₅₀ : 2.30 P ₇₅ : 2.30	P ₂₅ : 2.00 P ₅₀ : 2.00 P ₇₅ : 2.10	Pretest: 0.41 Postest: 0.0001 (p<0.05)

En el artículo de **Unger et al.**³⁴ se valora el control postural tanto en sedestación como en bipedestación. Mediante un análisis de fotografía digital se analizó la báscula pélvica, cuyos datos no fueron significativos, la altura de los hombros en sedestación, cuya mejora fue mucho mayor en el periodo experimental de ambos grupos ($p < 0.05$), y el ángulo de inclinación anteroposterior del tronco (a-p), para el cual se tomaron como referencia el esternón, la vértebra C6 y su horizontal, observándose también mejoras significativas (el ángulo disminuyó) en beneficio de los grupos de intervención. Las ganancias logradas se mantuvieron cuatro semanas tras la retirada del programa de vibroterapia. (Tabla 17).

Tabla 17. Valores y significancia de los datos recopilados sobre el control postural. **Fuente:** EP.

Artículo	Valoración Variable: prueba, test...	Grupo experimental		Grupo control		Valor p Post control vs Post experimental
		Pretest	Postest	Pretest	Postest	
Unger et al. ³⁴	Ángulo a-p (°)	-	G1: -4.85 G2: -5.33	-	-	<0.05
	S Báscula pélvica (°)	-	G1: SC G2: SC	-	-	SC
	Altura hombros (mm)	-	G1: +27.0 G2: +41.4	-	-	<0.05
	Ángulo a-p (°)	-	G1: -5.58 G2: -5.47	-	-	<0.05
	B Báscula pélvica (°)	-	G1: SC G2: SC	-	-	SC

SC: sin cambio, S: sedestación, B: bipedestación, G1: grupo uno, G2: grupo dos, (-): los datos no se especifican.

Para finalizar, el estudio de **El-Shamy & Mohamed**³⁶ evalúa la DMO del cuello femoral, la columna lumbar y el cuerpo completo, cuyos datos se recogen en la tabla 18. Se encontraron mejoras significativas en los niños del grupo experimental, para las tres variables del ensayo, al ser comparados los resultados postest de ambos grupos. La DMO total aumentó 0.129 g/cm² más en el grupo que recibió la intervención.

Tabla 18. Valores y significancia de los datos recopilados sobre la densidad mineral ósea. **Fuente:** EP.

Artículo	Valoración Variable: prueba, test...	Grupo experimental		Grupo control		Valor p Post control vs Post experimental
		Pretest	Postest	Pretest	Postest	
El-Shamy & Mohamed ³⁶	DMO del fémur (g/cm ²): absorciometría con rayos X.	0.596	0.866	0.718	0.735	<0.05
	DMO de la columna lumbar (g/cm ²): absorciometría con rayos X.	0.588	0.75	0.633	0.657	<0.05
	DMO del cuerpo en general (g/cm ²): absorciometría con rayos X.	0.66	0.807	0.705	0.723	<0.05

DMO: densidad mineral ósea.

6. DISCUSIÓN

El uso de la vibroterapia como método de rehabilitación en la PCI es una técnica poco estudiada, sobre la que no se han realizado muchas investigaciones. Debido a esto, no existe una gran variedad de artículos científicos que aborden este tema, sin embargo, los siete estudios incluidos y analizados en esta revisión respaldan el uso de esta técnica y la consideran una herramienta eficaz que puede aportar diversos beneficios e incrementar las mejoras obtenidas por un programa de fisioterapia convencional en el tratamiento de la PC.³⁰⁻³⁶

Uno de los principales efectos que recogen los resultados de varios de los ensayos es la reducción de la espasticidad, tanto en las extremidades superiores como en las extremidades inferiores, especialmente para la musculatura extensora de rodilla.^{30,31,35} El reciente estudio de Tupimai et al.³⁷ también muestra como una intervención de fisioterapia en la que se combinan estiramientos musculares pasivos y prolongados con el uso de una plataforma vibratoria tiene efectos positivos sobre la espasticidad, la fuerza muscular y el equilibrio en niños y adolescentes con PC.

La deambulación es también una de las variables estudiadas que se ve reforzada gracias al uso de la vibroterapia.^{30,31,33,34} No obstante, las ganancias obtenidas en los diferentes aspectos que conforman la marcha parecen limitarse solamente al periodo en el cual los niños se encuentran bajo la intervención, volviendo los distintos parámetros acerca de la movilidad y la distancia recorrida a sus valores iniciales tras la retirada del tratamiento.^{30,34}

Las vibraciones, en combinación con otros programas de rehabilitación y fisioterapia, parecen aumentar la masa muscular de piernas y abdomen al ser valorados mediante ecografía.^{33,34} Estas mejoras se relacionan directamente con un aumento de la fuerza muscular³¹⁻³⁴, beneficios que pueden responder a las ganancias también logradas en la función motora gruesa y la autonomía de los pacientes al ser evaluados con la GMFM.^{31,35} Estos efectos ya fueron recogidos por Reyes et al.³⁸, en su estudio de 2011, para las extremidades superiores en niños de entre seis y nueve años con diversas discapacidades motoras que recibieron vibroterapia mediante un dispositivo de vibración regional a altas frecuencias (60-90 Hz) y una baja intensidad.

En dos de los estudios de la revisión, Cheng et al.³⁰ y Lee & Chon³³, también se advirtieron mejoras en la movilidad articular activa de la rodilla y el tobillo. Sin embargo, no se encontraron datos suficientes que afirmen una mejora significativa de los grupos de intervención para el PROM, ni un aumento en el ángulo de la cadera durante la marcha.

De igual modo, en este trabajo se recogieron beneficios de la vibroterapia sobre la estabilidad, el equilibrio y el control postural tanto en sedestación como en bipedestación, aunque el uso de plataformas vibratorias no parece tener efectos sobre el control de la pelvis en niños.^{32,34}

Por último, se registraron aumentos de la DMO³⁶, habiendo sido ya demostrados en el estudio de Wren et al.³⁹ beneficios sobre el sistema óseo en niños con PC. En este artículo se observó un aumento en el área del hueso cortical en el esqueleto apendicular, así como una mejora de las distintas propiedades estructurales óseas, lo que podría traducirse en una disminución del riesgo de fracturas sobre huesos largos.

Como se ha expuesto anteriormente, los resultados de este estudio demuestran que el uso de la vibroterapia es un método eficaz en el tratamiento de la PCI, sin embargo, muchos aspectos relativos a su utilización quedan sin esclarecer. Debido a que el método de empleo de las plataformas vibratorias varió notablemente entre los distintos ensayos, se destacan algunos de los factores que quedan sin resolver como el empleo o no de calzado por parte de los niños al utilizar los dispositivos de vibración, el uso de *feedback* visual (ej.: espejos) durante la intervención o la duración y planificación de las sesiones. Por otro lado, sí que parece estar consensuado el uso de las plataformas vibratorias en bipedestación y con las rodillas ligeramente flexionadas, así como un aumento progresivo de los distintos parámetros y la duración de las sesiones para evitar la acomodación al tratamiento.^{30-34,36}

De la misma manera que en el reciente estudio de Gusso et al.⁴⁰ se asocia el uso de plataformas vibratorias a un aumento de la masa muscular, un incremento la masa y la densidad ósea y una mejora de la movilidad en adolescentes y adultos jóvenes con PC, en esta revisión se recogen numerosos beneficios y mejoras que ofrece la vibroterapia en el tratamiento de la PCI.

Esta técnica puede facilitar la rehabilitación de los niños, aumentando su autonomía y participación en las diferentes actividades de la vida diaria, además de potenciar los efectos conseguidos mediante otras intervenciones fisioterápicas.³⁰⁻³⁶

Limitaciones

Aun habiendo mantenido en todo momento una adecuada metodología durante la realización de este trabajo, intentando minimizar todos los posibles sesgos que pudiesen restarle fiabilidad a esta revisión, han existido una serie de limitaciones que han de ser mencionadas:

En primer lugar, no fueron descartados los artículos que no cumplieron las preguntas de eliminación de la guía CASPe²⁸ en la evaluación metodológica, ya que tan solo uno de los siete habría sido apto para el estudio.

Por otro lado, aunque las muestras de población analizadas en los distintos artículos fueron homogéneas en cuanto a edad y otras características, en la mayoría de casos el tamaño muestral de participantes no fue demasiado amplio, pudiendo esto alterar en cierto modo los resultados obtenidos.

Finalmente, la revisión fue llevada a cabo tan solo por una persona, lo que en ocasiones también puede suponer un sesgo en la búsqueda de información, así como a la hora de interpretar los resultados.

7. CONCLUSIONES

El uso de las vibraciones como terapia representa un importante procedimiento fisioterápico, especialmente en el campo de la neurorrehabilitación, el cual puede ser de gran ayuda en el tratamiento de la parálisis cerebral infantil.

Los distintos beneficios que aporta la vibroterapia, como la reducción de la espasticidad o el aumento de la fuerza muscular, hacen que esta técnica sea un excelente complemento de otras intervenciones más convencionales, incluso pudiendo ser empleada como preparación de las sesiones de fisioterapia.

La vibroterapia es además una técnica segura, bien tolerada por los niños y que raramente produce efectos secundarios o adversos. Los diferentes métodos de aplicación son, por lo general, sencillos de utilizar y no requieren grandes costes. Aun así, es importante que un fisioterapeuta supervise las sesiones, especialmente con los niños más pequeños, para evitar posibles accidentes o un mal uso de los dispositivos.

Al tratarse de una terapia relativamente nueva, los estudios realizados sobre este tipo de intervenciones siguen protocolos llevados a cabo por los propios investigadores, en ocasiones dispares. Un método de actuación estandarizado, en el cual se determinasen unos parámetros bien definidos en función de las afecciones, ofrecería resultados más fiables para el uso de la vibroterapia dentro del ámbito sanitario.

A partir de los datos obtenidos en esta revisión, se establecen unas pautas orientativas para el uso de las plataformas vibratorias en el tratamiento de fisioterapia de la parálisis cerebral infantil: frecuencias moderadas de entre 12 y 40 Hz, con pequeñas amplitudes de 1 a 9 mm y exposiciones de entre cinco y veinte minutos, con o sin descansos, de tres a cinco veces por semana.

Aunque existe evidencia científica que respalda y ratifica el uso de esta terapia, futuros estudios son requeridos para evaluar sus efectos sobre estos y otros aspectos de la parálisis cerebral infantil. También es necesario un mayor número de estudios que traten el uso de diversos aparatos y dispositivos de vibroterapia.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Richards CL, Malouin F. Cerebral palsy: definition, assessment and rehabilitation. *Handb Clin Neurol*. 2013; 111: 183-95.
2. E. Koman LA, Smith BP, Shilt JS. Cerebral palsy. *Lancet*. 2004 May 15; 363(9421): 1619-31.
3. C. Berker N, Yalçın S. The help guide to cerebral palsy. No: 8 in *Pediatric Orthopedics & Rehabilitation Series*. 2ª ed. Washington, USA: Global help; 2010.
4. Gómez-López S, Jaimes VH, Gutiérrez CMP, Hernández M, Guerrero A. Parálisis cerebral infantil: artículo de revisión. *Archivos venezolanos de puericultura y pediatría*. 2013; Vol 76 (1): 30-39.
5. F. McAdams RM, Juul SE. Cerebral Palsy: Prevalence, Predictability, and Parental Counseling. *NeoReviews*. 2011 Oct; Vol.12 No.10: 564-71.
6. Póo Argüelles P. Parálisis cerebral infantil. *Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica*. Barcelona, España: Servicio de Neurología. Hospital Sant Joan de Dèu. Asociación española de pediatría; 2008. p. 271-77.
7. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997 Apr; 39(4): 214-23.
8. Bodkin AW, Robinson C, Perales FP. Reliability and validity of the gross motor function classification system for cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2003 Winter; 15(4): 247-52.
9. Pérez Pereira A, Barrio Alonso M, Lión Vázquez S. Valoración de la espasticidad. En: García FJJ, coordinador. *Sociedad española de rehabilitación y medicina física. Evaluación clínica y tratamiento de la espasticidad*. Madrid, España: Editorial médica panamericana; 2009. p. 31-42.
10. Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner*. 1964; 192: 540-42.
11. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther*. 1987 Feb; 67(2): 206-7.
12. Shah A, Maitin I. Spasticity Due to Multiple Sclerosis: Epidemiology, Pathophysiology and Treatment. En: Brashear A. *Spasticity: Diagnosis and Management*. 2ª ed. New York, USA: Demos Medical; 2016. p. 383-400.
13. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther*. 1987 Feb; 67(2): 206-7.
14. Patrick E, Ada L. The Tardieu Scale differentiates contracture from spasticity whereas the Ashworth Scale is confounded by it. *Clin Rehabil*. 2006 Feb; 20(2): 173-82.
15. Gómez Soriano J, Cano de la Cuerda R, Muñoz Hellín E, Ortiz Gutiérrez R, Taylor JS. Valoración y cuantificación de la espasticidad: revisión de los métodos clínicos, biomecánicos y neurofisiológicos. *Rev Neurol*. 2012; 55(4): 217-26.
16. Espinosa Jorge J. Enfoque terapéutico de la parálisis cerebral. En: Espinosa Jorge J, Arroyo Riaño MO, Martín Maroto P, Ruiz Molina D, Moreno Palacios JA. *Guía esencial de rehabilitación infantil*. Madrid, España: Editorial médica panamericana; 2010. p. 75-90.
17. Martín Cordero JE. Vibroterapia. En: Martín Cordero JE. *Agentes Físicos Terapéuticos*. La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas; 2008. p. 197-207.
18. García E, Padilla I, Franco MA. Vibroterapia en la inhibición de la espasticidad asociada a la enfermedad motriz cerebral. *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol*. 2001; 4(2): 66-74.

19. Fernández Seguín LM, Yáñez Álvarez AR, Márquez Pérez D. Vibroterapia. En: Albornoz Cabello M, Meroño Gallut J. Procedimientos generales de fisioterapia: práctica basada en la evidencia. Madrid, España: Elsevier; 2012. p. 139-60.
20. Thompson WR, Yen SS, Rubin J. Vibration therapy: clinical applications in bone. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2014 Dec; 21(6): 447-53.
21. Alguacil IM, Gómez Conches M, Fraile AM, Morales M. Plataformas vibratorias: bases neurofisiológicas, efectos fisiológicos y aplicaciones terapéuticas. *AMD.* 2009; 26(130): 119-129.
22. Murillo N, Valls-Sole J, Vidal J, Opisso E, Medina J, Kumru H. Focal vibration in neurorehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014 Apr; 50(2): 231-42.
23. Balañá Corberó A, del Corral Núñez-Flores T, Martí Romeu JD, Mendez Caba J, Muñoz Castro G, López Fernández D et al. Técnicas instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales. En: Martí Romeu JD, Vendrell Relat M, coordinadores. Manual Separ de Procedimientos: Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto. Barcelona, España: Respira; 2013. p. 65-91.
24. Centro Cochrane Iberoamericano, traductores. Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0 [actualizada en marzo de 2011; acceso 14 de abril de 2016] [Internet]. Barcelona: Centro Cochrane Iberoamericano; 2012. Disponible en: <http://www.cochrane.es/?q=es/node/269>
25. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc).* 2010; 135(11): 507-11.
26. Dirección general de servicios para la familia y la infancia. II Plan Estratégico Nacional de Infancia y Adolescencia 2013 - 2016 (II PENIA). España: Secretaría de Estado de servicios sociales e igualdad, Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad; 2013.
27. Instrumento de Ratificación de la Convención sobre los Derechos del Niño, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 20 de noviembre de 1989. *Boletín Oficial del Estado*, nº 313, (31-12-1990).
28. Cabello, J.B. por CASPe. Plantilla para ayudarte a entender un Ensayo Clínico. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Alicante: CASPe; 2005. Cuaderno I. p.5-8.
29. PEDro: Physiotherapy Evidence Database [base de datos en Internet] The George Institute for Global Health. [acceso 26 de abril de 2016]. Escala PEDro-Español [última modificación el 21 de junio de 1999, traducción al español el 30 de diciembre de 2012]. Disponible en: http://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_spanish.pdf
30. Cheng HY, Yu YC, Wong AM, Tsai YS, Ju YY. Effects of an eight-week whole body vibration on lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2015 Mar; 38: 256-61.
31. Ibrahim MM, Eid MA, Moawd SA. Effect of whole-body vibration on muscle strength, spasticity, and motor performance in spastic diplegic cerebral palsy children. *Egypt J Med Hum Genet.* 2014 Apr; 15(2): 173-79.
32. 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.
33. 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.
34. 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.

35. Katusic A, Alimovic S, Mejaski-Bosnjak V. The effect of vibration therapy on spasticity and motor function in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2013 Feb; 32(1): 1-8.
36. El-Shamy SM, Mohamed MSE. Effect of Whole Body Vibration Training on Bone Mineral Density in Cerebral Palsy Children. *Indian J Physiother Occup Ther*. 2012 Jan-Mar; 6(1): 139-41.
37. Tupimai T, Peungsuwan 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.
38. Reyes ML, Hernández M, Holmgren LJ, Sanhueza E, Escobar RG. High-frequency, low-intensity vibrations increase bone mass and muscle strength in upper limbs, improving autonomy in disabled children. *J Bone Miner Res*. 2011 Aug; 26(8): 1759-66.
39. Wren TA, Lee DC, Hara R, Rethlefsen SA, Kay RM, Dorey FJ, Gilsanz V. Effect of high-frequency, low-magnitude vibration on bone and muscle in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2010 Oct-Nov; 30(7): 732-8.
40. Gusso S, Munns CF, Colle P, Derraik JG, Biggs JB, Cutfield WS, Hofman PL. Effects of whole-body vibration training on physical function, bone and muscle mass in adolescents and young adults with cerebral palsy. *Sci Rep*. 2016 Mar 3; 6: 22518.

9. ANEXOS

9.1 Anexo I. Tablas

Tabla 2. Sistema de clasificación de la función motora gruesa para niños con PC entre 6 y 12 años.⁷

GRADO	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN CLÍNICA
NIVEL I	Deambulación sin restricciones. Existen limitaciones en las habilidades motoras gruesas más avanzadas. El niño es capaz de andar en interiores y exteriores, además de subir escaleras sin ninguna limitación. Realiza las habilidades motoras gruesas, como correr y saltar, pero la velocidad, el equilibrio y la coordinación están reducidos.
NIVEL II	Deambulación sin dispositivos de ayuda. Limitación de la marcha en exteriores y en el vecindario. El niño puede andar en interiores y exteriores, además de subir escaleras ayudándose de una barandilla, sin embargo, presenta limitaciones al caminar sobre superficies irregulares, planos inclinados y espacios reducidos o con mucha gente. En los mejores casos, los niños tienen la mínima capacidad para correr y saltar.
NIVEL III	Deambulación con ayudas técnicas. Limitación de la marcha en exteriores y en el vecindario. El niño camina en interiores y exteriores sobre superficies regulares con un dispositivo de ayuda para la marcha. También puede subir escaleras sujetado a una barandilla. Dependiendo de la función de sus miembros superiores, necesitará una silla de ruedas manual o ser transportado al recorrer largas distancias al aire libre o sobre terrenos irregulares.
NIVEL IV	Movilidad autónoma con limitaciones. El niño necesita una silla de ruedas eléctrica o ser transportado en exteriores y en el vecindario. El niño puede mantener los niveles funcionales motrices alcanzados antes de los 6 años o depender de la silla de ruedas para su movilidad en el hogar, el colegio y el vecindario. Puede gozar de una movilidad autónoma gracias a la silla de ruedas eléctrica.
NIVEL V	Movilidad autónoma severamente limitada incluso con la utilización de tecnologías de asistencia. Los impedimentos físicos del niño limitan el control voluntario de sus movimientos y la capacidad de mantener la postura de su cabeza y tronco en contra de la fuerza de la gravedad. Todos los ámbitos de la función motriz están limitados y la tecnología de asistencia no compensa la limitación funcional en sedestación y bipedestación en su totalidad. El niño carece de movilidad autónoma y requiere ser transportado. En algunos casos, el niño puede lograr cierta movilidad independiente gracias al uso de una silla de ruedas eléctrica adaptada.

Tabla 3. Escala de Ashworth.¹⁰

GRADO O PUNTUACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN CLÍNICA
0	Tono muscular normal.
1	Leve hipertonía que provoca un “parón” al mover la extremidad.
2	Ligera hipertonía. Las extremidades se mueven con facilidad.
3	Hipertonía moderada. El movimiento pasivo del miembro es costoso.
4	Hipertonía severa. La extremidad está rígida.

Tabla 4. Escala de Ashworth modificada.¹¹

GRADO O PUNTUACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN CLÍNICA
0	No existe aumento del tono muscular.
1	Ligero aumento del tono muscular. Se manifiesta mediante un parón y la continuidad del miembro al ser movido o por la presencia de una mínima resistencia al final del recorrido al realizar los movimientos de flexión y extensión.
1+	Ligero aumento del tono muscular que se manifiesta por la detención del movimiento al realizar la flexión o extensión del miembro. A continuación, existe una pequeña resistencia que está presente en menos de la mitad del rango de movimiento (ROM).
2	Notable aumento del tono muscular en la mayor parte del ROM. Las extremidades afectadas pueden ser movilizadas fácilmente.
3	Considerable aumento del tono muscular. El movimiento pasivo es difícil.
4	Los miembros afectados están rígidos en posiciones de flexión o extensión.

Tabla 6. Lista de comprobación de ítems para incluir en una revisión sistemática de PRISMA.²⁵

SECCIÓN / TEMA	Nº	ÍTEM	PÁG.
TÍTULO			
Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos.	Portada
RESUMEN			
Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.	1
INTRODUCCIÓN			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.	11
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).	11
MÉTODOS			
Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al que se pueda acceder (por ej., dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.	-
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ej., PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ej., años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.	12,13
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ej., bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.	14-16
Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados, de tal forma que pueda ser reproducible.	14-16

Tabla 6. Lista de comprobación de ítems para incluir en una revisión sistemática de PRISMA.²⁵
[Continuación]

SECCIÓN / TEMA	Nº	ÍTEM	PÁG.
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ej., el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).	12-18
Proceso de extracción de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ej., formularios pilotado, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.	-
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ej., PICOS, fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.	14-16
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.	17-18
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ej., razón de riesgos o diferencia de medias).	-
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, cuando esto es posible, incluyendo medidas de consistencia (por ej., ítem 2) para cada metaanálisis.	-
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ej., sesgo de publicación o comunicación selectiva).	27-33
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ej., análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), en el caso de que se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.	-
RESULTADOS			
Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.	18
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ej., tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.	19-24
Riesgo de sesgo en los estudios	19	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).	17-18
Resultados de los estudios individuales	20	Para cada resultado considerado en cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque (<i>forest plot</i>).	27-33
Síntesis de los resultados	21	Presentar los resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de consistencia.	-
Riesgo de sesgo entre los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).	27-33
Análisis adicionales	23	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ej., análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión [ver ítem 16]).	-
DISCUSIÓN			
Resumen de la evidencia	24	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ej., proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).	34-36
Limitaciones	25	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ej., riesgo de sesgo) y de la revisión (por ej., obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).	36
Conclusiones	26	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias, así como las implicaciones para la futura investigación.	37
FINANCIACIÓN			
Financiación	27	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ej., aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.	-

