

# EN EL EJERCICIO VIBRATORIO CORPORAL COMO AVANCE EN LA EDUCACIÓN FÍSICA

JC Adsuar<sup>1</sup>, N Gusi<sup>1</sup>, JA Parraca<sup>1</sup>, PR Olivares<sup>1</sup>, A Leal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura, Cáceres

<sup>2</sup>Hospital de Cáceres, Servicio Extremeño de Salud, Cáceres.

## Introducción

Las vibraciones son frecuentes en la vida de la gente (ruidos, conducción, dislocaciones, etc.) su uso como prácticas de ejercicio es relativamente nuevo.

En la realidad, existen evidencias de la efectividad del ejercicio vibratorio corporal (la vibración del cuerpo entero - WBV), bien controlado, en diversos campos de estudio (Cardinale M y otros. 2003; De Oliveira y otros. 2001) , como en el entrenamiento (Jordania MJ y otros. 2005; Thompson C et al. 2002) , osteoporosis (Verschuere SM y otros. 2004), fuerza muscular (Gauthier SM y otros. 1981; Torvinen S y otros. 2002) , caídas (Bruyere y otros. 2005) salud de y calidad de la vida (Dimitrova IN y otros. 2003; Chen JC y otros. 2003; Kunar S y otros. 2004) Sin embargo, los estudios de este tipo de ejercicios han tenido para Cardinale M y otros. (2003) polémicos resultados, porque algunos estudios de Runge M y otros. (2000) muestran beneficios, otros demuestran prejuicios (Bovenzi M y otros. 2005; Yamada E. y otros. 2005) e todavía existe otros estudios en los cuales no hay efectos como los de Kerschan-Schindl K (2001). La parte de esta controversia habita en el hecho de no haber un conocimiento ajustado referente a las dosis ajustadas según el uso de este tipo de ejercicios (Pankoke S y otros. 2001).

Segundo Cardinale M y otros. (2003) dosis de WBV principalmente son definidas por la modelación de diversas características que produzcan la vibración: frecuencia de la oscilación, amplitud del movimiento y la posición del cuerpo, ángulo de las articulaciones y orientación de los segmentos corporales.

Hasta una fecha poco conocimiento referente a la influencia de la posición corporal en el sistema a neuromuscular y en el impacto mecánico que existe a nivel lumbar en ciudadanos sometidos a ejercicios vibratorios en una plataforma de la vibración de la oscilación en un eje. De esta manera el propósito del actual estudio es doble: 1. Comparar la aceleración registrada a nivel lumbar en diversos ángulos de flexión de rodillas. 2. Comparar la activación eléctrica (EMG) de los músculos seleccionados en diversos ángulos de flexión de rodillas.

## Material y Métodos

30 mujeres activas físicamente; (edad 21.77, SD 1.65 años; altura, 1.64, SD 5.4 centímetros; peso, 59.30 5.67 SD kilogramo) de la facultad de ciencias del deporte de la universidad de Extremadura (Cáceres, España). Todos los participantes en este estudio no son fumadores, no injieren bebidas alcohólicas, practican actividad física con regularidad, no poseen historial clínico de enfermedades metabólicas o biomecánicas que pueden influenciar de cualquier forma el metabolismo del óseo o fuerza muscular. Todos han firmado un término de la responsabilidad aprobado de la Comisión del ética de la universidad de Extremadura y de acordó con la declaración de Helsinki en el comportamiento en la investigación clínica.

## Procedimiento general

En una sola sesión de evaluación, los participantes fueran sometidos a dos pruebas para la verificación de la contracción voluntaria máxima. En los músculos del tronco la prueba de Shirado-Ito fue utilizada que consistió en un flexión máxima abdominal y dorsal durante 20 segundos cada uno (Ito S y otros. 1996), para evaluar la fuerza en los

músculos del muslo se ha hecho una prueba isométrica del flexión y extensión de la rodilla a 15°, 45° y 90° con el Dinamómetro Isocinético (sistema 3, a Biodex, los E.E.U.U.). Después de la realización de estas pruebas, los participantes fueran sometidos a un ejercicio vibratorio a una intensidad constante de 12.5 hertzios en la plataforma (Galileo 900, Novotec, Pforzheim, Alemania) solamente se cambió el grado de flexión de rodillas: 15°, 45° y 90° aleatoriamente. Los electrodos (TDS150B, sistemas de Biopac, Barbara Santo, California, los E.E.U.U.) fueran colocados en el tronco en los músculos: Recto Abdominal (RA); Oblicuo externo (OE); Erector de la Coluna (EC) y Cuadrado de los lomos (QL) (Mirka GA 1991). Los electrodos colocados en el muslo: Recto femoral anterior (RF); Vasto Externo (VE); Vasto Interno (VI) y Bícípíte Crural (BC). El acelerómetro (TSD109F, acelerómetro Tri-Axial 5G, sistemas de Biopac, los E.E.U.U.), fue colocado a nivel lumbar en la superficie de la piel al nivel de la vértebra L3.

### Análisis estadística

Después de que un estudio descriptivo de los datos. Se ha hecho una comparación de los datos conseguidos en los diversos grados de flexión por medio de un análisis de la variancia (ANOVA) para medidas repetidas con el programa estadístico SPSS 15.0 (Chicago, Illinois). El nivel de la significancia fue de  $p < .050$

### Resultados

Tabla 1. Características de la muestra.

		$p$ 15° vs 45°	$p$ 15° vs 90°	$p$ 45° vs 90°
N	30			
Edad (anos)	21.77 ( $\pm$ 1.65)			
Peso (kg)	59.30 ( $\pm$ 5.67)			
Talla (m)	1.64 ( $\pm$ 5.40)			
Índice de Masa Corporal (kg/m <sup>2</sup> )	22.03 (1.99)			
<b>Momento de Fuerza Máximo (N·m/kg)</b>				
Extensores de Rodilla		<0.001	<0.001	<0.001
a 15°	1.77 ( $\pm$ 0.27)			
a 45°	3.05 ( $\pm$ 0.38)			
a 90°	2.05 ( $\pm$ 0.27)			
Flexores de Rodilla		<0.001	<0.001	0.003
a 15°	1.18 ( $\pm$ 0.20)			
a 45°	1.09 ( $\pm$ 0.17)			
a 90°	0.37 ( $\pm$ 0.17)			

### Impacto mecánico

Las aceleraciones durante el WBV varían con el el ángulo de flexión de las rodillas. Los resultados de la mediana de las aceleraciones registradas a nivel lumbar reflejten una disminución a la medida que aumenta el ángulo del flexión de las rodillas. (Tabla 2). El porcentaje de la disminución que respeta 15° del flexión de rodillas es similar en los tres ejes, 45° de flexión (20 - el 25%) y 90° de flexión (35 - 45%).

Tabla 2. Comparación de la mediana de la aceleración tridimensional en la columna vertebral el nivel lumbar (L3) durante el ejercicio vibratorio, con diversos grados de flexión de rodilla (15°, 45° y 90°).

		$p$ 15° vs 45°	$p$ 15° vs 90°	$P$ 45° vs 90°
Mediana	aceleración			
	Eje - X	<0.001	<0.001	0.015
	15°			
	45°			
	90°			
	Eje - Y	<0.001	<0.001	0.006

15°	1.1 (±0.6)			
45°	0.8 (±0.5)			
90°	0.6 (±0.4)			
Eje - Z		0.088	0.002	0.005
15°	0.5 (±0.2)			
45°	0.4 (±0.2)			
90°	0.3 (±0.2)			

La mediana de la aceleración en el eje lateral fue 3 superior ( $p < .001$ ) que en el eje vertical y la aceleración en el eje vertical ha sido 2 veces más grande ( $p < .001$ ) que en el eje antero-posterior. En lo que respecta a la aceleración máxima, la comparación entre 15° con 45° fue la siguiente: eje x (el 15%;  $p = .008$ ), eje y (el 11%;  $p = .030$ ) y eje z (el 8%;  $p = .094$ ), no se verifican diferencias significativas en la comparación entre 45° y 90° de flexión de rodillas (tabla 3).

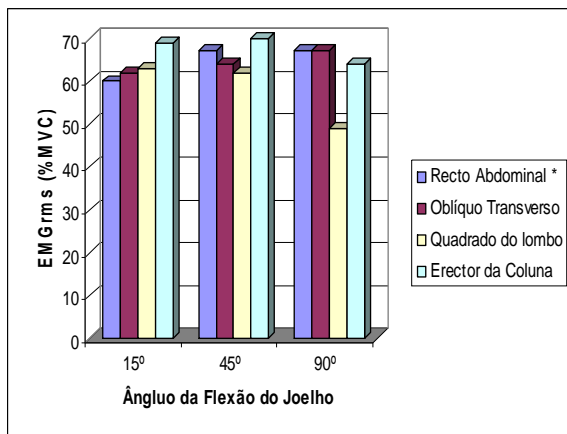
Tabla 3. Comparación del máximo de la aceleración tridimensional registrada en la columna vertebral el nivel lumbar (L3) durante el ejercicio vibratorio, con diversos grados de flexión de rodilla (15°, 45° y 90°).

		P <sub>15° vs 45°</sub>	p <sub>15° vs 90°</sub>	P <sub>45° vs 90°</sub>
Máximo	Aceleración			
	Eje - X	0.008	0.024	0.483
	15°			
	13.4 (±6.8)			
	45°			
	11.4 (±6.4)			
	90°			
	11.8 (±7.5)			
	Eje - Y	0.030	0.001	0.020
	15°			
	7.4 (±4.6)			
	45°			
	6.6 (±4.6)			
	90°			
	6.2 (±4.6)			
	Eje - Z	0.094	0.092	0.953
	15°			
	5.0 (±3.7)			
	45°			
	4.6 (±3.7)			
	90°			
	4.6 (±3.8)			

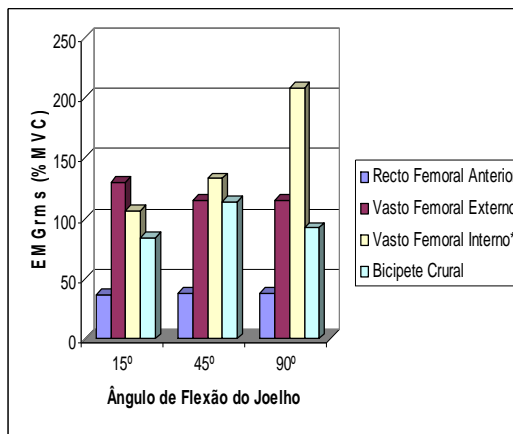
En lo referente a la aceleración máxima, la aceleración lateral es siempre más grande que la vertical 15° (el 81%), 45° (el 42%) y 90° (el 90%), y la aceleración vertical fue más alta ( $p < .001$ ) que la antero-posterior a 15° (el 48%), 45° (el 43%) y 90° (el 35%).

#### La actividad eléctrica de los músculos

La actividad eléctrica de músculo recto abdominal (EMGrms) durante el WBV es significativamente menor a 15° que a 45° y 90° (grafica 1). La actividad del músculo vasto femoral interno a 90° ha sido siempre más grande que a 15° (el 96%;  $p = .013$ ) y 45° (el 56%;  $p = .015$ ) (grafica 2). Al revés, todos los otros músculos probados presentan actividad eléctrica similar en las 3 posiciones. El porcentaje de la actividad eléctrica en los músculos del tronco fue similar (60 - 70%) para la prueba de la fuerza del tronco (SHIRADO-ITO). La actividad del recto femoral anterior durante el WBV fue el 38% de lo que se consiguió en la prueba de máxima contracción voluntaria isométrica.



Grafica 1. EMGrms músculos del tronco  
 \* p 15° vs 45° = .013 e p15° vs 90° =.013 o resto p>.05



Grafica 2. EMGrms músculos de la pierna  
 \* p 15° vs 45° = .233 e p15° vs 90° =.013 o resto p>.05

### Discusión

La gran importancia de este estudio está en el WBV, mecanismo basado en una plataforma vibratoria de la oscilación en su eje medio y lo que transmite más aceleraciones laterales que verticales a nivel lumbar, y donde la aceleración obtenida es muy alta y suficientemente considerable para el anabolismo del hueso. En un estudio anterior de Rubin y otros. (2003), analizaron aceleraciones multidimensionales durante el WBV y las plataformas que utilizaban eran de vibración en el eje vertical, no obstante en la distancia entre los pies era pequeña y el ángulo de flexión de las rodillas estaba entre 0° y 20°. En este estudio Rubin y otros. (2003) encontraron un 10% más de aceleraciones en el eje Z que en el eje X y Y. En este estudio podemos ver la relevancia de las aceleraciones provocadas por las vibraciones siendo ellas tanto verticales como laterales por encima de los 3g en el eje lateral y 0,6g en el eje vertical lo que puede significar un gran anabolismo, Porque en estudios con animales desde las aceleraciones eran muy bajas y la frecuencias entre las 15-90hz se ha obtenido un incremento de densidad mineral ósea (Rubin C y otros. 2002) (Rubin C et al.2001). Las personas sanas utilizan en las actividades diarias mas de 1g, así la aceleración obtenida en el eje vertical podría ser baja. Torvinen y otros (2003) no ha podido incrementar la densidad mineral ósea en 8 meses de vibración con 2mm de amplitud y distintas posturas y frecuencias, pero Verschueren y otros (2004), observa un aumento de la densidad mineral ósea en la cadera después de 6 meses de vibración a 35-40hz y con amplitudes de 1,7-2,5mm estos autores observan aceleraciones de 2-5g en plataformas de vibración vertical. En este estudio de utilizo una amplitud mayor (4mm) y una mayor frecuencia de oscilaciones laterales Gusi y otros (2004), en 2004 utilizando resultados similares a los de este estudio consigue un incremento brutal en el trocánter de mujeres post menopáusicas en 8 meses de ejercicio, puede entonces este tipo de ejercicio ser benéfico para la prevención de la perdida de masa ósea.

Otro grande objetivo era verificar la respuesta neuromuscular del tren inferior (músculos del muslo y tronco a nivel inferior) cuando se les aplica el ejercicio vibratorio corporal.

Este estudio ha visto una mayor EMGrms en el vasto interno y externo (100% por encima de su fuerza isométrica máxima), que en el recto femoral anterior. Se ha verificado también que el vasto externo es el único musculo del muslo que aumenta significativamente la actividad eléctrica EMGrms mientras se incrementa el grado de

flexión de rodillas lo que supone una respuesta mas relevante a las oscilaciones laterales que a las verticales.

Nivel del tronco, se ha visto que el WBV activa los músculos a 60-70% y que el musculo recto abdominal aumentó la actividad mientras se incrementaba el grado de flexión de rodillas, este comportamiento muscular reforzó otros estudios como el de Rubin y otros (2003) donde han visto que es bueno la aplicación de vibraciones en el entrenamiento de os músculos de la espalda baja y en el tratamiento del dolor de espalda baja.

Una limitación en este estudio es el hecho de los participantes eran todos jóvenes, y activos físicamente que podrían no necesitar de un gran estímulo mecánico para promovieren una buena actividad eléctrica de sus músculos, este tipo de estudios deben ser utilizados en personas mas débiles y con poca actividad física como proponen Torvinen y otros (2003) e Rubin y otros (2001).

### **Conclusión**

Se concluye que el ejercicio vibratorio corporal con este tipo de plataformas transmite más estímulos neuromusculares y mecánicos laterales que verticales. Una menor flexión de rodilla transmite un estímulo mecánico mayor y un incremento de la flexión de rodilla implica el aumento de la actividad muscular del vasto externo y recto abdominal. Como un todo el ejercicio vibratorio corporal utilizado en este estudio puede ser un herramienta útil para impedir la perdida de masa ósea, y ser un medio para trabajar los músculos del tren inferior y de la espalda baja.