

Efectos agudos de las vibraciones de cuerpo completo sobre variables funcionales en niños con parálisis cerebral

Accésit SIBB 2015

C. ORTEGA¹, A.J. HERRERO^{1,2}, P.J. MARÍN³, C. FERRERO^{1,2},
J. MARTÍN-HERNÁNDEZ², H. MENÉNDEZ^{1,2}

¹Centro de Investigación en Discapacidad Física, Fundación ASPAYM Castilla y León, Valladolid

²GIDFYS, Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Europea Miguel de Cervantes, Valladolid

³CyMO Instituto de Investigación, Valladolid

Resumen

El objetivo del presente estudio fue analizar los efectos agudos de las vibraciones de cuerpo completo (VCC) sobre el equilibrio y la movilidad en niños con parálisis cerebral, y comparar los efectos producidos por el estímulo vibratorio vertical y oscilante sobre las variables mencionadas. Se utilizó un diseño cruzado aleatorio en el que participaron 6 niños y adolescentes con parálisis cerebral. Se llevaron a cabo 5 sesiones de tratamiento, utilizando las dos primeras como familiarización. En cada una de las tres sesiones restantes, el paciente recibía de forma aleatoria un tratamiento de VCC diferente consistentes en 5 series de 1 minuto de vibración seguidas de 1 minuto de descanso. Antes y después de cada intervención se realizaron valoraciones de esfuerzo percibido, equilibrio y movilidad a través de una escala visual analógica y los test de Romberg y timed up and go, respectivamente. La escala visual analógica mostró un incremento del esfuerzo percibido tras la aplicación del tratamiento (+75%, $p=0,007$). En el equilibrio se observó un aumento en la velocidad de desplazamiento del centro de presiones tras la intervención (+11,3%, $p=0,024$). Todos los protocolos aplicados en niños y adolescentes con parálisis cerebral, modificaron de manera aguda el equilibrio, no mostrándose cambios respecto a la movilidad. Los resultados del presente estudio demuestran que, el estímulo vibratorio no parece inducir mayores modificaciones sobre el equilibrio y la movilidad que el propio trabajo isométrico sobre la plataforma.

Palabras clave: *Vibración vertical, vibración oscilante, estabilometría, Test de Romberg, timed up and go.*

Abstract

The aim of the present study was to analyze the acute effects of whole body vibration on balance and mobility in children with cerebral palsy, and to compare the effects on these variables produced by the vertical and the oscillant vibration stimuli. In a randomized crossover design, 6 children came to the laboratory in 5 occasions. In the first two sessions they were familiarized with the vibration and the assessment protocol. In the last three sessions, each patient randomly received a different treatment. The protocol consisted of five, one minute bouts of vibration followed by one minute of rest. Perceived exertion, balance and mobility were assessed before and after intervention using a visual analogue scale, the Romberg test and the Timed up and go test. Subjects experienced a significant increase in perceived exertion after treatment (+75%, $p=0,007$). Balance showed an increase on speed displacement of the center of pressure in respect to baseline values (+11,3%, $p=0,024$). All the protocols applied on this study produced an altered balance in children with cerebral palsy, but did not show any effect about mobility. Vibratory stimuli does not seems to induce greater changes than the isolated isometric position on the platform.

Keywords: *Vertical vibration, oscillating vibration, stabilometry, Romberg test, Timed up and go test.*

Correspondencia:

Correspondencia: C. Ortega

E-mail: cortega992@gmail.com

Introducción

La parálisis cerebral (PC) supone una alteración no progresiva que ocurre en el desarrollo del feto o en el cerebro infantil y se caracteriza por una serie de desórdenes que afectan al desarrollo del movimiento y la postura, provocando limitaciones en la calidad de vida [1]. Los niños con PC experimentan deterioros en diversas funciones musculares, lo que puede dar lugar a una reducción en el control motor selectivo, espasticidad y debilidad muscular [2]. Estas alteraciones suelen provocar dificultades en la realización de la marcha, con lo que mejorar la habilidad para caminar es uno de los principales objetivos de las intervenciones terapéuticas en estos niños [3, 4]. Tratando de hacer frente a esta problemática, varios trabajos sugieren que una mejora en la fuerza muscular puede provocar beneficios respecto a la funcionalidad [3, 5].

Dentro de la rehabilitación física, el entrenamiento de fuerza progresivo ha sido uno de los métodos de intervención más estudiados a lo largo de las últimas décadas en pacientes con PC [6]. Un meta-análisis [7] y varias revisiones sistemáticas [8-10] han mostrado los beneficios que el entrenamiento de fuerza tiene en estos pacientes sobre la fuerza muscular, variables funcionales y aspectos relacionados con la marcha, sin reportarse efectos negativos sobre la espasticidad o el rango de movimiento. Uno de los medios utilizados para entrenar a los pacientes con PC ha sido las vibraciones de cuerpo completo (VCC) aplicadas por medio de plataformas vibratorias. En esta población, las VCC permiten activar la musculatura que presenta mayor hipotonía [11] y al aplicarse de manera crónica de acuerdo con dos revisiones sistemáticas [11, 12], se han constatado mejoras en la fuerza máxima isocinética [13, 14], en la fuerza y grosor de la musculatura del tronco [15], en variables espaciotemporales de la marcha y en funciones motoras [13, 15-17]. También se ha observado beneficios para la densidad mineral ósea tras periodos de entrenamiento con VCC superiores a 6 meses [17]. Finalmente, en tan sólo un estudio [13], se ha analizado el efecto que las VCC tienen sobre la espasticidad, disminuyendo ésta sobre los extensores de la rodilla. Todos estos estudios han analizado generalmen-

te niños y adolescentes con PC [14-17]. Tan sólo Dickin [18] ha evaluado los efectos agudos del estímulo vibratorio vertical en adultos con PC, obteniéndose beneficios respecto al rango de movimiento dinámico del tobillo, velocidad de la marcha y amplitud de zancada.

Parece que el entrenamiento con VCC puede ser de utilidad para la mejora de aspectos relacionados con la marcha y la fuerza muscular en niños con PC. El equilibrio es otro de los factores limitantes en esta patología, no habiéndose encontrado estudios que analicen los efectos de las VCC sobre el equilibrio en esta población. Por tanto, al ver que las VCC son una buena herramienta para la mejora del equilibrio en otras poblaciones [19], creemos necesario comprobar si pueden ser de ayuda para la mejora de este aspecto en pacientes con PC. Dado que el estímulo vibratorio puede administrarse por medio de plataformas verticales y oscilantes y que el efecto producido sobre el organismo en personas sanas depende del tipo de plataforma [20, 21], podría ser interesante comparar ambos estímulos. Tampoco se ha llevado a cabo ningún estudio que realice una comparación entre el estímulo vibratorio vertical (PV) y el oscilante (PO), ya sea de manera crónica o aguda en este tipo de población. Así, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos agudos de las VCC sobre el equilibrio y la movilidad en niños con PC. En segundo lugar, se compararon los efectos producidos por los dos tipos de estímulo vibratorio sobre las variables mencionadas.

Materiales y métodos

Sujetos

Participaron voluntariamente 1 hombre y 5 mujeres con PC diagnosticada (edad=13,1±5,7 años; altura=1,46±0,34 m; peso=46,8±23,3 kg). Se informó a los padres de los participantes sobre los riesgos y beneficios del estudio en el que iban a participar sus hijos, dando su consentimiento por escrito previo al comienzo del mismo. Los criterios de inclusión fueron: i) edad comprendida entre los 4 y los 20 años; ii) ser capaz de seguir instrucciones verbales; iii) ser capaz de levantarse de una silla y caminar de manera independiente o con una ligera colaboración; iv) no haber sido tratado con toxina botulínica en

los últimos 3 meses y/o haber sufrido alguna lesión musculoesquelética en el tren inferior durante el mes previo al inicio del estudio. Se pidió a los sujetos que durante el transcurso del estudio continuaran con sus terapias habituales (las cuales constaban de 30 minutos de tratamiento directo con su fisioterapeuta, y 30 minutos de trabajo autónomo en paralelas o en aparatos de bipedestación). Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Fundación Aspaym Castilla y León y se llevó a cabo según la Declaración de Helsinki.

Diseño Experimental

Los efectos agudos de las VCC fueron valorados a través de un diseño cruzado aleatorio. Cada paciente acudió a nuestro laboratorio en cinco ocasiones separadas entre sí, por al menos, 48 horas. En las 2 primeras sesiones los sujetos fueron familiarizados con los protocolos de valoración y entrenamiento. En cada una de las tres sesiones restantes, el paciente recibía de forma aleatoria un tratamiento de VCC diferente. Cada sesión de tratamiento consistió en 5 series de 1 min de duración con 1 min de descanso entre cada serie. Las pruebas de valoración se realizaron siempre en el mismo orden antes (T1) e inmediatamente después (T2) de la aplicación de VCC.

Protocolo. Tratamiento

La aplicación de VCC se llevó a cabo en posición isométrica de semi-squat con una flexión de cadera de 40° y 30° de flexión de rodilla (considerando 0° la extensión completa), colocando las manos sobre ambas caderas y contando con un ayudante detrás del paciente para prevenir las posibles caídas. De igual manera los sujetos debían mantener la mirada fija en una referencia visual colocada a la altura de sus ojos. Al comienzo de cada serie se comprobaba mediante un goniómetro el grado de flexión de rodilla y cadera. Los pies fueron colocados de forma paralela con una separación de 38 cm (medidos desde la línea media del talón). Los pacientes recibían instrucciones durante el desarrollo de la terapia en caso de observarse una modificación de dicha posición. Los tratamientos aplicados fueron: estímulo vibratorio oscilante, PO, utilizando una frecuencia de 18Hz, 5mm de ampli-

tud pico a pico, dando lugar a una aceleración de $66,7\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (Galileo Home, Galileo®, Novotec, Alemania); estímulo vibratorio vertical, PV, utilizando una frecuencia de 35 Hz, 0,8mm de amplitud pico a pico, dando lugar a una aceleración de $19\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (Vibro-Fitness 300, SiluetsFitex SL, España) y un protocolo en el que el sujeto adoptaba la misma posición pero sin la aplicación de estímulo vibratorio alguno (C). El componente vertical de la aceleración de la vibración fue medido en ambos casos por un acelerómetro (VT-6360, HongKong, China). Durante todos los tratamientos, los sujetos utilizaron el mismo calzado deportivo para estandarizar la amortiguación de la vibración [22].

Medidas. Percepción subjetiva de esfuerzo

A la llegada de cada sujeto al laboratorio, se utilizó una escala visual analógica (EVA; escala de Borg modificada CR-10) para determinar la percepción subjetiva de esfuerzo antes de la aplicación de los diferentes tratamientos. Dicha valoración se repitió inmediatamente después de concluir la última serie del tratamiento correspondiente.

Equilibrio

El equilibrio fue valorado a través de la realización del test de Romberg sobre una plataforma de fuerzas (OR6-7-1000, AMTI, Boston, EE. UU.). Dicho test fue realizado tanto con ojos abiertos (ROA), como cerrados (ROC). El sujeto debía permanecer durante 30 segundos en posición de bipedestación. Así mismo, la colocación de los pies fue estandarizada formando un ángulo de 30° y una distancia entre los talones de 5 cm. El sujeto se encontraba frente a una pared blanca sin ningún tipo de referencia o marca visual [23]. De forma previa al inicio del test, el sujeto recibía la indicación de mantenerse lo más quieto y erguido posible hasta la finalización del mismo.

Se llevaron a cabo dos repeticiones de cada modalidad de test. Entre cada test se permitió un descanso de 10 segundos en los que se permitió al paciente relajar su postura. Para el posterior análisis estadístico, se seleccionó en cada condición aquel test que presentaba una velocidad de desplazamiento del centro de presiones menor. Finalmente, las variables seleccionadas

para su posterior tratamiento estadístico fueron las siguientes: Área de la elipse del 95% (A95%) y velocidad media de desplazamiento del centro de presiones (Vel). La frecuencia de registro de la plataforma durante el test fue de 100 Hz.

Movilidad

Para la valoración funcional del sujeto se empleó el test Timed up and Go (TUG). En dicha prueba, el sujeto parte de una posición de sedestación en una silla con los brazos debidamente apoyados en los reposabrazos. Se utilizó una silla de 50 cm de altura que permitía a todos los pacientes realizar el test con comodidad [24]. A la voz de “ya”, el sujeto debía levantarse de la forma más rápida posible y caminar hasta un cono que se encontraba a una distancia de tres metros. Una vez rodeado dicho cono por el lado de su elección, el sujeto debía regresar nuevamente hasta la silla. El cronómetro se detenía en el instante en que la espalda y los brazos estaban totalmente apoyados. Tras un minuto de descanso se repetía nuevamente el test. Para el posterior análisis estadístico, se incluyó el mejor de los dos intentos.

Análisis estadístico

La normalidad de las variables de equilibrio y movilidad fue comprobada y contrastada con la prueba de Shapiro-Wilk. Se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA) con medidas repetidas (MR) en los factores tratamiento y tiempo. Cuando el valor-F fue significativo, la comparación por pares se realizó con la prueba DMS. Para el análisis de la escala de esfuerzo percibido se aplicó la prueba de Friedman. En este caso las comparaciones por pares se hicieron con la prueba de Wilcoxon. El nivel de significación utilizado fue de $p \leq 0.05$. Los datos se muestran como $\text{media} \pm \text{desviación estándar}$, excepto para EVA que se muestran como $\text{mediana} \pm \text{recorrido intercuartílico}$.

Resultados

Los valores de las variables estudiadas en cada uno de los tratamientos vienen descritas en la Tabla 1.

La EVA muestra un incremento tras la aplicación del tratamiento respecto a los valores ba-

sales ($T1=2,9 \pm 4,6$; $T2=5,1 \pm 7,9$; $p=0,007$). No se observó ningún efecto en la EVA en función del tipo de plataforma.

En el equilibrio se observó un aumento del 11,3% (figura 1) tras la aplicación del tratamiento, para la variable Vel durante el test ROA respecto a la valoración T1 ($p=0,024$).

Discusión

Hasta la fecha, éste es el primer estudio que ha llevado a cabo la comparación de los efectos agudos producidos por la aplicación de un estímulo vibratorio vertical y oscilante sobre el equilibrio y la movilidad en niños con PC. Más allá, este estudio supone la primera comparación entre ambos tipos de plataformas vibratorias en esta población. Los principales resultados muestran que todos los protocolos aplicados produjeron un aumento de la percepción subjetiva del esfuerzo así como una alteración aguda del equilibrio. Sin embargo, estas modificaciones no indujeron ningún cambio en el rendimiento del TUG.

Respecto a la EVA, los resultados obtenidos muestran un aumento en la percepción subjetiva del esfuerzo independientemente del protocolo aplicado. Estos resultados están en contradicción con el estudio de Hazell et al. [25], donde se observó que la aplicación de VCC en esta posición no deberían provocar un elevado estrés cardiovascular. Sin embargo, el pobre nivel de condición física de los sujetos de nuestro estudio puede haber dado lugar a que un estímulo como son las VCC en posición de semi-squat, o el permanecer en esa posición estática sin recibir ningún estímulo vibratorio, provoque cierto nivel de estrés en los sujetos.

Los resultados obtenidos respecto a la valoración estabilométrica indican una disminución en el rendimiento para el test ROA. Se ha documentado que someter a un sujeto a un estímulo vibratorio, interfiere en el control postural provocando un deterioro inmediato del equilibrio [26]. Sería interesante conocer el efecto crónico de las VCC sobre el equilibrio, puesto que tan sólo un estudio evaluó esta variable en sujetos con PC, observándose una mejora del índice de estabilidad. La aplicación de VCC se llevó a cabo a través de una plataforma oscilante.

El programa de ejercicio tuvo una duración de tres meses, donde los sujetos recibían el estímulo vibratorio durante 5 días a la semana realizando cada uno de esos días 3 series de 3 min con 3 min de descanso. La frecuencia utilizada experimentaba un incremento escalonado a lo largo de los tres meses, comenzando en 12 Hz y 2 mm de amplitud hasta 18 Hz y 4 mm. La valoración del equilibrio se llevó a cabo a través del sistema de equilibrio Biodex [27]. Lejos de

parecer estos resultados contrarios a los obtenidos en nuestro estudio, parece lógico pensar que el protocolo que provoque una mayor alteración como respuesta a un estímulo vibratorio agudo, dará lugar a mayores adaptaciones aplicado de manera crónica. Por otra parte, las diferencias que se reflejaron en nuestro C pueden achacarse a que el simple hecho de mantener una posición isométrica de semi-squat provocara una fatiga muscular importante debido al pobre nivel de

Variable	PV		PO		C	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
ROA						
A95% (cm ²)	0,188±0,200	0,221±0,196	0,168±0,152	0,174±0,135	0,137±0,112	0,086±0,042
Vel(cm·s ⁻¹)	1,448±0,555	1,685±0,679	1,388±0,528	1,464±0,632	1,317±0,688	1,471±0,405
ROC						
A95% (cm ²)	0,142±0,109	0,135±0,142	0,197±0,211	0,141±0,139	0,129±0,080	0,176±0,135
Vel(cm·s ⁻¹)	1,538±0,593	1,433±0,565	1,561±0,693	1,466±0,669	1,553±0,803	1,615±0,718
TUG (s)	11,60±2,55	11,21±2,92	11,69±2,59	11,68±3,11	11,39±2,65	10,61±2,27
EVA	4,0±4,3	7,6±7,4	2,5±2,8	3,9±6,7	3,8±4,3	7,3±6,5

ROA: Romberg ojos abiertos. ROC: Romberg ojos cerrados. A95%: Área del 95% de la elipse. Vel: Velocidad media de desplazamiento del centro de presiones. TUG: Timed Up and Go. EVA: Escala Visual Analógica. PV: Protocolo Vertical. PO: Protocolo Oscilante. C: Control.

Tabla 1. Valores de las variables estudiadas antes (T1) y después (T2) de aplicar cada tratamiento.

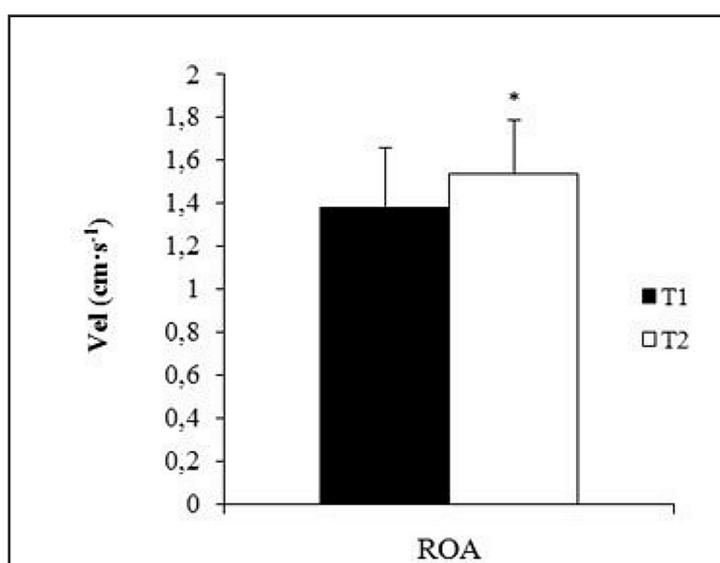


Figura 1. Velocidad de desplazamiento del centro de presiones para el test ROA antes (T1) y después (T2) del tratamiento.

condición física de los pacientes, lo cual está relacionado con el esfuerzo percibido experimentado por nuestros sujetos. Cabe destacar que la valoración del equilibrio a través de plataformas de fuerzas es menos sensible a los cambios que los test funcionales [23], como pueden ser el test Tinetti o la escala del equilibrio de Berg, sin embargo éstas son valoraciones que necesitan un mayor tiempo para llevarse a cabo y debido a las características de nuestro estudio no se incluyeron puesto que no podríamos atribuir los resultados obtenidos a los efectos agudos producidos por las VCC.

La valoración de la movilidad a través del TUG no mostró ningún cambio tras la realización de los distintos tratamientos. Estos resultados son contrarios a los obtenidos por Dickin et al. [18] en su estudio de efectos agudos de las VCC sobre parámetros de la marcha en PC. Durante su realización, se determinó la frecuencia que producía mayor actividad en el bíceps femoral mediante electromiografía de superficie en cada uno de los pacientes, por tanto la frecuencia utilizada por cada uno de los sujetos fue individualizada (30 – 50 Hz con una amplitud de 2 mm). En una sesión posterior se aplicó el estímulo vibratorio a partir de una plataforma vertical mediante 5 series de 1 min con descansos de 1 min. La valoración de la marcha se realizó mediante un análisis tridimensional, obteniéndose como resultado que la exposición a series de VCC utilizado frecuencia individualizada provocaba un incremento en la velocidad de la marcha, longitud de zancada y el rango de movimiento dinámico del tobillo. Estos autores, achacan la mejora de esta última variable a la relajación del tríceps sural permitiendo una mayor flexión dorsal del tobillo [18]. Creemos por tanto, que el uso de una frecuencia individualizada es uno de los factores más importantes a la hora de conseguir mejoras respecto a la marcha y la movilidad en pacientes con PC.

Por otra parte es importante señalar la dificultad existente para equiparar las aceleraciones y, por tanto, la intensidad de trabajo a través de distintas plataformas. Quizás este aspecto contribuya a que no existan demasiados estudios que comparen ambos tipos de plataformas debido a la imposibilidad de igualar las cargas. Por ello en este trabajo, conocedores de dicha limita-

ción se optó por utilizar en cada caso una configuración que hubiese sido utilizada con anterioridad y pudiese considerarse la forma habitual de entrenar con dicho tipo de plataforma.

La principal limitación de nuestro estudio fue el tamaño muestral, junto con la heterogeneidad de la muestra observada en las variables de estudio. Sin embargo fue imposible reclutar más sujetos con PC y en edad infantil de características similares, ya que participaron todos los sujetos que siendo pacientes de nuestro centro de fisioterapia, cumplían los criterios de inclusión. Para investigaciones futuras creemos interesante realizar una valoración de la espasticidad en base a determinar el grado de relajación de la musculatura hipertónica producido por el mantenimiento de la postura en posición isométrica. Como aplicación práctica, podemos indicar que en el caso de que se trabaje con niños con un bajo nivel de condición física, durante los primeros estadios del entrenamiento cualquier protocolo podría llevar a cabo una modificación aguda del equilibrio. A raíz de estos resultados, futuros estudios deberían determinar qué tratamiento produce mayores alteraciones sobre el equilibrio y la movilidad de manera aguda en base a sustentar futuras investigaciones de efectos crónicos.

Conclusión

Todos los protocolos aplicados en niños y adolescentes con parálisis cerebral modificaron de manera aguda el equilibrio, no mostrándose cambios respecto a la movilidad. Los resultados del presente estudio demuestran que, el estímulo vibratorio no parece inducir mayores modificaciones sobre el equilibrio y la movilidad que el propio trabajo isométrico sobre la plataforma. Por tanto, no existen diferencias respecto a qué plataforma es más eficaz para este tipo de población ya que ambas parecen generar efectos similares. La aplicación de vibraciones de cuerpo completo fue bien acogida por los pacientes, no obstante, antes de recomendar su utilización dentro de la rehabilitación habitual de niños con parálisis cerebral es necesario incrementar el número de estudios sobre los efectos agudos de este método de trabajo en esta población.

Bibliografía

1. **Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B.A.** Report: the definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl* 2007;109:8-14.
2. **Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, Jacobsson B, Damiano D.** Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2005;47(8):571-6.
3. **Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK.** A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45(10):652-7.
4. **Scholtes VA, Becher JG, Comuth A, Dekkers H, Van Dijk L, Dallmeijer AJ.** Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 2010;52(6):107-13.
5. **Ross S, Engsborg J.** Relationships Between Spasticity, Strength, Gait, and the GMFM-66 in Persons With Spastic Diplegia Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(9):7.
6. **Scholtes VA, Becher JG, Janssen-Potten YJ, Dekkers H, Smallenbroek L, Dallmeijer AJ.** Effectiveness of functional progressive resistance exercise training on walking ability in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Res Dev Disabil* 2012;33(1):181-8.
7. **Park EY, Kim WH.** Meta-analysis of the effect of strengthening interventions in individuals with cerebral palsy. *Res Dev Disabil* 2014;35(2):239-49.
8. **Dodd KJ, Taylor NF, Damiano DL.** A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(8):1157-64.
9. **Anttila H, Autti-Ramo I, Suoranta J, Makela M, Malmivaara A.** Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: a systematic review. *BMC Pediatr* 2008;8:14.
10. **Mockford M, Caulton JM.** Systematic review of progressive strength training in children and adolescents with cerebral palsy who are ambulatory. *Pediatr Phys Ther* 2008;20(4):318-33.
11. **Sá-Caputo D, Costa-Cavalcanti R, Carvalho-Lima R, Arnóbio A, Bernardo R, Ronikeile-Costa P, Kutter C, Giehl PM, Asad NR, Paiva DN, Pereira HV, Unger M, Marín PJ, Bernardo-Filho M.** Systematic review of whole body vibration exercises in the treatment of cerebral palsy: Brief report. *Dev Neurorehabil* 2015; 24:7.
12. **Duquette SA, Guiliano AM, Starmer DJ.** Whole body vibration and cerebral palsy: a systematic review. *J Can Chiropr Assoc* 2015;59(3):245-52.
13. **Ahlborg L, Andersson C, Julin P.** Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *J Rehabil Med* 2006;38(5):302-8.
14. **Wren TA, Lee DC, Hara R, Rethlefsen SA, Kay RM, Dorey FJ, Gilsanz V.** Effect of high-frequency, low-magnitude vibration on bone and muscle in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2010;30(7):732-8.
15. **Unger M, Jelsma J, Stark C.** Effect of a trunk-targeted intervention using vibration on posture and gait in children with spastic type cerebral palsy: a randomized control trial. *Dev Neurorehabil* 2013;16(2):10.
16. **Lee BK, Chon SC.** Effect of whole body vibration training on mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled experimenter-blinded study. *Clin Rehabil* 2013;27(7):599-607.
17. **Ruck J, Chabot G, Rauch F.** Vibration treatment in cerebral palsy: A randomized controlled pilot study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2010;10(1):77-83.
18. **Dickin DC, Faust KA, Wang H, Frame J.** The acute effects of whole-body vibration on gait parameters in adults with cerebral palsy. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2013;13(1):19-26.
19. **Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E, Gourlay M, Ethgen O, Richey F, Reginster JY.** Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(2):303-7.
20. **Marin PJ, Rhea MR.** Effects of vibration training on muscle power: a meta-analysis. *J Strength Cond Res* 2010;24(3):871-8.
21. **Marin PJ, Rhea MR.** Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis. *J Strength Cond Res* 2010;24(2):548-56.
22. **Marin PJ, Bunker D, Rhea MR, Ayllon FN.** Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. *J Strength Cond Res* 2009;23(8):2311-6.
23. **Ferrero C, Menéndez H, Martín J, Marín P, Herroero A.** Efecto de las vibraciones de cuerpo completo sobre el equilibrio estático y funcional en el accidente cerebrovascular. *Fisioterapia* 2012;34(1):7.
24. **Hafsteinsdottir TB, Rensink M, Schuurmans M.** Clinimetric properties of the Timed Up and Go Test for patients with stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil* 2014;21(3):197-210.
25. **Hazell TJ, Thomas GW, Deguire JR, Lemon PW.** Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. *Eur J Appl Physiol* 2008;104(5):903-8.
26. **Ritzmann R, Kramer A, Bernhardt S, Gollhofer A.** Whole body vibration training-improving balance control and muscle endurance. *PLoS One* 2014;9(2):e89905.
27. **El-Shamy SM.** Effect of whole-body vibration on muscle strength and balance in diplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2014;93(2):114-21.