

Vibroterapia: efectos sobre fuerza, equilibrio y grafomotricidad en el Síndrome de Down. A propósito de un caso

Vibrotherapy: effects on strength, balance and graphomotricity in Down syndrome. A case study

Berlanga-Velasco C^a, Alguacil-Diego IM^b, Cano-De-la-Cuerda R^b, Molina-Rueda F^b, Monge-Pereira E^b

^a Hogar Don Orione. Centro para Personas con Discapacidad Intelectual. Pozuelo de Alarcón. Madrid, España

^b Laboratorio de Análisis del Movimiento, Biomecánica, Ergonomía y Control Motor (LAMBECOM) del Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Rey Juan Carlos. Alcorcón. Madrid, España.

Correspondencia:

Cristina Berlanga Velasco
cberlangavelasco@gmail.com

Recibido: 10 mayo 2019
Aceptado: 17 octubre 2019

RESUMEN

Introducción: las personas con Síndrome de Down (SD) presentan déficits sensoriales y de control motor que generan dificultades en su desempeño funcional. *Objetivo y presentación del caso:* el objetivo del presente estudio fue analizar los efectos a corto plazo de dos sesiones con vibroterapia de cuerpo entero (WBV *Whole Body Vibration*) en cuanto a equilibrio, grafomotricidad y fuerza en un participante con SD, y determinar qué frecuencia de tratamiento es más efectiva. Se emplearon el Test de Alcance Funcional y la Posturografía Dinámica Computarizada para valorar cambios en cuanto al equilibrio, y una prueba de grafomotricidad y dinamometría manual para determinar variaciones en la escritura y la fuerza muscular, respectivamente. *Resultados:* se obtuvieron resultados clínicamente relevantes, así como diferencias dependiendo de la frecuencia de intervención utilizada, destacando cambios positivos en el equilibrio y la fuerza muscular tras la intervención a 6 Hz, y una mejora en el trazo tras la intervención a 3 Hz. *Conclusiones:* se obtuvieron efectos inmediatos y clínicamente relevantes tras la aplicación de WBV, así como diferencias en los resultados según la frecuencia de intervención utilizada. Los resultados más relevantes se lograron tras la sesión de intervención a 6 Hz.

Palabras clave: síndrome de Down, equilibrio, fuerza, grafomotricidad, vibroterapia, posturografía dinámica.

ABSTRACT

Introduction: people with Down Syndrome (DS) present sensorial and motor control deficits that generate difficulties in their functional performance. *Case presentation and aim:* the aim of the present study was to analyze the short-term effects of two intervention sessions with Whole Body Vibration (WBV) in terms of balance, graphomotor skills and strength in a participant with DS, and determine which frequency is more effective. The Functional Reach Test and Computerized Dynamic Posturography were used as a result to evaluate changes in balance, and a graphomotor test and manual dynamometry to determine variations in writing and muscle strength, respectively. *Results:* clinically relevant results were obtained, as well as differences between the frequency of intervention used, highlighting positive changes in muscle strength and balance after the intervention at 6 Hz and an improvement in the stroke after the intervention at 3 Hz. *Conclusions:* immediate and clinically relevant effects

were found after a single session of WBV, as well as differences in the results according to the frequency of intervention used. The most relevant results were achieved after the intervention session at 6 Hz.

Key words: Down Syndrome, postural balance, muscle strength, graphomotor skills, Whole Body Vibration, dynamic posturography.

INTRODUCCIÓN

El síndrome de Down (SD) es un trastorno genético causado por la presencia de una copia extra del cromosoma 21 (o una parte del mismo), que presenta una expresión fenotípica variable característica con gran hipotonía y laxitud ligamentosa, microcefalia y occipital aplastado, cuello corto, ojos almendrados, hendiduras palpebrales oblicuas, nariz y boca pequeñas, protusión lingual, orejas pequeñas con hélix plegado y ausencia de lóbulo, braquidactilia y clinodactilia, signo de la sandalia y retraso mental que se asocia a diferentes grados de discapacidad. Se ha demostrado que algunas de estas características fenotípicas así como alteraciones ortopédicas frecuentes, generan inestabilidad postural y déficit en los sistemas sensoriales y de control motor para el desarrollo de tareas. Los grados de fuerza muscular en población con SD comparados con población sana son más bajos, aunque comparando la masa muscular, no se hallan diferencias significativas durante la infancia. Además, en edad adulta presentan un mayor balanceo medio-lateral, menor desplazamiento del centro de gravedad (CDG) durante el movimiento funcional y mayor rigidez postural⁽¹⁾.

La vibroterapia de cuerpo entero (*Whole Body Vibration*, WBV) es considerada una modalidad de ejercicio suave que depende de las respuestas automáticas del cuerpo. Varios autores han descrito protocolos de intervención con WBV en población con SD, obteniendo mejoras en condiciones de composición corporal (disminución de grasa corporal y tendencia al aumento de la masa muscular)⁽²⁾, densidad ósea⁽³⁾, equilibrio⁽⁴⁾, fuerza muscular⁽⁵⁾, *genu recurvatum* y funcionalidad de la marcha⁽³⁾.

Considerando las múltiples combinaciones que son utilizadas para la WBV, así como las características propias de la población diana, existen múltiples protocolos descritos de WBV, por lo que consideramos relevante observar resultados tras la aplicación de diferentes fre-

cuencias de intervención para determinar los efectos que generan, y abrir nuevas líneas de investigación con protocolos bien diseñados.

Los objetivos del presente estudio fueron: 1. Analizar si la WBV tiene efectos a corto plazo tras una intervención única respecto a parámetros de equilibrio, grafomotricidad, y fuerza muscular en un participante con SD; y 2. Determinar a qué frecuencia de intervención se obtienen resultados clínicamente relevantes para dichos parámetros.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Varón de 30 años, diagnosticado de SD, con una discapacidad del 68 %, seleccionado del Centro Residencial para Personas con Discapacidad Intelectual Hogar Don Orión, Pozuelo de Alarcón, Madrid. El participante y sus tutores fueron informados sobre los objetivos y procedimientos del estudio, obteniéndose el consentimiento informado. El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki de 1961 (revisión de Brasil en 2013) y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Rey Juan Carlos.

Medidas de evaluación

- Test de alcance funcional (*Functional Reach*, FR)⁽⁶⁾: medida de equilibrio, definida como la diferencia en centímetros del alcance delantero máximo, usando una base fija de apoyo.
- Prueba de grafomotricidad. Dada la inexistencia de test validados para evaluar las habilidades grafomotoras en población con SD, se tomó como referencia el estudio de Haas y cols.⁽⁷⁾, en el que se midieron las diferencias de temblor basal, legibilidad y escritura tras la aplicación de WBV en pacientes con enfermedad de Parkinson, observando la diferencia de medidas cuan-

titativas y cualitativas, pre y post intervención con WBV. Para la valoración cuantitativa se realizó una medición de la longitud total de la firma y del tiempo empleado en elaborar la firma del participante, además de una observación cualitativa del trazo. No se facilitó ninguna instrucción al participante que pudiera alterar los resultados de la prueba, utilizándose una plantilla similar para cada intervención, el mismo mobiliario y el mismo bolígrafo en posición de sedestación estable.

- Dinamometría manual: empleando el dinamómetro *Lafayette Manual Muscle Tester*, modelo 01163, se realizaron mediciones para extensores y flexores de rodilla, y abductores de cadera, repitiéndose la medida tres veces en cada intervención, para cada grupo muscular y en ambos miembros inferiores, obteniendo el promedio de los valores obtenidos para fuerza máxima muscular y para el valor *peak*. Stemmons y cols.⁽⁸⁾ demostraron que la dinamometría manual es una herramienta fiable para medir fuerza muscular isométrica en niños con SD.
- Posturografía Dinámica Computerizada (PDC) (figura 1). Se seleccionaron el test de control motor



FIGURA 1. Prueba de posturografía, Smart Equitest® (NeuroCom).

(*Motor Control Test*, MCT) y el test de organización sensorial (*Sensory Organization Test*, SOT). La PDC es un conjunto de test que estudian y cuantifican el control postural del individuo a través de los movimientos del centro de presiones mediante el uso de plataformas dinamométricas. Permite conocer la habilidad que tiene el sujeto para utilizar la información somatosensorial, vestibular y visual, la contribución relativa de cada una de éstas al equilibrio global y la habilidad para adaptarse a situaciones sensoriales conflictivas⁽⁹⁾. El equipo de PDC empleado fue el *Smart Equitest®*, Versión 8.2 (NeuroCom International Inc, Clackamas, Oregón, EE. UU.). Las diferencias entre pruebas menores a un 6,83 % podrían ser debidas al efecto del aprendizaje del uso del posturografo y no al efecto de mejoría de la intervención⁽¹⁰⁾.

- MCT: permite valorar la capacidad del sujeto para recuperar de forma refleja el control postural ante seis estímulos externos, mediante el desplazamiento antero-posterior de la superficie de apoyo a diferentes velocidades⁽⁹⁾. Se seleccionaron los resultados para las pruebas «Peso-simetría» y «Latencia» (LAT). El valor de latencia global (LAT) expresa el tiempo (ms) que tarda el sujeto en reaccionar al desequilibrio. Una reducción del mismo supone que el tiempo transcurrido entre el desequilibrio y la reacción refleja del cuerpo al desequilibrio es menor, promoviendo una reacción más rápida de respuesta.
- SOT: indica cuál de los sistemas sensoriales implicados en el mantenimiento del equilibrio es el responsable de la estabilidad del sujeto, así como su capacidad para mantenerse estable con informaciones sensoriales erróneas y/o reducidas. Informa además de la estrategia (tobillo/cadera) empleada para mantener el equilibrio⁽¹¹⁾. Se seleccionaron del SOT los resultados obtenidos para los test de equilibrio, estrategia y análisis sensorial. Para valorar el equilibrio global, el sistema obtiene los resultados de cada condición individual y calcula una puntuación media para todas las condiciones, expresado como el valor compuesto (COMP). En la estrategia, si los valores se acercan a 100 implicará mejor

equilibrio y una predominancia de ajustes posturales mediante estrategias de tobillo, y si los valores se acercan a 0 mayor posibilidad de caída y utilización de estrategias de cadera. En nuestro estudio, se realizó un promedio obteniendo un punto de referencia en relación a la estrategia global. El análisis sensorial proporciona puntuaciones relacionadas con los sistemas sensoriales específicos: somatosensorial, visual, vestibular y preferente visual. Para calcular estos valores se emplea el promedio obtenido para cada condición y se aplican las fórmulas que refiere el manual del posturografo⁽¹⁰⁾.

Protocolo de intervención

El protocolo de intervención se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis del Movimiento, Biomecánica, Ergonomía y Control Motor (LAMBECOM) de la Universidad Rey Juan Carlos (Alcorcón), realizándose las pruebas siempre por la mañana y en el mismo orden, con el fin de reducir sesgos en la metodología. Se planearon dos intervenciones en días distintos, con una semana de limpieza entre ambas. Las frecuencias utilizadas fueron: 3 Hz el primer día y 6 Hz el segundo, en un protocolo de 5 series de un minuto de WBV seguido de 30 s de descanso; con una amplitud de 3 milímetros, y dejando 5 min de descanso entre las evaluaciones (pre/post) y la intervención con WBV. Se realizó previamente un entrenamiento para el seguimiento de instrucciones en las pruebas FRT y dinamometría, habituando al paciente a las posiciones y comandos verbales, no realizándose experiencias previas con la PDC.

La exposición a la WBV se realizó sobre la plataforma vibratoria mecánica *SRT Zeptoring*® (Scisens GmbH, Frankfurt, Germany) (figura 2).

Se solicitó al participante el mantenimiento de la posición de *squat* durante el tiempo del estímulo vibratorio. Debido al grado de discapacidad del participante, se facilitó el apoyo lateral para aumentar su seguridad durante la intervención, siendo necesario proporcionar frecuentemente órdenes verbales para el mantenimiento de la posición.

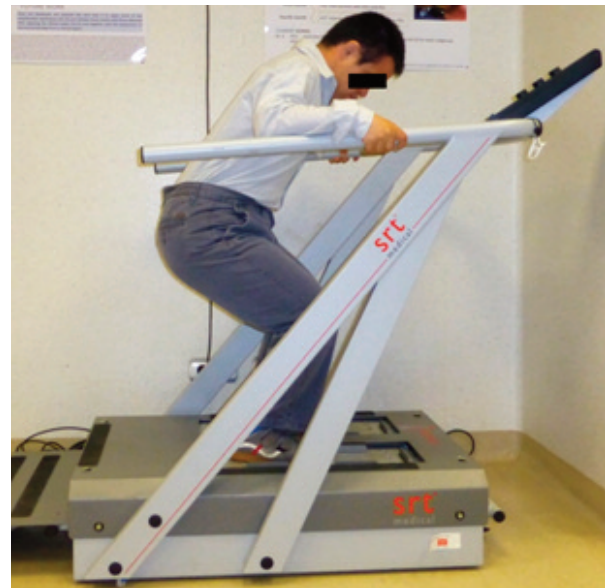


FIGURA 2. Sesión de vibroterapia, posición de *squat*; SRT Zeptoring®

RESULTADOS

Como síntesis de los principales resultados obtenidos (tabla 1) debemos destacar que para la prueba de alcance funcional, no se hallaron resultados positivos tras la intervención a 3 Hz, obteniéndose tras la intervención a 6 Hz, con un incremento del 42,40 %. En la prueba de grafomotricidad, para el cronometraje de la realización de la firma, se obtuvieron resultados positivos tras la intervención a 3 Hz, produciéndose una mejora del 2,76 %. En la longitud de la firma, se hallaron resultados positivos tras ambas intervenciones, produciéndose un resultado mayor tras la intervención de 3 Hz, con un porcentaje de mejora del 10,14%. Para la valoración cualitativa se pudo observar tras ambas intervenciones una mayor oscilación en el trazo, superior tras la intervención a 6 Hz (tabla 2).

En cuanto a la dinamometría, el participante obtuvo resultados positivos tras ambas intervenciones en relación a los parámetros de fuerza muscular (kg), siendo los resultados tras la intervención a 6 Hz los de mayor relevancia, con un incremento global (para todos los grupos musculares) del 41,87 %. El valor *peak* (s) mejoró tras ambas intervenciones, aunque el mejor valor se obtuvo tras la intervención a 6 Hz con un 25,96 % de diferencia.

TABLA 1. Resumen de resultados.

Prueba	PRE	POST	% DIF	PRE	POST	% DIF
	3 Hz	3 Hz	3 Hz	6 Hz	6 Hz	6 Hz
FRT	28,67	24,77	-13,60	18,94	26,97	42,40
DINA- FUERZA	2,9	3,45	18,96	2,89	4,1	41,87
DINA- PEAK	4,42	5,55	25,56	4,43	5,58	25,96
MCT- SIM	66,5	47	-28,87	68	80,75	18,74
MCT- LAT	136	134	-1,47	125	0	-100
SOT1	93,00	93,67	0,72	92,00	93,34	1,45
SOT2	91,67	94,00	2,54	95,34	88,34	-7,34
SOT3	86,67	91,00	4,99	93,67	90,00	-3,91
SOT4	67,34	80,00	18,80	86,34	85,67	-0,77
SOT5	17,00	9,34	-45,05	52,00	47,00	-9,61
SOT6	33,67	62,67	86,13	67,67	69,34	2,46
SOT- COMP	57	66	15,78	78	76	-2,56
SOT- ESTRATEGIA	79,78	80,17	0,48	80,50	85,90	6,70
SOT- SOM	98,56%	100,35%	1,81	103,64%	94,64%	-8,68
SOT- VIS	72,40%	85,40%	17,95	93,85%	91,78%	-2,19
SOT- PREF	110,73%	148,71%	34,29	109,51%	117,73%	7,51
SOT- VEST	18,27%	9,97%	-45,42	56,53%	50,35%	-10,91
GRAF- TIEMPO	55,37	53,84	-2,76	44,42	46,25	4,11
GRAF- LONGITUD	6,9	6,2	-10,14	6,9	6,4	-7,25

DIF: Valores expresados en medias y diferencia de medias. **FRT:** Test Alcance Funcional (**FRT**).

DINA: prueba de dinamometría. **PEAK:** tiempo en alcanzar el pico de intensidad en contracción isométrica.

MCT: Test de Control Motor. **SIM:** simetría. **LAT:** latencia global. **SOT:** test de organización sensorial.

SOT1 (C1): condición 1 test de organización sensorial. **SOT2 (C2):** condición 2 test de organización sensorial.

SOT3 (C3): condición 3 test de organización sensorial. **SOT4 (C4):** condición 4 test de organización sensorial.

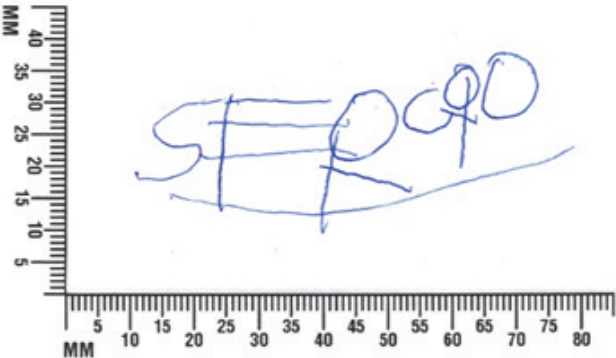

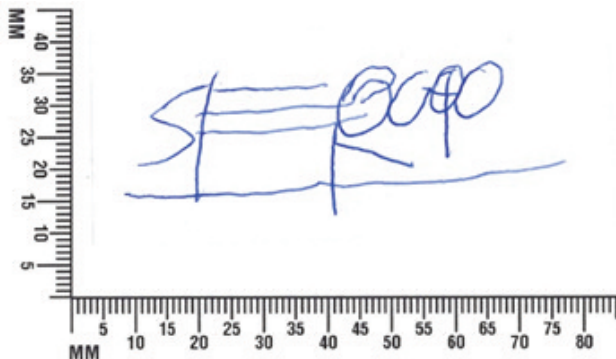
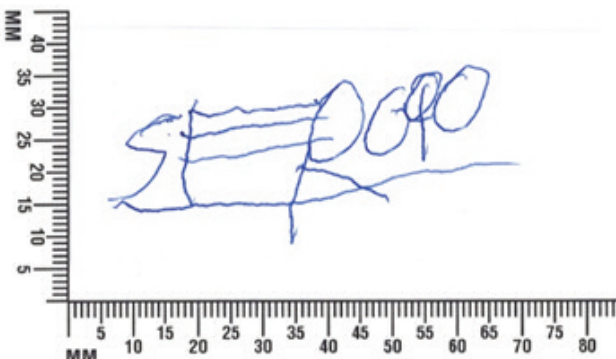
SOT5 (C5): condición 5 test de organización sensorial. **SOT6 (C6):** condición 6 test de organización sensorial.

COMP: equilibrio global. $[(SOT2/SOT1)100]$ (**SOM**): cociente somatosensorial.

$[(SOT4/SOT1)100]$ (**VIS**): cociente visual. $[(SOT5/SOT1)100]$ (**VEST**): cociente.

$[(SOT3+SOT6/SOT2+SOT5)100]$ (**PREF**): cociente preferencia visual. **GRAF:** prueba de grafomotricidad.

TABLA 2. Prueba de grafomotricidad.

<p>PRE - 3 Hz 55,37 s 6,9 cm</p>	
<p>POST - 3 Hz 53,84 s (-2,76 %) 6,2 cm (-10,14 %)</p>	
<p>PRE - 6 Hz 44,42 s 6,9 cm</p>	
<p>POST - 6 Hz 46,25 s (4,11 %) 6,4 cm (-7,25 %)</p>	

Para el MCT, no se hallaron resultados positivos tras la intervención a 3 Hz. Se hallaron resultados positivos tras la intervención a 6 Hz en la prueba de simetría, produciéndose un incremento global del 18,74 %. El valor de latencia global (LAT) obtuvo resultados positivos, con una mejora del 100 %, tras la intervención a 6 Hz.

Para el SOT, en la valoración del equilibrio global, solo se hallaron resultados positivos en COMP tras la intervención a 3 Hz, con un incremento del 15,78 %. La estrategia obtuvo una tendencia positiva tras la intervención a 6 Hz, con un incremento del 6,70 %. El análisis sensorial obtuvo resultados positivos para el cociente VIS (17,95 %) tras la intervención a 3 Hz y el cociente PREF para ambas intervenciones, siendo mayor el post de 3 Hz (34,29 %). El cociente VEST obtuvo resultados negativos tras ambas frecuencias de intervención, especialmente tras la intervención a 3 Hz (45,42 %).

DISCUSIÓN

Se obtuvieron resultados positivos para el FRT a una frecuencia de 6 Hz, mejorando en un 42,40 % el desplazamiento anterior del CDG en el plano sagital, hallazgo que se corresponde con los resultados hallados por Chouza y cols.⁽¹²⁾, quienes estudiaron el empleo de diferentes frecuencias de WBV en una única sesión en pacientes con enfermedad de Parkinson. Por otra parte, Schuhfried y cols.⁽¹³⁾ no hallaron resultados positivos para el FRT tras una sesión a 3 Hz en una muestra de pacientes con esclerosis múltiple.

Los resultados obtenidos en el presente estudio para el MCT fueron positivos tras la intervención a 6 Hz. En el SOT, los resultados negativos que se obtuvieron tras la intervención a 6 Hz para la variable COMP, se aproximan a los obtenidos por Alguacil y cols. en pacientes con esclerosis múltiple⁽¹⁴⁾, quienes no encontraron resultados significativos para este valor, aunque tampoco lo hicieron para la estrategia postural, discrepando en este caso con la tendencia a la mejora en el participante de este caso clínico tras la intervención a 6 Hz (6,70 %). Por otra parte, nuestros resultados para COMP fueron favorables tras la intervención a 3 Hz (15,78 %), coincidiendo con los resultados de Schuhfried y cols.⁽¹³⁾ también en pacientes con esclerosis múltiple.

Tras la intervención a 3 Hz se obtuvieron resultados positivos en la integración de la percepción visual (17,95 %). Analizando las condiciones individualmente, SOT5 y VEST empeoraron tras ambas frecuencias de intervención, mientras que SOT6 no lo hizo, lo que podría ser indicativo de un empeoramiento de la contribución vestibular tras la intervención con WBV.

El control postural y el equilibrio son dependientes tanto de factores extrínsecos (entorno, tarea, etc.) como de factores intrínsecos propios del individuo. En el participante del presente estudio se midieron variables relacionadas con la contribución de las aferencias sensoriales (visual, somatosensorial y vestibular) que se vieron más influenciadas tras la intervención a 3 Hz; así como elementos motores (fuerza muscular, *peak*) y neuromusculares (sinergias y estrategias preactivas y reactivas ante desequilibrios) que obtuvieron mejores resultados tras la intervención a 6 Hz. Son necesarios estudios que valoren cómo afecta la aplicación de WBV sobre aspectos cognitivos (como la atención) que forman también parte del proceso del control postural y equilibrio, así como su influencia sobre otros aspectos involucrados en el desarrollo básico de AVDs (lenguaje, deglución, agudeza visual, etc.).

En la prueba de dinamometría, nuestros resultados de incremento de fuerza muscular tras la aplicación de WBV coinciden con los obtenidos por Eid y cols.⁽⁵⁾, quienes consiguieron también un aumento significativo de la fuerza muscular en flexores y extensores de rodilla tras un protocolo de entrenamiento con WBV en personas con SD.

En personas sanas, la fuerza máxima se logra durante el primer segundo de contracción muscular voluntaria (*peak*). En nuestro participante los tiempos para alcanzar este valor fueron superiores en la medición inicial y se incrementaron tras ambas intervenciones con WBV, lo que podría deberse al efecto de la fatiga generada por el estímulo vibratorio; sin embargo, los valores de fuerza muscular se vieron incrementados tras ambas sesiones, pudiendo hipotetizar también que el valor *peak* se viese afectado por la fatiga intelectual.

Las pruebas cuantitativas de grafomotricidad mostraron una mejora en el tiempo tras la intervención a 3 Hz, así como para la longitud total de la firma tras ambas intervenciones. Machado y cols.⁽¹⁵⁾ no encontraron efec-

tos sobre la grafomotricidad tras la aplicación de WBV; sin embargo, Haas y cols.⁽¹²⁾, obtuvieron mejoras en la reducción del temblor, presión del trazo legibilidad en participantes con enfermedad de Parkinson. Nuestro participante no presentaba temblor, por lo que creemos que el aumento de oscilación del trazo en nuestro estudio posiblemente fue debido a la fatiga muscular generada por el agarre lateral durante la exposición a la WBV.

Existen pocos estudios que investiguen los efectos de la WBV a distintas frecuencias de intervención en una misma población de pacientes, lo que dificulta establecer protocolos de aplicación en relación a los objetivos terapéuticos concretos. Las diferencias halladas en nuestros resultados entre ambas frecuencias de intervención abren una nueva línea de investigación para realizar estudios basados en intervenciones con muestras más grandes y con entrenamientos protocolizados, así como valorar si las diferentes frecuencias de intervención también producen efectos que se mantengan a largo plazo de la WBV realizando seguimiento de los pacientes una vez finalizada la intervención.

El estudio presenta limitaciones metodológicas, entre las que destacan la existencia de un solo evaluador y la inexistencia de medidas de evaluación para la fatiga. En estudios futuros se deberán valorar resultados a medio y largo plazo tras más sesiones de intervención.

Se obtuvieron efectos inmediatos y clínicamente más relevantes tras la aplicación de WBV a 6 Hz, por lo que consideramos que la WBV es una herramienta terapéutica que logra favorecer cambios a corto plazo en el control motor de pacientes con SD.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki de 1961 (revisión de Brasil en 2013) y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Rey Juan Carlos.

Confidencialidad y consentimiento informado. El participante y sus tutores fueron informados sobre los objetivos y procedimientos del estudio, obteniéndose el consentimiento informado.

Privacidad. En este manuscrito no aparecen datos personales del participante en el estudio.

Financiación. Los autores declaran no haber recibido ningún tipo de financiación.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribuciones. Todos los autores han contribuido en la concepción y el diseño del estudio, la recogida de datos y su posterior análisis e interpretación de los mismos y en la redacción del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rigoldi C, Galli M, Mainardi L, Crivellini M, Albertini G. Postural control in children, teenagers and adults with Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2011; 32(1): 170–5.
2. González-Agüero A, Matute-Llorente A, Gómez-Cabello A, Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Effects of whole body vibration training on body composition in adolescents with Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2013; 34(5): 1426–33.
3. Mohamed R, Sherief A, Aboelazm S. Effects of rebounding exercises versus Whole Body Vibration on functional capacity, genu recurvatum, angle and bone mineral density in children with Down syndrome. *Br J Med Med Res.* 2015; 7(10): 847–60.
4. Villarroya MA, González-Agüero A, Moros T, Gómez-Trullén E, Casajús JA. Effects of whole body vibration training on balance in adolescents with and without Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2013; 34(10): 3057–65.
5. Eid M. Effect of Whole-Body Vibration Training on Standing Balance and Muscle Strength in Children with Down Syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015; 94(8): 633–43.
6. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990; 45(6): 192–7.
7. Haas C, Schmidtbleicher D. Zu den Effekten mechanischer Schwingungsreize bei M. Parkinson. *Z Rheumatol.* 2002; 3(2): 8–10.
8. Stemmons V, Lewis C. Hip abductor and knee extensor muscle strength of children with and without Down syndrome. *Pediatr Phys Ther.* 2001; 13(1): 18–26

9. Alguacil I, Galán F. Nuevos métodos de valoración del equilibrio y el control postural. En: Cano de la Cuerda R, Collado Vázquez S. *Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento*. Médica Panamericana; 2012. p. 173–81.
10. Equitest System. *Operators Manual Version 8.2*. NeuroCom International, Inc; 2004.
11. Faraldo A. Registro postural en personas sanas: evaluación del equilibrio mediante el estudio comparativo entre la posturografía dinámica computerizada y el sistema Sway Star [tesis doctoral]. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico; 2009.
12. Chouza M, Arias P, Viñas S, Cudeiro J. Acute effects of whole-body vibration at 3, 6, and 9 Hz on balance and gait in patients with Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2011; 26(5): 920–1.
13. Schuhfried O, Mittermaier C, Jovanovic T, Pieber K, Paternostro-Sluga T. Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clin Rehabil*. 2005; 19(8): 834–42.
14. Alguacil I, Pedrero C, Molina F, Cano de la Cuerda R. Efectos de la vibroterapia sobre el control postural, la funcionalidad y la fatiga en pacientes con esclerosis múltiple. *Neurología*. 2012; 27(3): 143–53.
15. Machado ML, Mendes LO, Valentim L. What is the effect on the time taken to write under the influence of Whole Body Vibration (WBV)? 2013. 22nd International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2013), Brazil.