

Article

# Entrenamiento Vibratorio Corporal Total y Rehabilitación de Enfermedades Crónicas: Una Revisión de la Literatura

Konstantina Chanou<sup>1</sup>, Vassilis Gerodimos<sup>1</sup>, Konstantina Karatrantou<sup>1</sup> y Athanasios Jamurtas<sup>1</sup><sup>1</sup>University of Thessaly, Department of Physical Education and Sport Science, Karyes, Trikala, Greece.

## RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron revisar la literatura y los hallazgos actuales acerca de los efectos del entrenamiento vibratorio corporal total (WBV) como método de entrenamiento sobre el rendimiento y su capacidad para asistir en la rehabilitación de enfermedades crónicas (condiciones neurológicas, musculoesqueléticas o metabólicas). Se realizó una búsqueda en seis bases de datos electrónicas. La combinación de términos de búsqueda utilizados incluyó WBV y condiciones neurológicas severas, condiciones musculoesqueléticas y condiciones metabólicas. Se hallaron veintiséis artículos relevantes para esta revisión que fueron incluidos para su evaluación crítica respecto de las características de la muestra, la intervención de investigación y la metodología. La mayoría de los estudios fueron llevados a cabo en pacientes que poseían condiciones neurológicas diagnosticadas ( $n = 15$ ), mientras que una menor cantidad de estudios fue realizada con pacientes que sufrían de desórdenes musculoesqueléticos ( $n = 7$ ) o metabólicos ( $n = 4$ ). Las comparaciones fueron difíciles debido a las diferentes patologías y a las diferencias en la metodología de cada estudio. Algunas de las deficiencias metodológicas observadas incluyeron limitaciones respecto de una insuficiente aleatorización, falta de homogeneidad en la muestra (variabilidad en el tamaño y la edad) y un pobre cegamiento en la mayoría de los estudios. No se pudo establecer si el WBV es más efectivo que otras intervenciones o que ninguna intervención, mientras que los efectos adicionales que podría provocar el WBV en relación a otras intervenciones no pudo asumirse. Sin embargo, el entrenamiento crónico con WBV parece solo mejorar la fuerza en pacientes con desórdenes neurológicos mientras que el equilibrio y la movilidad solo mejora en pacientes que sufren de condiciones musculoesqueléticas o metabólicas pero no de condiciones neurológicas. Si bien el WBV no probó ser más efectivo que otros métodos de entrenamiento, puede ser utilizado, en algunos casos, como un método menos fatigante y que consume menos tiempo para mejorar las capacidades físicas. Los estudios futuros deberían enfocarse en la efectividad del WBV en relación a la realización o no de un tratamiento y a la edad.

**Palabras Clave:** ejercicio, condiciones neurológicas, condiciones musculoesqueléticas, condiciones metabólicas

## INTRODUCCIÓN

El entrenamiento vibratorio corporal total (WBV) es un método de entrenamiento recientemente establecido que ha sido utilizado para mejorar el rendimiento neuromuscular en individuos saludables (Rehn et al., 2007) y en poblaciones clínicas

(Madou and Cronin, 2008; Pang et al., 2010; Wunderer et al., 2008). En el WBV, un estímulo mecánico caracterizado por oscilaciones verticales sinusoidales, es transmitido desde los pies hacia el resto del cuerpo utilizando plataformas vibratorias (Albasini et al., 2010). El efecto del WBV sobre el cuerpo humano parece depender de la interacción entre las características de la vibración, tal como el tipo de vibración [oscilación vertical alternando lado a lado (AV) vs oscilación vertical simultánea (SV) vs oscilación multidireccional], la frecuencia vibratoria (Hz), la amplitud (mm), el protocolo de ejercicio (frecuencia y duración de las sesiones, posición corporal) y las características de los sujetos (edad, sexo, estatus de entrenamiento) (Luo et al., 2005).

Los efectos a largo plazo del WBV en sujetos saludables indican que la fuerza muscular, la potencia, la capacidad de salto vertical y la flexibilidad pueden mejorarse, observándose los mayores efectos en individuos desentrenados (Rhea et al., 2009). La marcha y el equilibrio también pueden mejorarse luego de un programa de WBV en ancianos (Bautmans et al., 2005; Brogardh et al., 2010). Los efectos agudos del WBV (esto es, luego de una única sesión de WBV) son menos convincentes. Al parecer, la fuerza, la potencia y el equilibrio podrían incrementarse (Bosco et al., 1999; 2000; Jacobs and Burns, 2009; Torvinen et al., 2002a) reducirse (deRuijter et al., 2003) o permanecer sin cambios (deRuijter et al., 2003; Gerodimos et al., 2010; Torvinen et al., 2002b) dependiendo del volumen y la intensidad del ejercicio (Luo et al., 2005); mientras que la flexibilidad parece mejorar (Gerodimos et al., 2010; Jacobs and Burns, 2009).

Los mecanismos responsables de los efectos de la estimulación vibratoria no han sido claramente identificados (Mester et al., 2006). Un estímulo mecánico referido a la longitud muscular es transferido por medio de los reflejos a través de vías mono y poli-sinápticas a partir de los husos musculares y hacia el sistema nervioso central (Cardinale and Bosco, 2003) para su identificación y para la apropiada selección de la respuesta (Romaiguere et al., 1991). El denominado "Reflejo Tónico Vibratorio" parece ser responsable de diversas respuestas periféricas entre las cuales se encuentra la contracción muscular (Eklund and Hegbath, 1966); una reacción que potencialmente justificaría la mejora observada en la fuerza muscular (Wunderer et al., 2008). La excitación de los órganos tendinosos de Golgi, los responsables de registrar los cambios en la tensión muscular, activan reflejos por los cuales los músculos agonistas son forzados a relajarse y los antagonistas a contraerse (Lindsay, 1996). De esta manera, la interacción entre los músculos agonistas y antagonistas permite el movimiento adicional. La importancia clínica de la interacción previamente mencionada podría explotarse en la rehabilitación, especialmente cuando los pacientes entrenan para mantener el equilibrio estando de pie o durante la marcha (Madou and Cronin, 2008).

Así como con cualquier intervención terapéutica, el WBV posee riesgos de provocar efectos adversos para el cuerpo humano si se utiliza inapropiadamente. Sus efectos negativos luego de la exposición crónica en el marco ocupacional e industrial han sido reportados previamente (Buckle and Devereux, 2002; Gerhardsson et al., 2005; Nishiyama et al., 1998). La exposición a vibración puede calcularse utilizando el "valor estimado de la dosis de vibración" (eVDV). Este valor es estimado utilizando la dirección, la frecuencia, la magnitud y la duración de la vibración aplicada y no debería exceder el valor de 17 de acuerdo con la Organización Internacional de Estandarización (ISO, 2631-1), para que una vibración no sea considerada dañina en humanos (Merriman and Jackson, 2009).

Las opiniones respecto del uso apropiado del WBV parecen opuestas. Entre algunos investigadores, se sugiere que el WBV no es método de entrenamiento adecuado para individuos que sufren de inflamación aguda o de condiciones cardiovasculares agudas o condiciones musculoesqueléticas (Cardinale et al., 2006). Esto se debe principalmente a la limitada información científica enfocada a poblaciones clínicas y, por lo tanto, se desconocen los posibles efectos negativos que el WBV puede tener sobre dichas condiciones severas. No obstante, en los últimos años se ha tratado el uso terapéutico del WBV para los desórdenes previamente mencionados. Revisiones recientes han indicado que el WBV es un tipo de ejercicio beneficioso para pacientes con condiciones neurológicas (Madou and Cronin, 2008; Wunderer et al., 2008) así como también para pacientes con condiciones musculoesqueléticas y metabólicas.

Específicamente, la revisión de la literatura ha revelado una reducción en la espasticidad (Ahlborg et al., 2006; Schyns et al., 2009) y en los niveles de dolor (Alentorn-Geli et al., 2008; Iwamoto et al., 2005; Johnson et al., 2010; Rittweger et al., 2002) en diferentes poblaciones clínicas, luego de la exposición crónica al WBV, mientras que los resultados son menos claros respecto de la fuerza, el equilibrio, la movilidad, la marcha y el deterioro motor. Al parecer el WBV puede provocar incrementos (Gusi et al., 2010; Moezy et al., 2008; Rietschel et al., 2008) en el equilibrio, la movilidad y el deterioro motor, o provocar efectos similares a otras intervenciones (Ahlborg et al., 2006; Arias et al., 2009; Ebersbach et al., 2008; Gusi et al., 2010; Johnson et al., 2010; Schuhfried et al., 2005; Schyns et al., 2009; Van Nes et al., 2006), mientras que, respecto a la marcha, el WBV ha mostrado no provocar alteraciones (Ahlborg et al., 2006; Brogardh et al., 2010) o ha mostrado provocar efectos similares a otras intervenciones (Ebersbach et al., 2008; Schyns et al., 2009), y con respecto a la fuerza el WBV ha mostrado no provocar alteraciones (Broekmans et al., 2010; Brogardh et al., 2010; Schyns et al., 2009) o provocar incrementos (Trans et al., 2009). Sin embargo, los resultados de estudios previos deberían ser juzgados con precaución, debido a las deficiencias metodológicas y al pequeño número de estudios (Madou and Cronin, 2008; Wunderer et al., 2008). Por lo tanto, un protocolo de WBV cuidadosamente diseñado podría utilizarse para la rehabilitación y en el futuro debería valorarse su efectividad.

Los objetivos de la presente revisión fueron: reportar las condiciones clínicas en las cuales se han examinado los efectos del WBV, valorar las características de intervención de WBV utilizadas en condiciones neurológicas, musculoesqueléticas y metabólicas, y analizar los posibles efectos terapéuticos que podría provocar el WBV.

## MÉTODOS

---

Se llevó a cabo una búsqueda en seis bases de datos electrónicas (Medline, ISI Web of knowledge, Scopus, Academic Search Complete, PEDro y Google Scholar). La búsqueda de términos utilizada incluyó vibración corporal total, enfermedad de Parkinson, fibromialgia, accidente cerebro-vascular, esclerosis múltiple, displegia espástica, lesión de la columna vertebral, poliomielitis, osteoartritis, dolor en la espalda baja, desorden del ligamento cruzado anterior, diabetes, osteoporosis y fibrosis quística. Todos los resultados relacionados con vibración local, experimentos con animales, individuos saludables, niños, y vibración en relación con la industria o la ocupación fueron excluidos. Además, los resúmenes o estudios que se refirieran a estudios de casos, trabajos no publicados y temas no relacionados a condiciones neurológicas, musculoesqueléticas o metabólicas, también fueron identificados y excluidos de esta revisión.

Luego de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se hallaron 26 estudios relevantes que fueron críticamente evaluados y comparados respecto de las características de la muestra, de la intervención de investigación y de la metodología utilizada. La calidad de cada estudio fue valorada utilizando la Escala de Evidencias en Fisioterapia (PEDro, *Physiotherapy Evidence Database Scale*); una escala construida para valorar ensayos controlados, de manera que provee rápidamente la mejor evidencia para consumidores y clínicos respecto de las intervenciones en fisioterapia (Sherrington et al., 2000). Se valoraron veintidós estudios utilizando la escala PEDro, mientras que los restantes 4 no pudieron incluirse en esta valoración debido a su diseño (no contaban con grupo control). Todos los puntajes fueron obtenidos a partir de la base de datos PEDro, con la excepción de 4 estudios, que fueron evaluados por el primer autor. En base a los criterios establecidos por la Escala PEDro, cada estudio fue calificado con un puntaje entre 0 (no cumplió con ningún criterio) y 10 (cumplió con todos los criterios), (Tabla 1). Siguiendo el ejemplo de Madou et al (2008), se calculó un puntaje promedio para cada una de las tres poblaciones objetivo, así como también un puntaje total. Utilizando 5/10 como promedio, los estudios fueron clasificados como con una calidad por encima o por debajo del promedio (Madou and Cronin, 2008).

## RESULTADOS

---

### Calidad Metodológica

Dieciocho estudios fueron ensayos aleatorios controlados (RCT) mientras que 4 fueron pseudo-RCT y 4 tuvieron un diseño cuasi-experimental (sin grupo control). La calidad de estos estudios en la escala PEDro estuvo en el rango de 2 a 8 para las condiciones neurológicas con una media ( $\pm$  DE) de 5.00 (1.63), en el rango de 3 a 7 para las condiciones musculoesqueléticas con una media ( $\pm$  DE) de 5.57 (1.27), y en el rango de 4 a 5 para las condiciones metabólicas con una media ( $\pm$  DE) de 4.00 (0.71). La principal limitación en la mayoría de los estudios incluyó un pobre ocultamiento de la asignación (ítem 2) y cegamiento (ítems 4-6). Los puntajes para cada estudio se presentan en la Tabla 1.

### Sujetos

Los estudios incluidos exploraron los efectos a largo plazo del WBV en pacientes diagnosticados con condiciones musculoesqueléticas o metabólicas y los efectos agudos y a largo plazo del WBV en pacientes con condiciones neurológicas (Tabla 2). La severidad de las condiciones de los pacientes variaron entre los estudios y la edad de los individuos estuvo en el rango de los 21 a los 88 años. La mayoría de los sujetos completaron los protocolos de ejercicio. Sin embargo, hubo estudios donde algunos pacientes se retiraron del programa por razones no relacionadas a la intervención. La tasa de abandono se mencionó en la mayoría de los estudios (n = 11) no cumpliéndose con la regla del 85% en todos los casos (n = 1).

	Ítems en la Escala PEDro*										Puntaje†
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>CONDICIONES NEUROLÓGICAS</b>											
Ahlborg et al (2006)‡	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	4
Arias et al (2009)§	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	7
Broekmans et al. (2010)‡	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	6
Brogardh et al. (2010)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	-
Ebersbach et al (2008)‡	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	5
Haas et al (2006a)‡	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	6
Haas et al (2006b)§	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	3
Jackson et al (2008)‡	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	5
Ness et al (2009)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	-
Schuhfried et al (2005)‡	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	6
Schvyns et al (2009)‡	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	✓	4
Tihanyi et al (2007)‡	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	6
Turbanski et al (2005)§	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	x	2
van Nes et al (2004)§	x	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	4
van Nes et al (2006)‡	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	8
Media (DE)											5.00 (1.63)
<b>CONDICIONES MUSCULOESQUELÉTICAS</b>											
Alentorn-Geli et al(2008)‡	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	6
Alentorn-Geli et al(2009)‡	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	5
Gusi et al (2010)‡	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	7
Johnson et al (2010)‡	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	3
Moezy et al (2008)‡	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	5
Rittweger et al (2002)‡	✓	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	4
Trans et al (2009)‡	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	6
Media (DE)											5.57 (1.27)
<b>CONDICIONES METABÓLICAS</b>											
Baum et al (2007)§	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	5
Iwamoto et al (2005)‡	✓	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	4
Rietschel et al (2008)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	-
Roth et al (2008)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	-
Media (DE)											4.50 (0.71)
Media Total (DE)											5.14 (1.46)

**Tabla 1.** Calidad metodológica utilizando los puntajes obtenidos con la escala PEDro. \* Explicación de los Ítems en la Escala PEDro: 1 asignación aleatoria, 2 asignación cegada, 3 comparación inicial, 4 cegamiento de los sujetos, 5 cegamiento de los terapeutas, 6 cegamiento de los asesores, 7 seguimiento adecuado, 8 análisis intención-tratamiento, 9 comparaciones entre grupos, 10 estimaciones y variabilidad. † Criterios de la escala PEDro: Cumplido (ü), no cumplido (û), estudio no valorado (o). ‡ Valores proporcionados en el sitio Web de la escala PEDro. § Valoración del primer autor de este estudio. ||No pudo valorarse con la escala PEDro debido a su diseño.

## Protocolos

El WBV fue llevado a cabo en plataformas con oscilación AV (n = 10), SV (n = 11) o en una plataforma vibratoria multidireccional (MV), y solo en un estudio no se identificó el tipo de vibración. La duración de los protocolos de intervención varió desde una sesión (n = 7) a varias semanas (n = 19). Los parámetros de vibración difirieron de acuerdo con el tipo de vibración utilizado. Hubo estudios que utilizaron una plataforma AV donde se aplicaron bajas frecuencias, entre 2 y 12.5 Hz (n = 4), o altas frecuencias, entre 18 y 30 Hz (n = 7). Del mismo modo, para las plataformas SV se utilizaron bajas frecuencias, entre 20 y 30 Hz (n = 8), o altas frecuencias, entre 35 y 50 Hz (n = 7). Los protocolos de ejercicio fueron similares entre los estudios, en términos de diseño. Específicamente, en la mayoría de los estudios, los sujetos se colocaron en posición estática sobre la plataforma (n = 16) mientras que en algunos estudios los sujetos realizaron ejercicios sobre la plataforma (n = 3) o utilizaron una combinación de posiciones estáticas y dinámicas (n = 5). Dos estudios no presentaron información específica acerca del protocolo. Los protocolos de ejercicio incluyeron 1-5 series de ejercicio con una duración total de la sesión de entrenamiento de entre 30 s y 5 min, excepto un estudio que reportó un entrenamiento WBV de 15 min (Tablas 3, 4, 5 y 6). En la mayoría de los estudios, la asignación de los sujetos a los grupos

implicó un grupo WBV y un grupo control, mientras que seis estudios no incluyeron grupo control. El control de la intervención incluyó reposo (n = 8), ejercicios con sobrecarga (n = 6), aplicación de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS, n = 1), fisioterapia (n = 2) o mantenerse de pie sobre una plataforma no vibratoria (n = 1).

## Efectos del WBV

Los efectos del WBV se presentan de acuerdo a las condiciones de los pacientes, los cuales fueron agrupados de acuerdo a las condición que presentaban: neurológica (n = 15), musculoesquelética (n = 7) y metabólica (n = 4). Además, la condición neurológica fue agrupada de acuerdo a los efectos a largo plazo (Tabla 3) o efectos agudos (Tabla 4) del WBV, mientras que las otras dos condiciones solo involucraron los efectos a largo plazo (Tablas 5 y 6).

## Condiciones Neurológicas

La revisión de la literatura identificó un gran número de estudios llevados a cabo con pacientes a los cuales se les había diagnosticado enfermedad de Parkinson (PD), Esclerosis Múltiple (MS), accidentes cerebrovasculares, poliomielitis, parálisis cerebral (CP) y lesión de la columna vertebral (SCI).

Referencia	Diseño*	Condición†	Tamaño de la Muestra	Edad [Media (DE)]	PrD‡	F§ (Hz)	D   (min)	Control¶
<b>CONDICIONES NEUROLÓGICAS</b>								
Ahlborg et al (2006)**	RCT	CP	14	31.2 (6.0)	L	25-40	6	Ex
Arias et al (2009)††	P-RCT	PD	21	66.7 (8.4)	L	6	10	Placebo
Broekmans et al. (2010)**	RCT	MS	25	47.9 (1.9)	L	25-45	2.5	Rest
Brogardh et al. (2010)**	Q-Ex	Polio	5	64.0 (6.7)	L	25	3.75	No C
Ebersbach et al (2008)††	RCT	PD	21	73.8 (6.1)	L	25	15	PT
Haas et al (2006a)‡‡	RCT	PD	68	65.0 (7.8)	A	6±1	5	Rest
Haas et al (2006b)‡‡	P-RCT	PD	28	63.1 (7.3)	A	6±1	5	Rest
Jackson et al (2008)††	RCT	MS	15	54.6 (9.6)	A	2/26	0.5	No C
Ness et al (2009)**	Q-Ex	SCI	17	47.6 (10.2)	L	50	2-4	No C
Schuhfried et al (2005)‡‡	RCT	MS	12	47.7 (12.5)	A	2-4.4	5	TENS
Schyns et al (2009)**	RCT	MS	16	47.7 (7.4)	L	40	0.5	No C
Tihanyi et al (2007)**	RCT	ST	16	58.2 (9.4)	A	20	6	Ex
Turbanski et al (2005)‡‡	P-RCT	PD	52	69.1 (8.9)	A	6±1	5	Rest
van Nes et al (2004)††	P-RCT	ST/H	46	61.2 (10.3)	A	30	7	WBV
van Nes et al (2006)††	RCT	ST	53	58.1 (11.4)	L	30	3	Ex
<b>CONDICIONES MUSCULOESQUELÉTICAS</b>								
Alentorn-Geli et al. (2008)**	RCT	FM	24	55.0 (3.0)	L	30	4.5-18	Ex
Alentorn-Geli et al. (2009)**	RCT	FM	33	56.9 (3.3)	L	30	4.5-18	Rest
Gusi et al. (2010)††	RCT	FM	41	52.7 (11.3)	L	12.5	6-12	Rest
Johnson et al. (2010)**	RCT	TKA	16	67.8 (8.0)	L	35	2-18	Ex
Moezy et al. (2008)**	RCT	ACLS	20	23.6 (3.7)	L	30-50	4-16	PT
Rittweqer et al. (2002)††	RCT	LBP	50	51.7 (5.8)	L	18	4-7	Ex
Trans et al. (2009)§§	RCT	OA	52	60.4 (9.6)	L	25-30	3-10	Rest
<b>CONDICIONES METABÓLICAS</b>								
Baum et al. (2007)**	RCT	D	40	62.7 (5.7)	L	30-35	4	FL/ST
Iwamoto et al. (2005)††	RCT	OP	50	71.3 (8.3)	L	20	4	Rest
Rietschel et al. (2008)††	Q-Ex	CF	10	35.2 (8.3)	L	20-25	9	No C
Roth et al. (2008)††	Q-Ex	CF	8	33.0 (6.6)	L	12	6	No C

**Tabla 2.** Características de los estudios incluidos. \*Diseños: Prueba aleatoria-controlada (RCT); Pseudo-RCT (P-RCT); Cuasi-Experimental (Q-Ex). †Condiciones: Parálisis Cerebral (CP); Enfermedad de Parkinson (PD); Esclerosis Múltiple (MS); Poliomielitis (Polio); Lesión de la Columna Vertebral (SCI); Accidente Cerebro-Vascular (ST); Saludable (H); Fibromialgia (FM); (TKA); Cirugía del Ligamento Cruzado Anterior (ACLS); Dolor Lumbar (LBP); Diabetes (D); Osteoporosis (OP); Fibrosis Cística (CF); Osteoartritis (OA). ‡Duración del Programa (PrD): Largo Plazo (L); Agudo (A). § Frecuencia (F). || Duración (D). ¶ Grupo Control: Reposo (Rest); Ejercicio (Ex); Sin Grupo Control (No C); Fisioterapia (PT); Vibración Corporal Total (WBV); Flexibilidad (FL); Fuerza (ST). \*\*Plataformas que utilizan 1 WBV simultánea. ††Plataformas que utilizan WBV vertical y alternación lado a lado. ‡‡Plataformas que utilizan WBV multidireccional. §§Tipo de plataforma no identificada.

Se examinaron los efectos agudos (Tabla 4) o a largo plazo (Tabla 3) del WBV sobre el equilibrio (Arias et al., 2009; Ebersbach et al., 2008; Turbanski et al., 2005), el deterioro motor y la marcha (Ahlborg et al., 2006; Arias et al., 2009;

Ebersbach et al., 2008) y sobre la propiocepción (Haas et al., 2006b) de los pacientes diagnosticados con PD. En la mayoría de los estudios, los resultados mostraron una mejora significativa sobre los parámetros previamente mencionados, sin considerar la duración del programa, esto es una sesión (Turbanski et al., 2005; Haas et al., 2006a; 2006b) versus múltiples sesiones (Arias et al., 2009; Ebersbach et al., 2008). Además, el tipo de control utilizado en el diseño de los estudios, esto es, reposo (Turbanski et al., 2005), placebo (Arias et al., 2009) u otras intervenciones (Ebersbach et al., 2008) no exhibieron diferencias significativas en comparación con el tratamiento WBV. No obstante, no se observaron diferencias estadísticas entre los grupos estudiados, con excepción de la evaluación con los sujetos parados en tándem, en donde solo el grupo que realizó entrenamiento vibratorio exhibió una mejora significativa en comparación con el grupo control (Turbanski et al., 2005). Además, en dos estudios no se observaron efectos a largo plazo del WBV sobre el equilibrio, la movilidad (Broekmans et al., 2010; Ahlborg et al., 2006) y la marcha (Ahlborg et al., 2006). Por lo tanto, no se pueden realizar sugerencias acerca de la efectividad de la vibración en comparación con otro tipo de intervención. Además, el WBV no tuvo efectos sobre la propiocepción de la rodilla en pacientes con PD luego de una sesión de entrenamiento (Haas et al., 2006b).

Los efectos agudos y a largo plazo sobre la WBV sobre la fuerza (Broekmans et al., 2010; Jackson et al., 2008; Schyns et al., 2009), el equilibrio, la marcha y la espasticidad (Broekmans et al., 2010; Schuhfried et al., 2005; Schyns et al., 2009) fueron evaluados en pacientes diagnosticados con MS. Los resultados mostraron mejoras estadísticamente significativas tanto agudas (Jackson et al., 2008) como crónicas (Schyns et al., 2009) con la exposición al WBV aun cuando no se observaron diferencias significativas entre los grupos. Solo en el estudio de Broekmans et al. (2010) no se observaron efectos a largo plazo luego de veinte semanas de entrenamiento WBV sobre las variables mencionadas previamente. Similares resultados fueron observados sobre la marcha, el equilibrio y la movilidad en pacientes con MS, en donde no se observaron efectos (Broekmans et al., 2010) o se observaron similares efectos agudos (Schyns et al., 2009) y a largo plazo (Schuhfried et al., 2005) en comparación con la intervención de control.

Referencia	Capacidad Valorada*	Medida del Resultado†	AT‡	WBV W-G sig²	Control(s) W-G sig**	B-G sig**	Protocolo de Ejercicio**
<b>Parálisis Cerebral</b>							
Ahlborg et al (2006)	Marcha Bal & Mob Mot Imp Fuerza  Espasticidad	Caminata 6 min TUG (s) GMFM(%) CPT 30° (Nm) EPT 30° (Nm) MAS Flex Rod (puntaje) MAS Ext Rod (pntaje)	8 sem (3 d/sem)	Ø Ø ↑ Ø(WL), Ø (SL) Ø(WL), Ø (SL) Ø(WL), Ø (SL) Ø(WL), ↓ (SL)	Ø Ø Ø ↑(WL), ↑(SL) ↑(WL), Ø (SL) Ø(WL), Ø (SL) Ø(WL), Ø (SL)	-- -- -- Ø Ø -- --	V: 1-4 series, 30-110 s+ 15-120 s recup, SP Ex: 3 series, 10-15 reps+ 2 min recup, 7-10 RM
<b>Esclerosis Múltiple</b>							
Broekmans et al. (2010)	Bal & Mob  Fuerza  Resistencia	Caminata 2 min TUG (s) T-25-fWT (s) IMPT (Nm) IKPT 60° (Nm) IKPT 18°/s (J)	20 sem (5 d/sem)	Ø Ø Ø Ø(Fx), Ø(Xt) Ø(Fx), Ø(Xt) Ø(Fx), Ø(Xt)	Ø Ø Ø ↓ (Fx), Ø(Xt) Ø(Fx), Ø(Xt) Ø(Fx), Ø(Xt)	Ø Ø Ø Ø Ø Ø	V: 1-3 series, 30-60s + 120 s recup, SP, DP C: Reposo
Schyns et al (2009)	Marcha Bal & Mob Fuerza Espasticidad	Caminata 10 m (m/s) TUG (s) Fuerza Max Muscular (N) MAS Q, H (puntaje) MSSS-88 (puntaje)	8 sem (3 d/sem)	↑ para V <sub>1</sub> & V <sub>2</sub> ↑ para V <sub>1</sub> & V <sub>2</sub> Ø para V <sub>1</sub> & V <sub>2</sub> Ø para V <sub>1</sub> & V <sub>2</sub> ↓ dolor para V <sub>1</sub> , Ø para V <sub>2</sub> ↓ espasmos para V <sub>1</sub> & V <sub>2</sub> (V+Ex>Ex)	N/A N/A N/A N/A N/A N/A	Ø Ø Ø Ø -- --	30s V <sub>1</sub> : 4 sem V+Ex 2 sem reposo, 4 sem Ex V <sub>2</sub> : 4 sem Ex, 2 sem reposo, 4 sem V+Ex
<b>Enfermedad de Parkinson</b>							
Arias et al. (2009)	Bal & Mob  Mot Imp	FRT (mm) BBS (puntaje) UPDRS (puntaje)	5 sem	↑ ↑ ↓	↑ ↑ ↓	Ø Ø Ø	V: 5 series x 1 min + 1min pausa, SP PL: igual que V sin vibración
Brogardh et al. (2010)	Marcha  Fuerza	TUG (S) Caminata 6 min (s) CGS/FGS (s) IMPT (Nm) IKPT (Nm)	5 sem (2 d/sem)	Ø Ø Ø Ø Ø	N/A N/A N/A N/A N/A	N/A N/A N/A N/A N/A	10 sesiones, 40-60 s, 4-10 series, 1 min de pausa, SP. No C.
Ebersbach et al. (2008)	Marcha Bal & Mob  Mot Imp	SWS (s) TBS (puntaje) Posturografía (puntaje) UPDRS (puntaje)	3 sem/ 4 sem (5 d/sem)	↓/mantenimiento ↑/mantenimiento Ø ↓/mantenimiento	↓/mantenimiento ↑/mantenimiento Ø ↓/mantenimiento	Ø Ø Ø Ø	3 sesiones/día; 40 min PT (para V & C) 2 sesiones/día, 15 min WBV (para V)
<b>Lesión de la Columna Vertebral</b>							
Ness et al. (2009)	Marcha	Caminata 10 min (m/s)	4 semanas	Velocidad, Cadencia, SSL, WSL: ↑	N/A	N/A	4 x 45 s + 1 min pausa, SP No C
<b>Accidente Cerebro-Vascular</b>							
Van Nes et al. (2006)	Bal & Mob	BBS (puntaje) RMI (puntaje)	6 sem/ 12 sem	↑/mantenimiento ↑/mantenimiento	↑/mantenimiento ↑/mantenimiento	Ø	4 x 45 s +1 min pausa, SP.

**Tabla 3.** Efectos a largo plazo del WBV sobre las condiciones neurológicas. \*Capacidad valorada: Equilibrio y Movilidad (Bal & Mob); Deterioro Motor (Mot Imp). †Medida del Resultado: Test de Levantarse e Ir Cronometrado (TUG); Medición de la Función Motora Gruesa (GMFM); Torque Pico Concéntrico (CPT); Torque Pico Excéntrico (EPT); Escala de Ashworth Modificada (MAS); Flexores (Fx); Extensores (Xt); Caminata Cronometrada sobre 25 pies (T25-fWT); Cuádriceps (Q); Isquiotibiales (H); Escala de Espasticidad en Esclerosis Múltiple (MSSS-88); Test de Levantarse-Caminar-Sentarse (SWS); Escala de Equilibrio de Tinetti (TBS); Escala de Clasificación Unificada de Enfermedad de Parkinson (UPDRS); Test de Alcance Funcional (FRT); Escala de Equilibrio de Berg (BBS); Test de Velocidad de Marcha Confortable (CGS); Test de Marcha Rápida (FGS); Torque Pico Isométrico Máximo (IKPT); Índice de Movilidad Rivermead (RMI); ‡Momento de la Valoración (AT); días por semana (d/sem). §Vibración Corporal Total (WBV); significancia intra-grupal (W-G sig); Estadísticamente no significativo (Ø); Longitud de zancada de la pierna débil (WSL); Reducción estadísticamente significativa (↓); Longitud de zancada de la pierna fuerte (SSL); Incremento estadísticamente significativo (↑). \*\*No aplicable (N/A); No reportado (-). ††Significancia entre grupos (B-G sig). †††Protocolo de ejercicio: grupo que realizó el entrenamiento vibratorio (V); repeticiones (reps); Ejercicio (Ex); Posición Estática (SP); Posición Dinámica (DP); Sesiones por Día (ses/d); Grupo

En uno de estos estudios, se detectó una reducción en los niveles de dolor en el grupo que realizó 4 semanas de WBV más ejercicio seguidas de 4 semanas de ejercicio (V<sup>1</sup>) en comparación con el grupo que realizó 4 semanas de ejercicio seguidas

de 4 semanas de WBV más ejercicio ( $V^2$ ). Además, se observó una reducción significativa en los espasmos en ambos grupos ( $V^1$  y  $V^2$ ) con mayores mejoras durante las semanas de WBV más ejercicio (Schyns et al., 2009).

Algunos estudios han evaluado los efectos agudos y a largo plazo del WBV sobre la fuerza (Tihanyi et al., 2007), el equilibrio, la movilidad y la postura (Van Nes et al., 2006; 2004) en pacientes que habían sufrido accidentes cerebrovasculares. Los resultados relevaron mejoras significativas en la fuerza con el entrenamiento vibratorio y en comparación con el grupo control durante la exposición aguda al WBV (Tihanyi et al., 2007).

Referencia	Capacidad Valorada*	Medida del Resultado <sup>†</sup>	AT <sup>‡</sup>	WBV W-G sig <sup>§</sup>	Control(s) W-G sig <sup>¶</sup>	B-G sig <sup>  </sup>	Protocolo de Ejercicio <sup>  </sup>
<b>Esclerosis Múltiple</b>							
Schuhfried et al. (2005)	Bal & Mob	Post sw (sc)	15 min	↑ 5.8 (9.7)	↓ -1.2 (6.5)	0	V: 5 x 1 min de WBV + 1 min de pausa PL: 5 x 1 min de TENS + 1 min de pausa entre SP
			1 sem	↑ 7.0 (5.0)	↑ 0.3 (5.8)	0	
		FRT (mm)	15 min	↑ 6.3 (10.1)	↑ 3.8 (2.5)	0	
			1 sem	↑ 0.3 (40.1)	↑ -6.1 (33.1)	0	
		TUG 8s) (csc)	15 min	↑ 32.8 (71.6)	↑ 34.4 (42.0)	0	
			2 sem	↑ 7.85 (65.4)	↑ 35.3 (64.5)	0	
Jackson et al. (2008)	Fuerza	IPT (Q/H) 2 Hz (Nm)	1 min	0	N/A	0	30s, SP
			10 min	↑ 108.5 (34.4)/0	N/A	0	
			20 min	0	N/A	0	
		IPT (Q/H) 26 Hz (Nm) (csc)	1 min	0	N/A	0	
			10 min	↑ 111.5 (36.5)/0	N/A	0	
			20 min	0	N/A	0	
<b>Enfermedad de Parkinson</b>							
Haas et al. (2006a)	Mot Imp	UPDRS V <sub>1</sub> (sc)	Immed	↓ 16.8% en V <sub>1</sub>	--	0	V <sub>1</sub> : 5 x 1 min pausa (V-REST) V <sub>2</sub> : 1 min pausa + 5 x 1 min (REST-V), SP
		UPDRS V <sub>2</sub> (sc)	Immed	↓ 14.7% en V <sub>2</sub>			
Haas et al. (2006b)	Prop	KAng min av (°)	Immed	0	0	0	V: 5 x 1 min + 1 min de recup, 10 ciclos de extensión-flexión, SP V: 5 x 1 min, SP
		Kang max av (°)	Immed	0	0	0	
Turbanski et al. (2005)	Bal	Post sw NS (cm)	Immed	↓ 14.9%	↓ 7.1%	0	V: 5 x 1 min, SP
		Post sw TS (cm)		↓ 24%	0	(*)	
<b>Accidente Cerebro-Vascular</b>							
Tihanyi et al. (2007)	Fuerza	EPT Xt (Nm)	Immed	22.2%	0	(*)	V: 5 x 1 min + 1 min de pausa, SP
		IPT (Nm)		36.6%	0	(*)	
Van Nes et al. (2004)	Bal	RMS COP (m/s)	Immed	↓ Velocidad con ojos cerrados ↑ Cambio en la velocidad	0	--	V: 1 <sup>ra</sup> : BA + FE 2 <sup>da</sup> : BA + recup + WBV 4 x 45 s + 1 min de pausa, SP 3 <sup>ra</sup> : BA + recup 4 <sup>a</sup> : BA

**Tabla 4.** Efectos agudos del WBV sobre las condiciones neurológicas. \*Equilibrio y Movilidad (Bal & Mob); Deterioro Motor (Mot Imp); Propiocepción (Prop). †Inclinación postural (Post sw); Puntaje (sc); Cambio en el Puntaje (csc); Test de Alcance Funcional (FRT); Test Cronometrado de Levantarse e Ir (TUG); Torque Pico Isométrico (IPT); Cuádriceps (Q); Isquiotibiales (H); Escala Unificada de Clasificación de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS); Ángulos de la Rodilla (KAng); Promedio (av); vibración seguida de reposo ( $V^1$ ); Reposo seguido de vibración ( $V^2$ ); de pie, separación angosta (NS); de pie en posición de Tándem (TS); Torque Pico Excéntrico (EPT); Extensores (Xt); Torque Pico Isométrico (ITP); Raíz Cuadrada Media centro de presión (RMS COP). ‡Momento de la Valoración (AT); Inmediatamente (Immed). §Vibración Corporal Total (WBV); Significancia intra-grupo (W-G sig); Incremento estadísticamente significativo (↑); sin cambios significativos (0); Reducción estadísticamente significativa (↓). \*\*Significancia entre grupos (B-G sig); Diferencia significativa entre los grupos (\*); cambio no reportado (--). ††Vibración (V); Placebo (PL); Posición estática (SP); Valoración del Equilibrio (BA); Evaluación Funcional (FE).

El equilibrio también parece mejorar, sin considerar la duración del programa, aunque no se observaron diferencias entre los grupos durante la exposición crónica (Van Nes et al., 2006), mientras que no se proveyó información acerca de las diferencias entre grupos respecto de la exposición aguda (Van Nes et al., 2004).

Un estudio investigó los efectos a largo plazo del WBV sobre la fuerza, la espasticidad, la marcha, la movilidad y el deterioro motor en pacientes con CP (Ahlborg et al., 2006). Catorce sujetos fueron divididos en un grupo que realizó entrenamiento vibratorio y un grupo control que realizó ejercicio. Los resultados mostraron que el deterioro motor mejoró solo en el grupo que realizó el entrenamiento vibratorio. La espasticidad de los extensores en la pierna fuerte se redujo con la utilización de vibración en comparación con la realización de ejercicio, aunque no se reportaron diferencias significativas entre los grupos (Ahlborg et al., 2006). La fuerza mejoró solo en el grupo que realizó ejercicios con sobrecarga, aunque tampoco se identificaron diferencias entre los grupos, mientras que la marcha y la movilidad no mejoraron en ninguno de los grupos luego de ocho semanas de entrenamiento (Ahlborg et al., 2006). Sin embargo, se



debería señalar, que Ahlborg et al (2006) utilizaron la Medición de la Función Motora Gruesa para el análisis del movimiento en sus pacientes, la cual es una herramienta que solo ha sido validada para su utilización en niños (Linder-Lucht et al., 2007). Además, solo existe un estudio que ha examinado los efectos a largo plazo del WBV sobre la marcha en pacientes diagnosticados con SCI. En este estudio, diecisiete pacientes realizaron un programa de entrenamiento WBV de 4 semanas (4 series, 45 s de duración y 60 s de recuperación). Los resultados mostraron mejoras significativas en la velocidad y la cadencia de la marcha así como en la longitud de zancada de ambas piernas (Ness & Field-Fote, 2009). Además, un estudio exploró los efectos a largo plazo del WBV en cinco pacientes diagnosticados con poliomielitis, no hallándose un efecto estadísticamente significativo sobre la fuerza y la marcha luego de cinco semanas de entrenamiento (Brogardh et al., 2010). No obstante, la ausencia de un grupo control en los últimos dos estudios implica ciertos cuestionamientos hacia la metodología, por lo que los resultados deberían ser interpretados con precaución.

Referencia	Capacidad Valorada*	Medida del Resultado*	AT*	WBV W-G sig <sup>‡</sup>	Control(s) W-G sig <sup>‡</sup>	B-G sig <sup>††</sup>	Protocolo de Ejercicio <sup>‡‡</sup>
<b>Cirugía del Ligamento Cruzado Anterior</b>							
Moezy et al. (2008)	Prop	AE60° Re/UnAE30°Re/Un	12 Sem.	(*) 3.5 (1.9)/5.9 (3.4) (*) 1.9 (2.9)/4.4 (1.9)	Ø 0.4 (1.5)/0.5 (1.2) Ø 0.3 (1.6)/0.6 (1.0)	(*) (*)	C: PT por 12 semanas. V: PT + WBV 3 d/sem por 4 sem, DP
	Bal	Estabilidad Postural EO (sc) EC (sc)	(ch sc)	(*) 1.8 (1.2) (*) 3.2 (1.8)	(*) 0.2 (0.2) (*) 0.7 (0.4)	(*) (*)	
<b>Fibromialgia</b>							
Alentorn-Geli et al. (2009)	Secreción Hormonal	IGF-I (ng/mL)	Immed 6 sem	Ø Ø	Ø Ø	-- --	V: 6 reps x 6ex x 30 s + 3 min de recup. SP & DP C: Igual que V pero sin vibración.
Alentorn-Geli et al. (2008)	Dolor Fatiga Stiffness Depresión	VAS (%)	6 sem (2 d/sem)	↓ en V+Ex ↓ en V+Ex Ø Ø	Ø en Ex & C Ø en Ex & C Ø Ø	Ø en Ex & C -- en Ex & V Ø en Ex & C -- en Ex & V	V+Ex: 6 reps x 6ex + 30 s + 3min reposo/ex, SP & DP Ex: como V pero sin vibración C: No realizó Ejercicio
Gusi et al. (2010)	Bal	Post Bal (sc)	12 sem [M (CI)]	↑ 36%	Ø	(*) 0.69 (-1.1 a -0.3)	V: 6 x 30-60 s + 1 min recup., SP C: No realizó ejercicio
<b>Dolor Lumbar</b>							
Rittweger et al. (2002)	Dolor Incapacidad Depresión ROM Lumbar	VAS (%) PDI (sc) ADS (sc) Fx & Xt Lumbar (°)	24 sem. (3 d/sem)	↓ V ↓ Ex Ø en V ↑ V (Ex > V)	↓ Ex (Ex > V) ↓ Ex ↑ Ex (Ex > V)	Ø Ø -- (*)	V: 2 d/sem (1-6 sem), 1 d/sem (7-12 sem), + W, SP & DP Ex: 50 % de la fuerza máx + W
<b>Osteoartritis</b>							
Trans et al. (2009)	Fuerza	IKPT 30° (Nm)  IPT Q (Nm)  TDPH (s)	8 sem [M (CI)]	V <sub>1</sub> : ↑ 7.6 (3.5 a 11.6) V <sub>2</sub> : Ø V <sub>1</sub> vs V <sub>2</sub> : -- V <sub>1</sub> : ↑ 11.9 (1.9 a 22.0) V <sub>2</sub> : Ø V <sub>1</sub> vs V <sub>2</sub> : -- V <sub>1</sub> : ↓ -0.59 (-1.1 a -0.1)	Ø Ø Ø Ø Ø Ø	(*) -- -- -- -- --	V: (WBV). V <sub>2</sub> (Bal): 6-9 reps x 30-70 s SP C: No realizó ejercicio
<b>Artroplastia Total de la Rodilla</b>							
Johnson et al. (2010)	Fuerza Mob Dolor ROM	IPT Xt (Nm) TUG (s) VAS M/R (%) ROM R/xt (°)	4 sem (3 d/sem) (ch sc)	↑ (84.3%) ↓ (31%) ↓ / Ø ↑ 12 (6)/4 (3)	↑ (77.3%) ↓ (32%) Ø / ↓ ↑ 14 (8) / Ø	Ø Ø -- --	V: 3-5 ex, 1-3 reps, SP & DP Ex: ejercicios con sobrecarga

**Tabla 5.** Efectos a largo plazo del WBV sobre las condiciones musculoesqueléticas. \* Propiocepción (prop); Equilibrio (Bal); Rango de Movimiento (ROM); Movilidad (Mob). †Error Angular (AE); Reconstruido (Re); No Reconstruido (Un); Ojos Abiertos (EO); Ojos Cerrados (EC); Puntaje (sc); Factor de Crecimiento Tipo Insulínico 1 (IGF-1); Escala Análoga Visual (VAS); Índice de Dolor por Incapacidad (PDI); Escala de Depresión Algemeine (ADS); Flexores (Fx); Extensores (Xt); W: Pesas; Torque Pico Isocinético (IKPT); Torque Pico Isométrico (IPT); Umbral para la Detección de Movimiento Pasivo (TDPH); Test Cronometrado de Levantarse e Ir (TUG); VAS en Movimiento (VAS M); VAS en Reposo (VAS R). ‡Momento de la Valoración (AT); Cambio en el puntaje (ch sc); Inmediatamente (Immed); Días por Semana (d/sem); Media (Intervalo de Confianza) [M (CI)]. §Vibración Corporal Total (WBV); Significancia Intra-Grupo (W-G sig); Diferencia Significativa (\*); Sin Cambios Significativos (Ø); Reducción Significativa (↓); Incremento Significativo (↑); Grupo de Vibración + Ejercicio (V+Ex); Grupo Ejercicio (Ex); Grupo WBV (V<sup>1</sup>); Grupo de Vibración sobre Tabla de Equilibrio (V<sup>2</sup>). ||Grupo Control (C). ††Significancia entre Grupos (B-G sig). \*\*Fisioterapia (PT); Posición Dinámica (DP); Repeticiones (reps); Ejercicios (ex); Posición Estática (SP).

## Condiciones Musculoqueléticas

Esta revisión reveló que seis estudios valoraron los efectos a largo plazo del WBV sobre desórdenes musculoqueléticos. En estos estudios, se incluyeron diferentes condiciones patológicas con diferentes medidas de resultado (Tabla 5). Se investigaron los efectos a largo plazo del WBV en pacientes diagnosticados con fibromialgia (FM), y los resultados mostraron mejoras significativas en los puntajes de dolor y fatiga sin observarse diferencias entre grupos (Alentorn-Geli et al., 2009). Además, también se observaron mejoras estadísticamente significativas en el equilibrio dinámico (Gusi et al., 2010). No se hallaron efectos sobre el stiffness ni sobre los niveles de depresión en pacientes con FM (Alentorn-Geli et al., 2009), así como tampoco sobre la secreción de factores de crecimiento tipo insulínico (Alentorn-Geli et al., 2008).

Referencia	Capacidad Valorada*	Medida del Resultado <sup>†</sup>	AT <sup>‡</sup>	WBV W-G sig <sup>§</sup>	Control(s) W-G sig <sup>**</sup>	B-G sig <sup>**</sup>	Protocolo de Ejercicio <sup>**</sup>
<b>Fibrosis Cística</b>							
Rietschel et al. (2008)	Resp cap Mob Cap Salto	FVC (%) FEV1 (%) CRT (Ss) PJF (N)	12 sem (5 d/sem)  (ch sc)	Ø Ø ↑ -1.1 (1.6) ‡salto a 2 piernas 122 (141) Ø salto a 1 pierna	N/A N/A N/A	N/A N/A N/A	V: 3 x 3 min, 2 ses/d, SP No C
Roth et al. (2008)	Cap Resp Cap Cardio Cap Salto	FEV1 (%) Saturación de Oxígeno SBP (mmHg) DBP (mmHg) MP, MF, MV (%)	24 sem	Ø Ø Ø Ø ‡MP, ‡MF, ‡MV p/ salto a 2 piernas/ ‡MF p/ salto a 1 pierna	N/A N/A N/A N/A N/A	N/A N/A N/A N/A	V: 5 d/sem, 6 min para rango de movimiento del tórax, columna y extremidades. 3 d/sem, 6 min + pesas para la potencia muscular, DP. No C
<b>Diabetes</b>							
Baum et al. (2007)	Fuerza Secreción Hormonal Cap de Resp Cap Cardio	IPT Q (Nm) Con. Glucosa (mg/L) HR (latidos/min) OGTT (score) SBP (mmHg) DBP (mmHg)	12 sem	‡ ↓ (6.3%) Ø Ø ↓ Ø	‡en Str (14%) Ø en FI ‡en str (5.6%) Ø ‡en Str & FI ‡en Str & FI (V<FI<Str)	-- -- -- Ø (FL, Str) (*) --	V: 8 x 30s, DP STR: Ejercicios de fortalecimiento FI: Ejercicios de estiramiento
<b>Osteoporosis</b>							
Iwamoto et al. (2005)	Secreción Hormonal Densidad Ósea Dolor	ALP Sérico Ca, P LBMD (g/cm <sup>2</sup> ) Escala Facial	48 sem	↓ Ø ‡ ↓	↓ Ø ‡ ↓	Ø -- Ø (*)	ALD+V: 4 min, SP ALD: No realizó ejercicio & V

**Tabla 6.** Efectos a largo plazo del WBV sobre las condiciones metabólicas. \* Movilidad (Mob); Capacidad Respiratoria (Cap Resp); Capacidad de Salto (Cap Salto); Capacidad Cardiovascular (Cap Cardio). †Capacidad Vital Forzada (FCV); Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo (FEV<sup>1</sup>); Test de Levantarse de una Silla (CRT); Fuerza Pico en el Salto (PJF); Presión Sistólica (SBP); Presión Diastólica (DBP); Potencia Muscular (MP); Fuerza Muscular (MF); Velocidad Muscular (MV); Fuerza Isométrica Pico (IPT); Cuádriceps (Q); Concentración (con); Frecuencia Cardíaca (HR); Test Oral de Tolerancia a la Glucosa (OGTT); Fosfatasa Alcalina Sérica (ALP); Calcio (Ca); Fósforo (P); Alendronato (ALN); Densidad Mineral Ósea Lumbar (LBMD). ‡Días por semana (d/sem); Cambio en el Puntaje (ch sc). §Vibración Corporal Total (WBV); Significancia Intra Grupo (W-G sig); Sin Cambios Significativos (Ø); Incremento Significativo (‡); Reducción Significativa (↓). ||No Aplicable (N/A); Grupo que Entrenó Fuerza (Str); Grupo que Entrenó Flexibilidad (FI); Diferencia Significativa (\*). ¶Significancia entre Grupos (B-G sig); No Reportado (--). \*\*Grupo que Realizó Entrenamiento Vibratorio (V); Sesiones por Día (ses/d); Posición Estática (SP); Posición Dinámica (DP)

También se exploraron los efectos a largo plazo del WBV en pacientes con dolor lumbar (LBP) (Rittweger et al., 2002). Los resultados mostraron que la sensación de dolor así como la impresión de los pacientes acerca de su incapacidad se redujo, independientemente de la intervención (vibración vs. ejercicio). Los niveles de depresión solo mejoraron en el grupo que realizó ejercicio. El rango de movimiento a nivel lumbar se incrementó, observándose mayores valores en el grupo que realizó ejercicio en comparación con el grupo que realizó entrenamiento vibratorio. Sin embargo, se debería señalar que el grupo que realizó ejercicio fue valorado en el mismo dispositivo con el cual se realizó el entrenamiento, mientras que el grupo que realizó el entrenamiento vibratorio solo fue evaluado en este dispositivo. Por lo tanto, la familiarización pudo haber sido un factor de confusión que afectó los resultados.

Otras patologías estudiadas fueron la osteoartritis (OA) y los tratamientos quirúrgicos relevantes o la lesión del ligamento cruzado anterior (ACL). Trans et al. (2009) examinaron los efectos a largo plazo del entrenamiento vibratorio en mujeres que sufrían de OA utilizando dos plataformas diferentes: una plataforma WBV vs una plataforma de equilibrio con un dispositivo de vibración. Los resultados indicaron que la fuerza muscular se incrementó significativamente en el grupo que entrenó en la plataforma WBV mientras que la propiocepción mejoró significativamente en el grupo que realizó ejercicio en

la plataforma de equilibrio con vibración incorporada. Sin embargo, Trans et al. (2009) indicaron que los protocolos utilizados en ambos grupos estuvieron bien apareados; una presunción que podría cuestionarse debido a que se utilizaron diferentes plataformas y, por lo tanto, no puede asumirse una similitud en la dosis de ejercicio sin una investigación adicional.

Johnson et al (2010) examinaron los efectos a largo plazo del WBV luego de un protocolo de ejercicio de 4 semanas en pacientes que habían sido sometidos a una artroplastia total de rodilla (TKA) por OA. Los resultados revelaron una mejora en la fuerza y en la movilidad, independientemente del protocolo utilizado (fisioterapia más vibración o solo fisioterapia). Estos resultados indican que la vibración no resulta en mayores mejoras en relación a la utilización de fisioterapia únicamente. Además, en este estudio, el grupo que realizó solo fisioterapia exhibió una reducción en el dolor en reposo mientras que el grupo que realizó fisioterapia más vibración exhibió una reducción en el dolor durante movimientos (Johnson et al., 2010). Moezy et al. (2008) examinaron los efectos a largo plazo del WBV en atletas que habían sido sometidos a una cirugía para la reconstrucción del ACL y hallaron mejoras significativas en el equilibrio y la propiocepción cuando se combinó el WBV con fisioterapia y en comparación con la utilización de fisioterapia únicamente. En base a la información actual, no existe evidencia que indique que el entrenamiento WBV es más efectivo que la fisioterapia por si sola respecto de la fuerza, el equilibrio, la movilidad y la propiocepción en pacientes con ACL. Esto contrasta con la investigación llevada a cabo en poblaciones de adultos mayores saludables en donde el WBV parece mejorar adicionalmente el equilibrio en comparación con la fisioterapia por si sola (Bruyere et al., 2005). Además, los resultados descritos previamente no concuerdan con un gran cuerpo de investigación que indica que el WBV provoca efectos positivos sobre el equilibrio en individuos saludables (Bogaerts et al., 2007; Gusi et al., 2006; Spiliopoulou et al., 2010; Verschueren et al., 2004). Sin embargo, se debería señalar que los protocolos utilizados en poblaciones saludables difieren en términos de frecuencia y duración. Por lo tanto, mayores frecuencias y mayores duraciones podrían inducir un efecto terapéutico. Además, al diseñar un programa de ejercicios e interpretar sus resultados, se debería considerar el estilo de vida de los pacientes, el ambiente, el acondicionamiento físico previo al comienzo del programa y la influencia de otros factores tales como el uso de medicamentos, las dietas, el estado mental, etc.

### **Condiciones Metabólicas**

Solo unos pocos estudios (n = 4) han investigado los efectos a largo plazo del WBV sobre las condiciones metabólicas (Tabla 6). Específicamente, se han examinado los efectos a largo plazo del WBV en una pequeña muestra de pacientes con fibrosis quística (CF) utilizando una plataforma AV (Rietschel et al., 2008; Roth et al., 2008). Ambos estudios reportaron no haber hallado efectos del WBV sobre la función pulmonar de los pacientes. Sin embargo, Rietschel et al. (2008) halló una mejora estadísticamente significativa en la fuerza muscular, la potencia y la flexibilidad de los pacientes, y Roth et al. (2008) halló un incremento significativo en la capacidad de salto y en el rendimiento en el test de "Levantarse de la Silla". Sin embargo, se debería señalar, que ninguno de estos estudios utilizó un grupo control, haciendo que la validez metodológica de los estudios sea al menos cuestionable.

La revisión de la literatura arrojó solo un estudio que examinó los efectos a largo plazo del WBV en pacientes con diabetes tipo 2. Baum et al. (2007) asignaron a 40 pacientes a 3 grupos: (1) un grupo de entrenamiento vibratorio, que realizó ejercicio dinámico en una plataforma de vibración vertical (30-35 Hz, 2 mm) durante 12 semanas; (2) un grupo de ejercicio, que realizó ejercicios con sobrecarga; y (3) un grupo estiramiento, que realizó ejercicios de estiramiento por el mismo período de tiempo. En este estudio se halló que la fuerza muscular se incrementó en el grupo de entrenamiento vibratorio y en el grupo de ejercicio pero no en el grupo que realizó estiramientos. Además, se observó una reducción de la presión sistólica en todos los grupos, a la vez que se observó una reducción significativa de la concentración de glucosa en los grupos que realizaron entrenamiento vibratorio y ejercicios con sobrecarga.

Iwamoto et al. (2005), examinaron los efectos a largo plazo del WBV en mujeres con osteoporosis que recibían alendronato, un bifosfonato utilizado para el tratamiento de la osteoporosis. La mitad de las mujeres (n = 25) que recibían alendronato también realizaron un programa de entrenamiento de 48 semanas en una plataforma vibratoria con vibración alternada lado a lado (20 Hz, 0.7-4.2 mm). Los resultados mostraron que los niveles séricos de calcio y fósforo no fueron afectados por el WBV y que la densidad ósea de la región lumbar de la columna vertebral se incrementó en ambos grupos. Por lo tanto, se podría asumir que el WBV no fue más efectivo que el uso de alendronato por sí solo. No obstante, la baja frecuencia de ejercicios (una vez a la semana) podría ser uno de los factores responsables de los resultados previamente mencionados. Por esta razón, los futuros estudios deberían enfocarse en los parámetros de dosis-respuesta.

# DISCUSIÓN

## Calidad Metodológica

La calidad metodológica es considerada un criterio muy significativo para la inclusión o exclusión de estudios en revisiones sistemática, de manera que se provean resultados confiables. La utilización de este criterio le da un mayor respaldo a la presente revisión. La evaluación de la calidad fue llevada a cabo mediante el uso de un modelo estandarizado, la escala PEDro, propuesta como una herramienta rápida y precisa para la clínica (Maher et al., 2003).

La mayoría de los estudios revisados exhibieron una alta calidad (18 RCT y 4 pseudo-RCT). El puntaje medio obtenido con la escala PEDro estuvo por encima del promedio para las condiciones neurológicas y musculoesqueléticas pero no para las condiciones metabólicas, dando un puntaje total de  $5.14 \pm 1.46$ . Sin embargo, solo unos pocos estudios presentaron un diseño de investigación sensato, esto es, un puntaje  $\geq 7$ ; y el rigor metodológico necesario, esto es, cumplir con al menos uno de los factores asociados al cegado, en base a la escala PEDro (Arias et al., 2009; Gusi et al., 2010; Van Nes et al., 2004). Por lo tanto, la comparación entre los estudios fue compleja debido a las diferentes condiciones que han sido valoradas.

Las limitaciones metodológicas incluyeron la insuficiente aleatorización (Arias et al., 2009; Haas et al., 2006b; Turbanski et al., 2005; Van Nes et al., 2004), la falta de homogeneidad en la muestra (tamaño y variabilidad de las edades) y un pobre cegamiento (Ahlborg et al., 2006; Alentorn-Geli et al., 2009; Baum et al., 2007; Broekmans et al., 2010; Ebersbach et al., 2008; Haas et al., 2006b; Johnson et al., 2010; Rittweger et al., 2002; Trans et al., 2009; Turbanski et al., 2005; Van Nes et al., 2004). En efecto, hubo estudios en donde el tamaño de la muestra fue pequeño (Ahlborg et al., 2006; Johnson et al., 2010; Schuhfried et al., 2005; Tihanyi et al., 2007) o no se utilizó grupo control (Brogardh et al., 2010; Jackson et al., 2008; Ness and Field-Fote, 2009; Rietschel et al., 2008; Roth et al., 2008; Schyns et al., 2009), la edad de la muestra fue variable (Haas et al., 2006b; Jackson et al., 2008; Ness and Field-Fote, 2009) y hubo diferencias en la severidad de la condición (Jackson et al., 2008). Además, la mayoría de los investigadores enfrentaron complicaciones prácticas con respecto a los factores de cegamiento; esto es, la dificultad en determinar similares parámetros de intervención (frecuencia, duración) ya sea entre los grupos o entre las evaluaciones. Esta es una limitación que puede afectar negativamente los puntajes de la escala PEDro. Para cumplir con el proceso de "cegamiento", dos estudios utilizaron placebo, en donde los participantes se pararon sobre la plataforma pero sin vibración (Arias et al., 2009) o se utilizó TENS para simular la vibración (Schuhfried et al., 2005).

## Factores que Afectan los Resultados del WBV

Existe un gran número de factores identificados que podrían influenciar los efectos del WBV. Estos fueron agrupados en características de la vibración (tipo de vibración, frecuencia y amplitud de la vibración y eVDV) y características de los sujetos.

*Características del WBV:* La información referente a la dosis-respuesta de los parámetros del WBV (frecuencia, amplitud, duración, eVDV) en poblaciones patológicas es bastante limitada. En efecto, solo un estudio exploró los efectos agudos del WBV utilizando 2 Hz o 26 Hz sin hallar diferencias significativas en la fuerza de pacientes con MS entre las dos frecuencias (Jackson et al., 2008). Además, no existen estudios que hayan comparado diferentes amplitudes o duraciones en poblaciones patológicas. Incluso, el índice eVDV no ha sido examinado en ninguno de los estudios revisados, aunque su importancia ha sido remarcada en las normas ISO (Merriman and Jackson, 2009). Sin embargo, es importante señalar, que el foco de las normas ISO para la salud reposa en la exposición crónica de adultos saludables a la vibración diaria y podría, consecuentemente, tener un valor limitado cuando se valora el riesgo asociado a la exposición en poblaciones clínicas (Merriman and Jackson, 2009). Por ejemplo, existe evidencia para respaldar que el WBV, que excede los valores de seguridad mencionados previamente, puede aliviar el dolor lumbar más que causarlo. Por lo tanto, es necesario modificar los estándares ISO e incluir información sobre la vibración dentro del campo de la rehabilitación (Rittweger, 2010). A pesar del hecho de que no se han reportado efectos secundarios serios en ninguno de los estudios revisados, es esencial que los investigadores calculen el eVDV para proveer a los clínicos con información acerca de si es adecuado o no el uso del WBV en poblaciones patológicas.

El tipo de vibración utilizada durante el entrenamiento también podría considerarse como un posible factor que inflencie los efectos del WBV. En los estudios revisados, se utilizaron tres tipos de vibración: AV (n = 10), SV (n = 11) y MV (n = 4). En la literatura, solo se han identificado comparaciones entre plataformas AV y SV en poblaciones de individuos saludables. Los resultados muestran que la SV ha probado ser más efectiva que la AV respecto de la mejora del rendimiento muscular, probablemente debido a las mayores frecuencias que utilizan estas plataformas (Marin and Rhea, 2010). Similares conclusiones en poblaciones de pacientes no son fáciles de realizar. En efecto, los resultados de la presente revisión son inconsistentes, sin considerar el tipo de vibración. Específicamente, respecto de las variables

estudiadas no se han hallado efectos significativos (4SV vs 4AV) o se han hallado efectos positivos (3SV vs 2AV) o se han hallado efectos positivos sin diferencias entre los grupos (4SV vs 4A). Esta disparidad en los resultados podría atribuirse a las diferentes patologías examinadas, las diferentes variables medidas y las diferentes herramientas de valoración que han sido utilizadas para evaluar las mismas variables (e.g., equilibrio). Es posible que las diferentes patologías respondan en forma diferente al WBV por lo que, los futuros estudios que sean consistentes respecto de la utilización de las herramientas de valoración podrían proveer resultados comparables.

*Características de los Sujetos:* La utilización de WBV para propósitos terapéuticos solo ha sido examinada recientemente, siendo las condiciones neurológicas el principal foco en una población consistente de adultos jóvenes (20-34 años), adultos de mediana edad jóvenes (35-44 años), adultos de mediana edad (45-64 años) y/o adultos mayores (> 64 años) de acuerdo con la clasificación de edad de Shephard (Shephard, 1998). Es difícil extraer conclusiones respecto de los efectos del WBV en relación a la edad de la muestra. En la presente revisión, solo unos pocos estudios exploraron los efectos del WBV en grupos de edades definidas. En efecto, en la mayoría de los estudios seleccionados los grupos de edades incluyeron una combinación de sujetos de mediana edad y de adultos mayores (n = 10), mientras que solo unos pocos estudios incluyeron solamente adultos (n = 4) o adultos de mediana edad (n = 5). Ningún estudio investigó solamente pacientes ancianos. Los resultados obtenidos con estos grupos poblacionales son controversiales, habiendo estudios en los cuales no se observaron efectos (n = 3), mientras que en otros se observaron efectos estadísticamente significativos (n = 4) o efectos significativos sin diferencias entre los grupos (n = 7). Por lo tanto, es posible que la gran variación observada en la edad de la muestra en la mayoría de los estudios revisados expliquen los resultados controversiales. Debido a que el WBV parece ser más beneficioso para adultos saludables en relación con los adultos jóvenes (Vipond et al., 2008), los futuros estudios deberían enfocarse en la exploración del WBV en relación con la edad, en poblaciones patológicas.

## **Efectos del WBV**

En la actual revisión, se investigaron los efectos agudos y a largo plazo del WBV sobre condiciones neurológicas. Además, también se identificaron aquellos estudios que exploraron los efectos a largo plazo del WBV en pacientes diagnosticados con condiciones musculoesqueléticas y metabólicas. Las capacidades físicas tales como la fuerza, la marcha, el equilibrio y la movilidad han sido examinadas en estos estudios. También se han reportado los efectos sobre variables tales como la propiocepción, la espasticidad, el deterioro motor, y el rendimiento cardiovascular y respiratorio.

**Fuerza y Potencia:** No existe consenso en la literatura respecto de los efectos a largo plazo del WBV sobre la fuerza. Todos los estudios, excepto el llevado a cabo por Trans et al. (2009) utilizaron plataformas SV y reportaron no observar efectos del WBV sobre la fuerza de los pacientes (Broekmans et al., 2010; Brogardh et al., 2010; Schyns et al., 2009) o si se observaba algún efecto, este no era significativo entre los grupos (Ahlborg et al., 2006; Johnson et al., 2010). Solo en un estudio, la fuerza se incrementó sin considerar la intervención utilizada, esto es, entrenamiento con sobrecarga, entrenamiento de la flexibilidad, estiramientos o entrenamiento WBV (Baum et al., 2007). Además, en el estudio de Trans et al. (2009) la fuerza mejoró significativamente en el grupo WBV pero no en el grupo que realizó ejercicios de equilibrio, en comparación con un grupo control, aunque no se proveyó información sobre la comparación entre las intervenciones. Asimismo, Roth et al. (2008), en su estudio con pacientes CF, afirmaron haber valorado la potencia y la función pulmonar luego de dos protocolos de intervención diferentes (12 Hz y 26 Hz), los cuales fueron aplicados en el mismo período de 6 meses. Sin embargo, parece imposible distinguir la efectividad de cada protocolo sobre la potencia y la función pulmonar debido a deficiencias metodológicas. Unos pocos estudios (Jackson et al., 2008) revelaron posibles efectos agudos sobre la fuerza con la utilización de AV de alta (26 Hz) o baja (2 Hz) frecuencias solo en el grupo que realizó entrenamiento vibratorio y en comparación con el grupo que realizó ejercicio (Tihanyi et al., 2007). Por lo tanto, no pueden establecerse los efectos positivos de la exposición aguda o crónica al WBV versus otras intervenciones sobre la mejora en la fuerza. En este sentido, se requieren estudios más concisos en términos de la metodología utilizada. Además, es esencial que se realicen estudios acerca de los efectos del WBV sobre la fuerza y la potencia en diferentes poblaciones patológicas utilizando una plataforma AV. Esto surge del hecho de que la SV ha mostrado tener un mayor eVDV y una mayor transmisión de energía mecánica hacia la cabeza, provocando mayores riesgos para la salud que la AV (Abercromby et al., 2007).

**Marcha, Equilibrio y Movilidad:** Con respecto a la marcha, durante la exposición a largo plazo, no se han observado efectos o se han observado efectos positivos sin diferencias entre los grupos en pacientes con MS, SCI y PD, independientemente del tipo de plataforma y del protocolo utilizado. Sin embargo, se debería señalar que la falta de efectos podría atribuirse a la duración del programa, la cual no superó las ocho semanas. Por lo tanto, se podría asumir que la marcha no se vería afectada en una mayor medida por el WBV en comparación con otras intervenciones, durante la exposición crónica. Los estudios futuros deberían explorar los efectos del WBV sobre la marcha luego de protocolos de ejercicio de mayor duración. Además, debido a que no se han identificado estudios que valoraran los efectos agudos del WBV sobre la marcha, se deberían llevar a cabo estudios acerca de los efectos agudos del WBV sobre la marcha en pacientes con PD, MS, CP y SCI así como también en pacientes con condiciones musculoesqueléticas o metabólicas, para identificar posibles diferencias en relación a la duración del programa.

La investigación referente a los efectos a largo plazo del WBV sobre el equilibrio, la movilidad y el deterioro motor en diversas poblaciones clínicas, revelaron que, en la mayoría de los estudios, el WBV tuvo efectos similares sobre los parámetros examinados en comparación con las intervenciones alternativas (Ahlborg et al., 2006; Arias et al., 2009; Ebersbach et al., 2008; Gusi et al., 2010; Johnson et al., 2010; Schuhfried et al., 2005; Schyns et al., 2009; Van Nes et al., 2006). Esta falta de diferencias fue evidente indistintamente del tipo de vibración y de la duración del programa. Solo tres estudios (dos referidos a condiciones musculoesqueléticas y uno a condiciones metabólicas) identificaron mejoras estadísticamente significativas en el equilibrio en pacientes con FM (Gusi et al., 2010) y ACLS (Moezy et al., 2008) así como también en la movilidad en pacientes con CF (Rietschel et al., 2008). El número de estudios llevados a cabo en diversas poblaciones clínicas es bastante limitado; por lo tanto, no es claro si el WBV es más efectivo que cualquier otra intervención de ejercicio o que la condición de control. Sin embargo, en relación con equilibrio, se podría asumir que el WBV podría provocar mayores efectos positivos en las condiciones musculoesqueléticas que en las condiciones neurológicas. Asimismo, los resultados con respecto a los efectos agudos del WBV sobre el equilibrio no son claros debido a que en ocasiones el equilibrio mejoró en el grupo WBV en comparación con el grupo control, e.g., de pie en posición tándem (Turbanski et al., 2005) y hubo ocasiones en las que el equilibrio mejoró similarmente en ambos grupos (Schuhfried et al., 2005), e.g., de pie con separación angosta (Turbanski et al., 2005). Los estudios futuros en condiciones neurológicas así como también en condiciones musculoesqueléticas y metabólicas podrían proveer conclusiones más objetivas.

**Espasticidad, Dolor y Fatiga:** El WBV parece tener efectos positivos a largo plazo sobre la reducción de la espasticidad (Ahlborg et al., 2006; Schyns et al., 2009). Los limitados datos sobre este tema indican que el WBV podría ser utilizado exitosamente para reducir los espasmos musculares. El dolor también parece reducirse en condiciones tales como MS, LBP, FM, TKA y osteoporosis (Alentorn-Geli et al., 2008; Iwamoto et al., 2005; Johnson et al., 2010; Rittweger et al., 2002). Los resultados son más evidentes en condiciones tales como FM ya que la combinación de vibración y ejercicio parece tener mayores efectos que el ejercicio por sí solo (Alentorn-Geli et al., 2008). Los pocos datos sobre los efectos del WBV sobre la propiocepción, la depresión y los niveles de fatiga en pacientes que sufren de condiciones patológicas específicas así como también las diferentes deficiencias metodológicas no permiten alcanzar conclusiones sólidas. No obstante, se podría asumir que el WBV podría utilizarse como un método de entrenamiento menos fatigante y que requiere de menos tiempo, ya que parece reducir los niveles de fatiga (Alentorn-Geli et al., 2008) y producir efectos positivos en menos tiempo de entrenamiento (30 s a 15 min) que el ejercicio convencional. La presunción previa es de gran importancia clínica considerando que en la rehabilitación, los terapeutas buscan mejorar la condición física de sus pacientes con un costo mínimo de energía.

**Capacidad Respiratoria y Cardiovascular, Secreción Hormonal y Densidad Ósea:** Los efectos a largo plazo del WBV sobre la capacidad respiratoria y cardiovascular solo han sido examinados en condiciones metabólicas, en las cuales no se hallaron efectos del WBV respecto de los parámetros respiratorios (Rietschel et al., 2008; Roth et al., 2008) o cardiovasculares (Baum et al., 2007; Roth et al., 2008). Se ha observado que la presión sistólica se redujo independientemente de la intervención, con una menor mejora en el grupo que realizó entrenamiento vibratorio en comparación con otros dos tratamientos (flexibilidad y fortalecimiento) (Baum et al., 2007). Además, nada se puede asumir respecto de la secreción hormonal y de la densidad ósea. Si bien parece que existen efectos positivos del WBV sobre estos parámetros, no existe mucha evidencia para respaldar al entrenamiento vibratorio en comparación con la utilización de medicamentos (Iwamoto et al., 2005) o de otras intervenciones de ejercicio (Baum et al., 2007). Los resultados obtenidos en estudios con poblaciones saludables son similares. En efecto, los pocos datos respecto de los efectos a largo plazo del WBV sobre el sistema hormonal, han indicado un incremento en la paratohormona (Martin et al., 2009) o que no se produjeron cambios en los niveles de hormonas tales como la testosterona y el cortisol (Kvoring et al., 2006). La única excepción es la hormona del crecimiento, la cual parece exhibir una mayor respuesta debido a la combinación de entrenamiento con sobrecarga y entrenamiento WBV (Kvoring et al., 2006). También existe evidencia contradictoria respecto de la densidad ósea, la cual parece mejorar en ancianos saludables (Gusi et al., 2006; Verschueren et al., 2004), mientras que no parece alterarse en adultos jóvenes (Torvinen et al., 2003). Por lo tanto, se requieren de estudios adicionales en relación a la exposición crónica de pacientes al WBV antes de poder realizar algún tipo de conclusión.

Si bien los resultados respecto de los efectos adicionales del WBV sobre otras intervenciones son bastante claros, este no es el caso en estudios en donde no se utilizó ningún tipo de intervención. En efecto, independientemente de la duración del programa y del tipo de vibración utilizado, los resultados de algunos estudios no mostraron efectos significativos ( $n = 3$ ) o efectos positivos pero sin diferencias entre grupos ( $n = 3$ ) cuando el WBV se comparó con la situación de control en la cual no hubo intervención alguna. Resultados similares se obtuvieron en estudios con poblaciones saludables en donde no se pudieron establecer efectos positivos del WBV en comparación con la situación de control en la que no hubo intervención alguna (Bautmans et al., 2005; Cheung et al., 2007; Delecluse et al., 2005).

## CONCLUSIONES

---

En resumen, el entrenamiento WBV crónico parece solo mejorar la fuerza en pacientes con condiciones neurológicas, mientras que el equilibrio y la movilidad mejora solo en pacientes que sufren de condiciones musculoesqueléticas o metabólicas. Los efectos adicionales del WBV en relación a otras intervenciones no pueden asumirse. Los resultados respecto a la comparación con la situación de control en la que no hubo intervención alguna (el grupo de control realizó reposo) son aún menos claros. Existen estudios en los que el WBV no tuvo efectos, mientras que en otros estudios se observaron efectos similares o estadísticamente diferentes en los parámetros bajo estudio y en comparación con el grupo control, independientemente de la duración del programa y del tipo de vibración. Si bien el WBV no ha probado ser más efectivo que otros métodos de entrenamiento, se podría utilizar como un método de ejercicio seguro, menos fatigante y que consume menos tiempo en pacientes con condiciones neurológicas. Los estudios futuros deberían enfocarse en determinar si el WBV es un método de entrenamiento seguro en comparación a no utilizar ningún tratamiento, así como también su relación con la edad; esto es si los parámetros examinados responden diferencialmente al WBV de acuerdo con la edad de los participantes. El establecimiento de los aspectos metodológicos y el desarrollo de protocolos seguros y bien diseñados también debería considerarse para el establecimiento de resultados comparables.

### Puntos Clave

- El entrenamiento WBV crónico parece solo mejorar la fuerza en pacientes con condiciones neurológicas, mientras que el equilibrio y la movilidad mejora solo en pacientes que sufren de condiciones musculoesqueléticas o metabólicas.
- El WBV no ha probado ser más efectivo que otras intervenciones, a la vez que no se ha podido establecer que el WBV provoque efectos positivos en relación con la condición en la que no se utilizó ninguna intervención.
- No se pudo establecer que tipo de vibración es más efectivo.
- El WBV podría ser utilizado como una forma de ejercicio segura, menos fatigante y que consume menos tiempo para pacientes con condiciones neurológicas y en lugar de otros tipos de intervenciones más demandantes.

### Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer al editor de la sección y los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias.

## REFERENCIAS

---

1. Ahlborg, L., Andersson, C. and Julin, P (2006). Whole body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine* 38, 302-308
2. Albasini, A., Krause, M. and Rembitzki, I (2010). Using Whole Body Vibration in Physical Therapy and Sport. *Edinburgh: Churchill Livingstone*
3. Alentorn-Geli, E., Padilla, J., Moras, G., Lazaro-Haro, C. and Fernandez-Sola, J (2008). Six Weeks of Whole-Body Vibration Exercise Improves Pain and Fatigue in Women with Fibromyalgia. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 14, 975-981
4. Alentorn-Geli, E., Moras, G., Padilla, J., Fernandez-Sola, J., Bennett, R. M., Lazaro-Haro, C. and Pons, S (2009). Effect of Acute and Chronic Whole-Body Vibration Exercise on Serum Insulin-Like Growth Factor-1 Levels in Women with Fibromyalgia. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 115, 573-578
5. Abercromby, A.F., Amonette, W.E., Layne, C.S., McFarlin, B.K., Hinman, M.R. and Paloski, W.H (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole body vibration training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 339, 1794-1800
6. Arias, P., Chouza, M., Vivas, J. and Cudeiro, J (2009). Effect of whole body vibration in Parkinson's disease: A Controlled Study. *Movement Disorders* 24, 891-898
7. Baum, K., Votteler, T. and Schiab, J (2007). Efficiency of vibration exercise for glycemic control in type 2 diabetes patients. *International Journal of Medical Sciences* 4, 159-163
8. Bautmans, I., Van Hees, E., Lemper, J. C. and Mets, T (2005). The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatrics* 5, 17-20
9. Bogaerts, A., Verschueren, S., Delecluse, C., Claessens, A.,L. and Boonen, S (2007). Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. *Gait and Posture* 26, 309-316
10. Bosco, C., Colli, R., Intorini, E., Cardinale, M., Tarpela, O., Madella, A., Tihanyi, J. and Viru, A (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology* 19, 183-187

11. Bosco, C., Lacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A. and Viru, A (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology* 81, 449-454
12. Broekmans, T., Roelants, M., Alders, G., Feys, P., Thijs, H. and Eijnde, B.O (2010). Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and function in persons with multiple sclerosis. *Journal of Rehabilitation Medicine* 42, 866- 872
13. Brogardh, C., Flansbjerg, U.B. and Lexell, J (2010). No effects of whole-body vibration on muscle strength and gait performance in persons with late effects of polio: A pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 91, 1474-1477
14. Bruyere, O., Wuidart, M.A., di Palma, E., Gourlay, M., Ethgen, O., Richey, F. and Reginster, J.Y (2005). Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 86, 303-307
15. Buckle, P.W. and Devereux, J.J (2002). The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics* 33, 207-217
16. Cardinale M. and Bosco C (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 31, 3-7
17. Cardinale, M., Leiper, J., Erskine, J., Milroy, M. and Bell, S (2006). The acute effects of different whole body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men: a preliminary study. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 26, 380-384
18. Cheung, W., Mok, H., Oin, L., Sze, P., Lee, K. and Leung, K (2007). High- frequency whole- body vibration improves balancing ability in elderly women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 88, 852-857
19. Delecluse, C., Roelants, M, Diels, R. and Verschueren, S (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine in Science and Sports Exercise* 35, 1033-1041
20. Delecluse, C., Roelants, M, Diels, R., Koninckx, E. and Verschueren, S (2005). Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *International Journal of Sports Medicine* 26, 662-668
21. De Ruiter, C., van der Linden, R., van der Zijden, M., Hollander, A. and de Haan, A (2003). Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric extensor force and rate of force rise. *European Journal of Applied Physiology* 88, 472-475
22. Ebersbach, G., Edler, D., Kaufhold, O. and Wissel, J (2008). Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 89, 399-403
23. Eklund, G. and Hegbath, K., E (1996). Normal variability of tonic vibration reflex. *Experimental Neurology* 16, 80-92
24. Gerhardsson, L., Balogh, I., Lambert, P.A., Hjortsberg, U. and Karlsson, J.E (2005). Vascular and nerve damage in workers exposed to vibrating tools. The importance of objective measurements of exposure time. *Applied Ergonomics* 33, 55-60
25. Gerodimos, V., Zafeiridis, A., Karatrantou, K., Vasilopoulou, T., Chanou, K. and Pispirikou, E (2010). The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance. *Journal of Science and Medicine in Sport* 13, 438-443
26. Gusi, N., Raimundo, A. and Leal, A (2006). Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 7, 92-80
27. Gusi, N., Parraca, J.A., Olivares, P.R., Leal, A. and Adsuar, J.C (2010). Tilt vibratory exercise improves the dynamic balance in fibromyalgia: a randomized controlled trial. *Arthritis Care and Research* 62, 1072-1078
28. Haas, C.T., Turbanski, S., Kessler, K. and Schmidtbleicher, D (2006). The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *Neurorehabilitation* 21, 29-36
29. Haas, C.T., Buhmann, A., Turbanski, S. and Schmidtbleicher, D (2006). Proprioceptive and sensorimotor performance in Parkinson's disease. *Research in Sports Medicine* 14, 273-287
30. Iwamoto, J., Takeda, T., Sato, Y. and Uzawa, M (2005). Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover and chronic back pain in post-menopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clinical and Experimental Research* 17, 157-163
31. Jackson, K.J., Merriman, H.L., Vanderburgh, P.M. and Braehler, C.J (2008). Acute effects of whole-body vibration on lower extremity muscle performance in persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurological Physical Therapy* 32, 171-176
32. Jacobs. P.L. and Burns, P (2009). Acute enhancement of lower extremity dynamic strength and flexibility with whole-body vibration. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 51-57
33. Johnson, A.W., Myrer, W., Hunter, I., Feland, J.B., Hopkins T.J., Draper, D.O. and Eggett, D.L (2010). Whole body vibration strengthening compared to traditional strengthening during physical therapy in individuals with total knee arthroplasty. *Physiotherapy Theory and Practice* 26, 215-225
34. Kvorning, T., Bagger, M., Caserotti, P. and Madsen, K (2006). Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *European Journal of Applied Physiology* 96, 615-625
35. Linder-Lucht, M., Othmer, V., Walther, M., Vry, J., Michaelis, U., Stein, S., Weissenmayer, H., Krinthenberg, R. and Mall, V (2007). Validation of the Gross Motor Function Measure for Use in Children and adolescents with traumatic brain injuries. *Pediatrics* 120, 880-886
36. Lindsay D.T (1996). Functional human anatomy. *Mosby Publications*
37. Luo, J., McNamara, B. and Moran, K (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine* 35, 23-41
38. Madou, K.H. and Cronin, J.B (2008). The effects of whole body vibration on physical and physiological capability in special populations. *Hong Kong Physiotherapy Journal* 26, 24-38
39. Maher, C.G., Sherrington, C., Herbert, R.D., Moseley, A.M. and Elkins, M (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy* 83, 713-721
40. Marin, P. and Rhea, M (2010). Effects of vibration training on muscle strength: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 871-878
41. Martín, G., de Saa, Y., Da Silva-Grigoletto, M.E., Vaamonde, D., Sarmiento, S. and García-Manso, J.M (2009). Effect of whole body



- vibration (WBV) on PTH in elderly subjects. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte 2*, 1-6
42. Merriman, H. and Jackson, K (2009). The effects of whole-body vibration training in aging adults: a systematic review. *Journal of Geriatric Physical Therapy 332*, 134-145
  43. Mester, J., Kleinoder, H. and Yue, Z (2006). Vibration training: benefits and risks. *Journal of Biomechanics 39*,1056-1065
  44. Moezy, A., Olyaei, G., Hadian, M., Razi, M. and Faghihzadeh, S (2008). A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine 42*, 373-385
  45. Ness, L.L. and Field-Fote, E.C (2009). Whole-body vibration improves walking function in individuals with spinal cord injury: A pilot study. *Gait and Posture 30*, 436-440
  46. Nishiyama, K., Taoda, K. and Kitahara, T (1998). A decade of improvement in whole-body vibration and low back pain for freight container tractor drivers. *Journal of Sound and Vibration 215*, 635-642
  47. Pang, M.Y.C (2010). Whole body vibration therapy in fracture prevention among adults with chronic disease. *World Journal of Orthopedics 1*, 20-25
  48. Rehn, B., Lidstrom, J., Skoglund, J. and Lindstrom, B (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports 17*, 2-11
  49. Rhea, M.R., Bunker, D., Marín, P.J. and Lunt, K (2009). Effect of iTonic whole-body vibration on delayed-onset muscle soreness among untrained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research 23*, 1677-1682
  50. Rietschel, E., van Koningsbruggen, S., Fricke, O., Semler, O. and Schoenau, E (2008). Whole body vibration: a new therapeutic approach to improve muscle function in cystic fibrosis?. *International Journal of Rehabilitation Research 31*, 253-256
  51. Rittweger, J (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology 108*, 877-904
  52. Rittweger, J., Just, K., Kautzsch, K., Reeg, P. and Felsenberg, D (2002). Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise. *Spine 27*, 1829-1834
  53. Romaiquere, P., Vedel, J.P., Azulay, J.P. and Pagni S (1991). ) Differential activation of motor units in the wrist extensor muscles during the tonic vibration reflex in man. *Journal of Physiology 444*, 645-667
  54. Roth, J., Wust, M., Rawer, R., Schnabel, D., Armbrrecht, G., Beller, G., Rembitzki, I., Wahn, U., Felsenberg, D. and Staab, D (2008). Whole body vibration in cystic fibrosis - a pilot study. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interaction 8*, 179-187
  55. Schuhfried, O., Mittermaier, C., Jovanovic, T., Pieber, K. and Paternostro-Sluga, T (2005). Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clinical Rehabilitation 19*, 834-842
  56. Schyns, F., Paul, L., Finlay, K., Ferguson, C. and Noble, E (2009). Vibration therapy in multiple sclerosis: a pilot study exploring its effects on tone, muscle force, sensation and functional performance. *Clinical Rehabilitation 23*, 771-781
  57. Sherrington, C., Herbert, R.D., Maher, C.G. and Moseley, A.M (2000). PEDro. A database of randomised trials and systematic reviews in physiotherapy. *Manual Therapy 5*, 223-226
  58. Shephard, R.J (1998). Aging and exercise. In: *Encyclopedia of Sports Medicine and Science. Ed: Fahey, T.D. Internet Society for Sport Science. Available from URL: <http://sportsci.org>*
  59. Spiliopoulou, S.I., Amiridis, I.G., Tsigganos, G., Economides, D. and Kellis, E (2010). Vibration effects on static balance and strength. *International Journal of Sports Medicine 31*, 610-616
  60. Tihanyi, T.K., Horvath, M., Fazekas, G., Hortobagyi, T. and Tihanyi, J (2007). One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. *Clinical Rehabilitation 21*, 782-793
  61. Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L.N., Oja, P. and Vuori, I (2002). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clinical Physiology and Functional Imaging 22*, 145-152
  62. Torvinen, S., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S. and Kannus, P (2002). Effect of a 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomised cross-over study. *International Journal of Sports Medicine 23*, 374-379
  63. Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L.N., Oja, P. and Vuori, I (2003). Effect of 8-month vertical whole-body vibration on bone, muscle performance and body balance. Randomized cross-over study. *Journal of Bone and Mineral Research 18*, 876-884
  64. Trans, T., Aaboe, J., Henriksen, M., Christensen, R., Bliddal, H. and Lund, H (2009). Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *The Knee 16*,256-261
  65. Turbanski, S., Haas, C.T., Schmidtbleicher, D., Friedrich, A. and Duisberg, P (2005). Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's Disease. *Research in Sports Medicine 13*, 243-256
  66. Van Nes, I.J.W., Latour, H., Schils, F., Meijer, R., van Kuijk, A. and Geurts, A.C.H (2006). Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke a randomized, controlled trial. *Stroke 37*, 2331-2335
  67. Van Nes, I.J., W., Geurts, A.C.H., Hendricks, H.T. and Duysens, J (2004). Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients. preliminary evidence. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation 83*, 867-873
  68. Verschuere, S.M.P., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschuere, D. and Boonen, S (2004). Effect of 6-month whole-body vibration training on hip density, muscle strength and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *Journal of Bone and Mineral Research 19*, 352-359
  69. Vipond, N., Knowles, G. and Hall, G (2008). ACC evidence based review: Whole body vibration training. *Accident Compensation Corporation*
  70. Wunderer, K., Schabrun, S.M. and Chipchase, L.S (2008). The effect of whole-body vibration in common neurological conditions - a systematic review. *Physical Therapy Reviews 13*, 434-442

## **Cita Original**

Konstantina Chanou, Vassilis Gerodimos, Konstantina Karatrantou and Athanasios Jamurtas. Whole-Body Vibration and Rehabilitation of Chronic Diseases: A Review of the Literature. *Journal of Sports Science and Medicine* (2012) 11, 187 - 200