

Efectos agudos sobre la mejora de la flexibilidad de los isquiosurales mediante un trabajo con vibraciones mecánicas

ANA INÉS CAMPOAMOR SCHUNK

Licenciada en Educación Física (ISEF). Master en Rendimiento Deportivo, Tecnificación y Alto nivel (RETAN). Universidad de Barcelona, España.
Contacto: anitacampoamor@hotmail.com

Recibido: 26.05.2016
Aprobado: 28.10.2016

Resumen: **Introducción:** las vibraciones mecánicas son un método de entrenamiento que está en auge por estos tiempos aportando beneficios a los diferentes sistemas del organismo. **Objetivos:** el presente estudio busca observar los efectos agudos de un programa con vibraciones mecánicas de cuerpo completo en plataforma vibratoria sobre la capacidad de flexibilidad de los isquiosurales en adultos jóvenes. **Métodos:** 21 sujetos de la población general, con edades comprendidas entre los 25-35 años, participaron de forma voluntaria en este estudio. Fueron aleatoriamente asignados a un grupo experimental (GE1: N=7 o GE2: N=7) o a un grupo control (GC: N=7). Todos realizaron un entrenamiento que consistía de 5 series de ejercicios de 45 segundos (s) sobre una plataforma vibratoria: el GE1 utilizó frecuencia (F)=25 Hz y amplitud (A)=2 mm, el GE2 utilizó F=45 Hz y A=2 mm, mientras que el GC realizó los ejercicios sobre la plataforma pero sin vibraciones. Para valorar la flexibilidad de la musculatura isquiosural se utilizó el test "Active Knee Extension" antes y después de la intervención. **Resultados:** Los efectos agudos del entrenamiento con vibraciones mecánicas de cuerpo completo mostraron un aumento significativo en la flexibilidad de la musculatura isquiosural observándose en GE1 (+7,41°) y GE2 (+ 9,57°) mayores ganancias en la amplitud de movimiento en comparación al GC (+2,28°; p<0.05). Además, dichas ganancias perduraron más en el tiempo en GE1 y GE2 con respecto a quienes entrenaron sin vibraciones. **Conclusiones:** Un programa corto de entrenamiento con vibraciones mecánicas de cuerpo completo (25/45 Hz; 2 mm) mejora la flexibilidad de la musculatura isquiosural en adultos jóvenes de la población general.

Palabras clave: Vibración Mecánica. Flexibilidad. Musculatura isquiosural. Entrenamiento. Efectos agudos.

ACUTE EFFECTS OF IMPROVEMENT HAMSTRING FLEXIBILITY BY WORKING WITH WHOLE BODY VIBRATION

Abstract: **Introduction:** mechanical vibrations are a training method that is on rise in these times providing benefits to different body systems. **Objectives:** the present study seeks to observe the acute effects of a full body program with WBV on vibration plate on the capacity of hamstring flexibility in young adults. **Methods:** 21 subjects from the general population, aged between 25-35 years, participated in this study voluntarily. They were randomly assigned to an experimental group (GE1: N=7 or GE2: N=7) or in a control group (GC: N=7). All were a workout that consisted of 5 series of exercises of 45 seconds on a vibrating platform: the GE1 used F=25 Hz and A=2 mm, the

GE2 used $F=45$ Hz and $A=2$ mm while the GC conducted exercises on the platform but without WBV. To assess the flexibility of hamstrings the active knee extension test was done before and after the intervention. **Results:** The acute effects of whole body vibration showed a significant increase in hamstring flexibility being observed in GE1 ($+7,41^{\circ}$) and GE2 ($+9,57^{\circ}$) greater gains compared to GC ($+2,28^{\circ}$; $p<0.05$). Such results lasted longer in GE1 y GE2 than in subjects who trained without vibration. **Conclusions:** A short training program with whole body vibration (25/45 Hz; 2 mm) improves hamstrings flexibility in young adults in the general population.

Key words: Vibration Mechanics. Flexibility. Hamstring. Training. Acute Effects.

INTRODUCCIÓN

Vibraciones Mecánicas

Atendiendo al aporte científico de los últimos 10 años, existen varias revisiones (DA SILVA, PADULLÉS Y VAAMONDE, 2006a; 2006b; RITTWEGGER, 2010; COCHRANE, 2011) y artículos de investigación (CRONIN, NASH Y WHATMAN, 2008; CARRASCO *et al.*, 2009; GARATACHEA; SANTIN-MEDEIROS, 2010; COCHRANE, 2013; MORAS, MUÑOZ; RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, 2013) que tratan sobre experimentos realizados con un nuevo sistema de entrenamiento que aplica vibraciones mecánicas (VM) sobre una parte o sobre la totalidad del cuerpo humano (VCC). Así, se ha descubierto que el entrenamiento con VM puede tener efectos positivos sobre las diferentes estructuras y sistemas del organismo (DA SILVA, PADULLÉS Y VAAMONDE, 2006b; KLEINODER, MESTER Y YUE, 2006).

Las VM son un tipo de entrenamiento que está en auge desde hace varios años tanto dentro del ámbito del alto rendimiento deportivo (DA SILVA, PADULLÉS Y VAAMONDE, 2006a) como dentro de la salud, para la prevención y rehabilitación (RITTWEGGER, 2010; COCHRANE, 2013). Cuando se utiliza correctamente, se observan resultados beneficiosos sobre músculos, huesos, tendones y articulaciones (DA SILVA, PADULLÉS Y VAAMONDE, 2006b; KLEINODER *et al.*, 2006; RITTWEGGER, 2010) y esto tiene efectos positivos en la fuerza (ISSURIN, LIEBERMANN Y TENENBAUM, 1994; DIPLA *et al.*, 2013), flexibilidad (ISSURIN, LIEBERMANN Y TENENBAUM, 1994; COCHRANE; STANNARD, 2005; JEMNI *et al.*, 2006; CRONIN *et al.*, 2008;

AYRES *et al.*, 2008; CHANOU *et al.*, 2010; EGGETT *et al.*, 2010; BAKHTIARY *et al.*, 2011; DIPLA *et al.*, 2013; velocidad (PARADISIS; ZACHAROGIANNIS, 2007) y la potencia (COCHRANE; STANNARD, 2005). Por ello, muchos especialistas del ejercicio consideran este nuevo método de entrenamiento como uno de los mayores avances de los últimos tiempos en el desarrollo y optimización de las diferentes capacidades motoras (DA SILVA, PADULLÉS Y VAAMONDE, 2006a).

Las VM pueden generarse sobre un lugar específico o sobre el cuerpo completo, conocidas éstas últimas como vibración de cuerpo completo (VCC) o *Whole body vibration* (WBV). Existen varios dispositivos diseñados para ello pero el más utilizado actualmente son las plataformas vibratorias (PV). Existen 2 tipos de plataformas, unas que emiten una oscilación controlada de tipo sincrónico o vertical y otra que funciona sobre un eje antero-posterior que provoca vibraciones laterales, alternadas y asincrónicas. En dichas plataformas se puede controlar algunos parámetros del estímulo vibratorio como: la frecuencia (Hz), la amplitud (mm) la aceleración ($m\ s^{-1}$) y el tiempo de aplicación (s). Las PV de oscilación vertical están diseñadas para emitir vibraciones tridimensionales controladas a todo el cuerpo provocando efectos similares al entrenamiento convencional con ciclos de estiramiento-acortamiento también controlados (MORAS; TOUS, 2004; RITTWEGGER, 2010). A causa de la vibración el tejido muscular modifica su longitud en un corto período de tiempo lo cual desencadena (por su rápido estiramiento) la estimulación del reflejo tónico vibratorio que provoca la estimulación muscular por vía refleja (MORAS; TOUS, 2004).

Este método produce un gran volumen de trabajo que no es fácilmente reproducible en otros sistemas: mantener 30 s una sentadilla sobre la PV con una frecuencia de 30 Hz genera 900 contracciones musculares (DA SILVA, PADULLÉS Y VAAMONDE, 2006a). La aplicación de vibraciones controladas genera un aumento inmediato de la actividad electromiográfica (EMG), que puede inducir respuestas hormonales y generar cambios estructurales tanto en huesos como en tendones y músculos (DA SILVA, PADULLÉS Y VAAMONDE, 2006b).

Cuando se utilizan correctamente, la facilidad de uso de las PV, el poco tiempo que implica completar una sesión de entrenamiento (10-20 min) y los beneficios que se observan, las presenta como una de las opciones más tentadoras del mercado para entrenamientos complementarios y/o alternativos al deportivo convencional (DA SILVA, PADULLÉS Y VAAMONDE, 2006a).

FLEXIBILIDAD Y VIBRACIONES MECÁNICAS

“La flexibilidad, circunscrita al ámbito de prestación deportiva, viene a representar junto a la elasticidad, una de las manifestaciones que queda englobada dentro del concepto general de amplitud de movimiento (ADM). Todas las acciones deportivas se caracterizan por poseer una determinada ADM, que está condicionada por el recorrido articular y la velocidad y/o aceleración generada” (IRURTIA, 2010, p. 24). La flexibilidad entendida como una manifestación de la ADM es una de las capacidades motoras más determinantes en deportes donde se requieren grandes recorridos articulares. Aunque se manifiesta en mayor o en menor medida según la especialidad deportiva que se practique influye en la realización de todos los gestos motores, por lo que es necesario contemplarla dentro de la planificación del entrenamiento en conjunto con la fuerza y las demás capacidades motoras durante el proceso de optimización del rendimiento deportivo (IRURTIA, 2010).

Gran parte de los estudios que han utilizado las VM para la mejora de la flexibilidad lo han hecho en el ámbito del entrenamiento deportivo. En ellos se encuentran resultados positivos que muestran ganancias importantes en cuanto a la flexibilidad de los isquiosurales. Cochrane y Stannard (2005) revelan mejoras de un 8,2% en el test Sit and Reach (SR); Cronin, Nash y Whatman

(2007) observan mejoras entre el 1.6–2.1% con un Test de ROM dinámico; Dipla *et al.* (2013) revelan un 13% de mejoría con el test SR; Issurin, Liebermann y Tenenbaum (1994) observan que los sujetos que utilizaron estiramientos estáticos con VM mejoraron 14,5 cm en el split frente a 4,1 cm de quienes hicieron el entrenamiento convencional sin vibración; Jemmi *et al.* (2006) en un estudio con gimnastas altamente entrenados que realizan estiramientos estáticos combinados con VCC también muestran incrementos significativos de la flexibilidad en el forward split.

Pese a los beneficios demostrados en el entorno deportivo, escasas son las publicaciones que han utilizado las VM para estudiar el impacto en la población general sobre la flexibilidad en busca de una mejora de la movilidad y autonomía (GARATACHEA; SANTIN-MEDEIROS, 2010; BAKHTIARY *et al.*, 2011; DIPLA *et al.*, 2013). Según los parámetros de VCC utilizados en otras investigaciones ya referenciadas se seleccionan 5 ejercicios de estiramiento estático y programas de entrenamiento con 1 amplitud y 2 frecuencias diferentes de vibración para llevar adelante el mismo.

El objetivo principal del presente estudio fue valorar los efectos agudos de un programa de VM sobre PV en la mejora de la flexibilidad isquiosural en un grupo de adultos jóvenes sanos. En caso de observarse efectos beneficiosos, adicionalmente se aportó conocimiento sobre: 1) determinar la existencia o no de un programa de entrenamiento con PV que emiten VCC que sea más eficaz, es decir, donde los parámetros vibratorios utilizados de amplitud, frecuencia y duración generen ganancias mayores en la flexibilidad; 2) observar la latencia de las adaptaciones generadas con este método de entrenamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

Se estudiaron 21 hombres jóvenes adultos sanos de la población general participaron de forma voluntaria en este estudio, presentando una media de la edad de 28,71 ($\pm 2,47$) años. Todos los sujetos fueron previamente valorados en los parámetros antropométricos de peso y talla con lo que se calculó el índice de masa corporal (IMC). Los criterios de inclusión fueron:

edad comprendida entre 25-35 años, sexo masculino, sanos (no presentaban enfermedades de ningún tipo: cardiovasculares, respiratorias, neurológicas, musculoesqueléticas, abdominales o urinarias certificados por un médico) y sedentarios (no realizaban entrenamientos regulares diarios). Los criterios de exclusión: ser sujetos altamente entrenados o deportistas de elite. Todos los participantes dieron su consentimiento por escrito antes de iniciarse el estudio.

Materiales

Para llevar a cabo este estudio se calibraron todos los instrumentos. Se utilizó: una báscula digital, un tallímetro, una bicicleta ergométrica con pulsómetro (Athletic, 1800BVP, Brasil), una plataforma vibratoria (Fitvibe, Pasweg6a 3740 Blizen, Bélgica) que emite vibraciones verticales, una cámara de fotos (Canon, EOS 6D, Japón), un trípode (Vivitar®, VPT3662 62", U.S.) y un goniómetro manual para realizar las mediciones del test. Se analizaron los datos empleando el paquete estadístico PASW Statics 18 versión 18.0.0 Copyright©2009.

Método

Preparación: se subdividieron al azar en 3 grupos de 7 sujetos cada uno y se le asignaron aleatoriamente (método doble ciego) un programa de entrenamiento sobre la PV con características específicas. Así se conformaron: el Grupo Control "GC" (N=7) que realizó los ejercicios sobre la plataforma pero sin estimulación mecánica; el Grupo Experimental 1 "GE1" (N=7) que realizó el entrenamiento con 25 Hz y 2 mm de amplitud; y el Grupo Experimental 2 "GE2" (N=7) que lo realizó con 45 Hz y 2 mm. Se evaluó además la flexibilidad de los isquiosurales con un goniómetro manual mediante el test "Active Knee Extensión" (AKE) o "Ángulo Poplíteo" validado por Gajdosik y Lusin (1983), siguiendo la metodología de los autores. Primero se midió en situación de reposo (pre-test) para luego volver a medirlo post intervención (re-test).

Para el registro de las imágenes se colocaron algunas marcas de referencia en la camilla para lograr un buen encuadre de las mismas, ubicando

la cámara frente a ésta y fija sobre el trípode lográndose que los sujetos quedaran enfocados en el centro de la imagen con los 3 puntos anatómicos de referencia visibles: maléolo externo, cóndilo femoral externo y trocánter del fémur (Figura 1). La valoración del AKE se realizó en grados, utilizando un goniómetro manual que midió la extensión de la rodilla de forma activa, con las referencias anatómicas previamente colocadas. Todos los grupos debían realizar luego del pre test 5 ejercicios de estiramiento estático (3 no asistidos y 2 asistidos) de 45 s de duración cada uno, con el mismo tiempo de pausa (relación 1:1 tiempo de trabajo-recuperación).



Figura 1. Test "Active Knee Extension".

Día del estudio

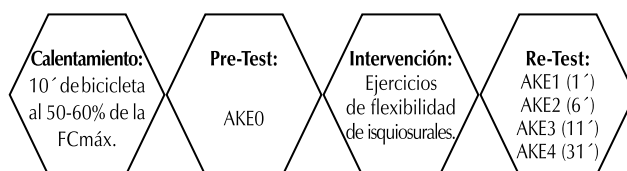


Figura 2. Descripción de las 4 etapas del protocolo¹.

Análisis Estadístico

Los datos recogidos del estudio se analizaron empleando el paquete estadístico PASW Statics 18 versión 18.0.0 Copyright©2009. Se analizó la normalidad de los datos a través Shapiro-Wilk.

¹ 1) Entrada en calor; 2) Evaluación de la Flexibilidad con Pre-test; 3) Intervención con 5 ejercicios de flexibilidad en PV; y 4) Instancias posteriores a la intervención para evaluar la flexibilidad de isquiosurales en los 4 Test posteriores.



Las diferencias entre las medias estadísticas de los grupos se analizaron con un ANOVA de medidas repetidas, con un análisis pos hoc y ajuste de Bonferroni. Se trabajó con un nivel de confianza al 95%.

RESULTADOS

Medidas Antropométricas. Los sujetos presentaron una media del peso de $(78,82 \pm 9,60 \text{ kg})$, una media de la talla de $(1,75 \pm 0,08 \text{ m})$, y un IMC de $(25,67 \pm 2,76 \text{ kg/m}^2)$.

Flexibilidad de los isquiosurales. La distribución de los datos cumplieron con el supuesto de normalidad ($p > 0,05$). Se presenta en la Tabla 1 las medias y desviaciones estándar para cada grupo (GC, GE1 y GE2) en cada instancia de evaluación.

Tabla 1. Test de flexibilidad AKE para cada uno de los tres grupos.

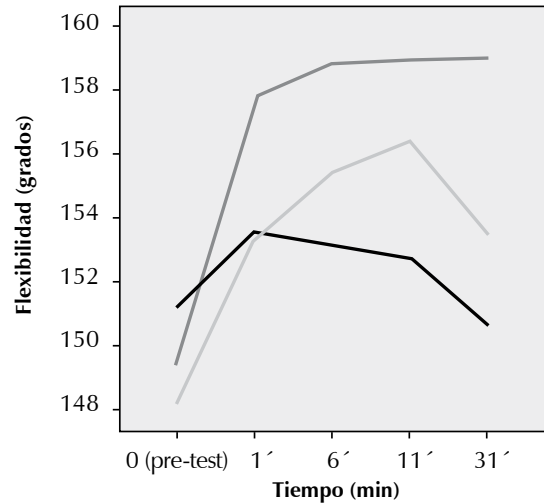
Media y DE			
Grupos Test	GC (s/v) n=7	GE1 (25HZ) n=7	GE2 (45HZ) n=7
AKE0	151,29 ^o ± 10,029	148,29 ^o ± 10,452	149,43 ^o ± 8,344
AKE1	153,57 ^o ± 10,277	153,29 ^o ± 9,304*	157,86 ^o ± 6,336
AKE2	153,29 ^o ± 10,161	155,43 ^o ± 10,422***	158,86 ^o ± 5,305
AKE3	152,71 ^o ± 9,673	156,43 ^o ± 11,473***	159,00 ^o ± 5,260**
AKE4	150,71 ^o ± 9,069	153,57 ^o ± 10,706 *	159,00 ^o ± 7,000***

Referencias: DE=Desviación Estándar; GC=Grupo control; GE1=Grupo Experimental 1; GE2=Grupo Experimental 2; AKE=Active Knee Extension Test; *Significancia ($p < 0,05$); **Significancia ($p < 0,01$); ***Significancia ($p < 0,001$).

Fuente: Elaboración propia (2015).

Los efectos agudos del entrenamiento con VCC mostraron un aumento significativo ($p < 0,01$) en la flexibilidad de la musculatura isquiosural, observándose en GE1 y GE2 mayores ganancias en la ADM en comparación al GC (Gráfico 1). También se puede observar que esos grados ganados en ADM se mantienen más en el tiempo en los sujetos que pertenecen al GE1 y GE2 frente a los que entrenaron sin VCC (GC).

Medias de flexibilidad para cada una de las 5 instancias de evaluación



Grupo Control — Experimental 1 — Experimental 2 —

Gráfico 1. Comportamiento de la flexibilidad de los isquiosurales para cada uno de los tres grupos en cada una de las instancias de evaluación.

Fuente: Elaboración propia (2015).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los efectos agudos del entrenamiento con VCC mostraron un aumento significativo en la flexibilidad de la musculatura isquiosural, consistente con lo que se observa en estudios anteriores (COCHRANE; STANNARD, 2005; JEMNI *et al.*, 2006; DIPLA *et al.*, 2013). Mientras que en el GC (sin VM) apenas existieron cambios en la flexibilidad con respecto al nivel inicial de reposo (+2,28^o); en el GE2 (F=45 Hz) se observaron las mayores ganancias del ROM post intervención (+9,57^o). Otros estudios también revelan ganancias significativas utilizando la misma frecuencia vibratoria. Cronin, Nash y Whatman (2007) utilizando una F=45 Hz observaron mejoras entre el 1.6 – 2.1 % con un test de ROM dinámico; Issurin, Liebermann y Tenenbaum (1994) utilizando una F=44 Hz combinada con ejercicios de estiramiento revelaron ganancias en el Split de un 14,5 cm frente a 4,1 cm respecto quienes realizaron solo el

entrenamiento de flexibilidad convencional. Sin embargo, Cardinale y Lim (2003) con el test SR observaron con un grupo de mujeres sedentarias que utilizando $F=40$ Hz y $A=4$ mm no sólo no mejoraba la flexibilidad sino que incluso la disminuía; mientras que utilizando $F=20$ Hz y $A=4$ mm con la misma muestra sí se apreciaban mejoras en la flexibilidad. En el GE1 ($F=25$ Hz) también se observaron ganancias significativas ($+7,41\%$). Otras investigaciones también muestran efectos positivos en la flexibilidad utilizando parámetros vibratorios similares. Cochrane y Stannard (2005) con una $F=26$ Hz observaron mejoras de un $8,2\%$ en el test SR; JEMNI *et al.* (2006) con una $F=30$ Hz obtuvieron aumentos muy significativos en el Split para ambas piernas en los sujetos que entrenaron con VCC; DIPLA *et al.* (2013) utilizando una $F=25$ Hz también revelaron mejorías del 13% en el test SR.

En cuanto a la latencia de las ganancias conseguidas post entrenamiento, se observa un comportamiento diferente según el grupo experimental tratado. Mientras que en el GC los pocos grados ganados se pierden rápidamente después de la intervención (en el re-test de los 11 min ya empezaron a disminuir), los sujetos que trabajaron con VMC (GE1 y GE2) muestran un comportamiento más estable de las ganancias conseguidas. Cronin; Nash; Whatman (2008) evalúan a los sujetos nuevamente pasados 10 min de la intervención, mientras que Chanou *et al.* (2010) realizan el re-test 15 min posteriores a la intervención y ambos estudios observan también el mismo comportamiento en el tiempo. En el GE2 las ganancias mayores se dieron en el AKE1 (1 min post intervención) y siguieron aumentando con pequeños incrementos hasta el AKE3 (11 min post intervención), las que se mantuvieron incluso en el AKE4 (31 min post intervención). En el GE1 los aumentos fueron significativos hasta el re-test AKE3 ($+7,41$), en la siguiente instancia de evaluación (AKE4) ya comienzan a deteriorarse ($-2,13$). Los logros conseguidos luego de la intervención con VM perduran más en el tiempo cuando los sujetos combinan el entrenamiento de flexibilidad con VCC (CHANOU *et al.*, 2010). Estos cambios podrían atribuirse a la contribución del reflejo tónico vibratorio al estiramiento que lo convierte en tensión activa.

De los datos recabados, se comprueba que existe un programa de entrenamiento con VCC que provoca mayores beneficios en la mejora de la flexibilidad de la muestra seleccionada. Este programa responde a ciertos parámetros específicos de VM de $F=45$ Hz, $A=2$ mm y $T=45$ s (duración de cada ejercicio con el mismo tiempo de pausa). Es posible que utilizando la misma metodología de trabajo sobre una PV existan otros parámetros de VCC que también provoquen cambios positivos en la flexibilidad de la musculatura implicada sobre hombres adultos jóvenes sanos de la población general como se observó en el presente estudio utilizando $F=25$ Hz.

Los mecanismos responsables de provocar dichas ganancias aún no están claramente identificados. Las VM podrían potenciar los reflejos espinales, inhibiendo los antagonistas y potenciando la musculatura agonista logrando así un mayor estiramiento. Otros mecanismos que pueden influir en la mejora de la extensibilidad de la musculatura implicada y de la ADM podrían ser: la disminución de la rigidez musculotendinosa (stiffness), el aumento del flujo sanguíneo y/o el aumento del umbral del dolor (COCHRANE, 2013).

Determinar si existen otros parámetros de entrenamiento con VCC que también resulten beneficiosos e identificar los mecanismos que provocan las ganancias son cuestiones que podrían ser consideradas en futuras investigaciones.

Las VCC pueden utilizarse con diferentes objetivos de entrenamiento en atletas de elite para la optimización del rendimiento deportivo (DA SILVA *et al.*, 2006a); mejoran considerablemente la flexibilidad de personas sanas, jóvenes y deportistas (COCHRANE, 2013). Los resultados de este estudio demuestran que las VM son también un método efectivo para trabajar con adultos jóvenes sanos de la población general en la mejora de la ADM, posibilitándoles una mayor autonomía y una mejor calidad de vida.

En conclusión, un programa corto de entrenamiento con VCC sobre PV con 5 series de 45 s, $F=25/45$ Hz y $A=2$ mm mejoran significativamente la capacidad de flexibilidad en hombres adultos jóvenes sanos de la población general. Estos beneficios son mayores y se mantienen más tiempo cuando el estímulo vibratorio utilizado es de $F=45$ Hz.

REFERENCIAS

- ALCARAZ, P. *et al.* Efectos agudos de las vibraciones mecánicas sobre el salto vertical. **Apunts. Educación Física y Deportes**, Barcelona, n. 87, p. 81-85, 2007.
- AYALA, F. *et al.* Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: análisis de la fiabilidad y validez. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, Andalucía, v. 5, n.2, p. 63-70, mar. 2012.
- AYRES, C. *et al.* Vibration and Stretching Effects on Flexibility and Explosive Strength in Young Gymnasts. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 1, p. 133-140, 2008.
- BAKHTIARY, A. *et al.* Localised application of vibration improves passive knee extension in women with apparent reduced hamstring extensibility: a randomised trial. **Journal of Physiotherapy**, n. 57, p. 165-171, 2011.
- CARDINALE, M.; LIM, J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. **Medicina Dello Sport**, v. 56, n. 4, p. 287-292, 2003.
- CARRASCO, L. *et al.* Efecto de una sesión con vibraciones mecánicas sobre la capacidad de salto. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, Sevilla, vol. 9, n. 36, p. 366-378, oct. 2009. Disponible en: <<http://www.edeporte.rediris.es/revista36/artefecto112.htm>> Acceso en: 30 mar. 2015.
- CHANOU, K. *et al.* The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, n. 13, p. 438-443, 2010.
- COCHRANE, D. Vibration exercise: the potential benefits. **International Journal of Sports Medicine**, n. 32, p. 75-99, 2011.
- COCHRANE, D. The sports performance application of vibration exercise for warm-up, flexibility and sprint speed. **European Journal of Sport Science**, v. 13, n. 3, p. 256-271, 2013.
- COCHRANE, D.; STANNARD, S. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. **British Journal of Sports Medicine**, n. 39, p. 860-865, 2005.
- CRONIN, J.; NASH, M.; WHATMAN, C. The effect of four different vibratory stimuli on dynamic range of motion of the hamstrings. **Physical Therapy in Sport**, n. 8, p. 30-36, 2007.
- CRONIN, J.; NASH, M.; WHATMAN, C. The acute effects of hamstring stretching and vibration on dynamic knee joint range of motion and jump performance. **Physical Therapy in Sport**, n. 9, p. 89-96, 2008.
- DA SILVA, M.; PADULLÉS, J.; VAAMONDE, D. Efectos del entrenamiento con vibraciones mecánicas sobre la `performance´ neuromuscular. **Apunts. Educación Física y Deportes**, Barcelona, n. 84, p. 39-47, 2006a.
- DA SILVA, M.; PADULLÉS, J.; VAAMONDE, D. Entrenamiento con vibraciones mecánicas y salud: efectos sobre el sistema óseo, endócrino y cardiovascular. **Apunts. Educación Física y Deportes**, Barcelona, n. 84, p. 48-57, 2006b.
- DIPLA, K *et al.* Whole-body vibration training improves flexibility, strenght profile of knee flexors, and hamstrings-to-quadriceps strength ratio in females. **Journal of Science and Medicine Sports**, n. 16, p. 477-481, 2013.
- EGGETT, D.L. *et al.* Whole Body Vibration as an Adjunct to Static Stretching. **International Journal of Sports Medicine**, n. 31, p. 584-589, 2010.
- GAJDOSIK, R.; LUSIN, G. Hamstring Muscle Tightness: Reliability of an Active-Knee-Extension Test. **Journal of the American Physical Therapy Association**, v. 63, n. 7, July 1983.
- GARATACHEA, N.; SANTIN-MEDEIROS, F. Efectos musculoesqueléticos del entrenamiento con vibraciones en ancianos. **Revista Española de Geriatría y Gerontología**, Barcelona, v. 45, n. 5, p. 281-284, 2010.



IRURTIA, A. **Valoración multidimensional y rendimiento deportivo en gimnasia artística masculina.** 2010. 417 p. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Barcelona, 2010.

ISSURIN, V.; LIEBERMANN, D.; TENENBAUM, G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. **Journal of Sports Sciences**, n. 12, p. 561-566, 1994.

JEMNI, M. et al. Flexibility enhancement with vibration acute and long term. **Medicine and Sciences in Sports and Exercises**, v. 38, n. 4, p. 720-725, 2006.

KLEINODER, H.; MESTER, J.; YUE, Z. Vibration training: benefits and risks. **Journal of biomechanics**, n. 39, p. 1056-1065, 2006.

MAYORGA-VEGA, D.; MERINO-MARBAN, R.; VICIANA, J. Criterion-Related Validity of Sit-And-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: A Meta-Analysis. **Journal of Sports Science and Medicine**, n. 13, p. 1-14, jan. 2014.

MORAS, G.; TOUS, J. Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura. **EF y Deportes. Revista digital**, Buenos Aires, año 10, n. 79, dic. 2004.

MORAS, G.; MUÑOZ, C.; RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, S. Efecto de 8 semanas de entrenamiento con vibraciones en la tercera edad. **Revista Española de Geriatría y Gerontología**, Barcelona, v. 48, n. 1, p. 15-21, 2013.

PARADISIS, G.; ZACHAROGIANNIS, E. Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. **Journal of Sports and Science Medicine**, n. 6, p. 44-49, 2007.

RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. **European Journal of Applied Physiology**, n. 108, p. 877-904, 2010.