

EFFECTO DE UN ENTRENAMIENTO VIBRATORIO SOBRE LA CINEMÁTICA DE LA GLUCOSA, PRESIÓN ARTERIAL, Y DINAMOMETRÍA MANUAL

EFFECT OF VIBRATION TRAINING ON THE GLUCOSE KINETICS, ARTERIAL PRESSURE, AND GRIP STRENGTH DYNAMOMETRY

RESUMEN

Introducción: El entrenamiento mediante vibraciones mecánicas se ha mostrado como una forma alternativa de ejercicio, con la finalidad de producir respuestas adaptativas similares a las del entrenamiento con resistencias. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que produce la exposición a un entrenamiento vibratorio sobre las variaciones de la glucosa, la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la dinamometría manual.

Material y métodos: Para ello, 16 varones activos, fueron expuestos a un protocolo vibratorio formado por 2 series de 5 min (frecuencia = 26 Hz; amplitud = 4 mm; y recuperación inter-serie = 3 min). Se analizó la presión arterial sistólica y diastólica, la frecuencia cardíaca, la fuerza isométrica de los flexores de la mano derecha, y la glucosa sanguínea, antes de, durante, en la recuperación, y al finalizar las series, así como a los 2 min y a los 5 min de finalizar la segunda.

Resultados: Los resultados muestran que este protocolo de entrenamiento produce un aumento significativo de la presión sanguínea sistólica durante las series integradas por vibraciones, además de disminuciones significativas entre estas series y a los 2 y 5 minutos post esfuerzo. A su vez, la frecuencia cardíaca media presenta valores significativamente mayores tanto en la primera y segunda serie, como inmediatamente después de terminar el protocolo, y 2 min después de la segunda serie, en comparación con el pre-test. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en relación a la fuerza isométrica manual evaluada, ni descensos significativos en la cinemática de la glucosa.

Conclusiones: El protocolo establecido produce un efecto agudo sobre los parámetros de tipo cardiovascular estudiados, mientras que el efecto no es significativo sobre los factores relacionados con el metabolismo de la glucosa y el rendimiento.

Palabras clave: Entrenamiento vibratorio. Glucosa. Presión arterial. Frecuencia cardíaca. Dinamometría manual.

SUMMARY

Introduction: Mechanical vibration training has been as an alternative form of exercise, with the purpose to produce adaptive responses similar to those of resistance training. The aim of this study was to evaluate the effect that a vibratory training produces on blood glucose concentration, the arterial pressure, the heart rate and the grip strength dynamometry.

Material and methods: Sixteen healthy men were exposed to a whole body vibratory protocol formed by 2 series of 5 min (frequency = 26 Hertz; amplitude = 4 mm; and recovery Inter-series = 3 min). Systolic and diastolic arterial pressure, heart rate, isometric force of the flexors of the right hand, and blood glucose concentration was determined, before, during, in the recovery, and at the end of the series, as well as to the 2 min and the 5 min to finalize second.

Results: The results show that this training protocol produces a significant increase of the systolic blood pressure during vibration training stimulus. In addition, a significant decrease between these series and post 2 and post 5 min was observed. As well, the heart rate shows greater values in the first and second series, like immediately after finishing the protocol, and 2 min after the second series, in comparison with the pre-test. Nevertheless, were not significant differences in relation to the grip strength dynamometry assessed, nor significant alterations in glucose kinetics.

Conclusions: The established protocol produces an acute effect on the cardiovascular parameters analyzed, whereas the effect is not significant on glucose metabolism and grip strength performance.

Key words: Vibratory training. Glucose. Arterial pressure. Frequency cardiac. Grip strength dynamometry.

Esmeraldo
Martínez
Pardo^{1,2}

Pedro E.
Alcaraz^{1,3}

Francisco
Mesa^{1,4}

Luis
Carrasco⁵

¹Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

²Licenciado en Psicopedagogía Dpto. de Educación Física. I.E.S.

Cabo de la Huerta. Alicante

³Máster Universitario en Alto Rendimiento Deportivo. Dpto. de Ciencias

de la Actividad Física y del Deporte Universidad Católica de Murcia.

Guadalupe.

⁴Coordinador del Área de Preparación Física del Sevilla F.C.

⁵Doctor en Educación Física. Máster Universitario en Alto Rendimiento Deportivo. Dpto. de Educación Física y Deporte. Universidad de Sevilla

CORRESPONDENCIA:

Esmeraldo Martínez Pardo
Departamento de Educación Física. I.E.S. Cabo de la Huerta. Avda. Costa Blanca, 17. 03540 Alicante.
E-mail: aldogori@hotmail.com

Aceptado: 28.03.2008 / Original n.º 542

INTRODUCCIÓN

Las peculiaridades de cada deporte determinan las respuestas y adaptaciones biológicas que se producen¹. No obstante, el entrenamiento mediante vibraciones mecánicas se ha mostrado como una forma alternativa de ejercicio con la finalidad de producir respuestas adaptativas similares a las del entrenamiento con resistencias². Recientemente, el uso de estas vibraciones con la intención de mejorar en los regímenes de entrenamiento de los deportistas, ha venido a ser objeto de estudio de numerosas investigaciones realizadas con rigor científico³⁻⁶. Entrenamientos de esta índole, se han utilizado durante la ejecución de movimientos en ejercicios que implican fuerza muscular en la flexión y extensión de piernas⁷ y de brazos^{3,5,8}, así como, en aquellos que implican una vibración completa de todo el cuerpo sobre una plataforma⁹⁻¹².

La respuesta endocrina ocasionada por el entrenamiento vibratorio puede variar dependiendo del protocolo de entrenamiento utilizado. Esto se observa en los estudios de Cardinale (2002)¹³, donde la aplicación de 7 minutos de vibraciones corporales administradas a jugadores de balonmano, dieron como resultado un descenso de la testosterona sérica, así como de las concentraciones de cortisol. Además, este descenso paralelo en los niveles de testosterona y cortisol se acompañó de una disminución de la actividad de los ejes pituitario-adrenocortical y pituitario-testicular¹³. Sin embargo, cuando el protocolo de entrenamiento incluye 10 series divididas en dos bloques de 5 series, espaciadas en 1 min cada una y en 6 min los dos bloques, aparece como resultado un incremento del 7% en los valores relativos a la testosterona (T). A su vez, se produce un incremento del 460% de los niveles de hormona del crecimiento (GH), y un descenso del 32% en los valores de cortisol (C)¹³.

Similares resultados muestra el estudio de Bosco, *et al.* (2000)⁹ tras utilizar el mismo protocolo, donde las concentraciones de plasma de T, GH y C fueron medidas, obteniéndose un incremento significativo en las concentraciones de T y GH, disminuyendo a su vez, las de C. Sin embargo, los

resultados del estudio de Kvorning, *et al.* (2006)¹⁴ no muestran diferencias significativas al comparar la muestra hormonal obtenida de T, GH y C, después de 9 semanas de entrenamiento. En la misma línea y, atendiendo a la cinemática de la glucosa, se haya el estudio de Egger y Monnier (2006)¹⁵ que concluye tras aplicar a 18 sujetos sanos un entrenamiento vibratorio de 8 minutos (frecuencia = 20-25 Hz), que no existe riesgo de hipoglucemia, al no aparecer cambios significativos en los niveles de glucosa sanguínea. Sin embargo, el estudio de Di Loreto, *et al.* (2004)¹⁶, obtuvo un descenso significativo ($p = 0.049$) en las concentraciones de glucosa plasmática en 10 varones sanos, tras un entrenamiento vibratorio de 25 minutos (frecuencia = 30 Hz).

Por otro lado, y en relación al sistema cardiovascular, el estudio de Mester, *et al.* (2006)¹⁷, valoró los parámetros cardiovasculares de la frecuencia cardíaca (FC), la presión arterial media, sistólica y diastólica (PAM, PAS, PAD), el gasto cardíaco (CO), la resistencia periférica total (TPR), así como el electrocardiograma (ECG). Los resultados de los dos sujetos presentaron las siguientes características comunes:

- A excepción del último test vibratorio (frecuencia = 50 Hz; amplitud = 4 mm), la TPR incrementó considerablemente en ambos sujetos durante las vibraciones comparándose con el momento anterior a los tests.
- La PAM aumentó durante las vibraciones en ambos sujetos manteniendo un CO necesario.
- Después de los tests vibratorios, la TPR descendió a un valor inferior, incluso al obtenido anteriormente a los tests en los sujetos. Sin embargo, cuando las vibraciones se aplican durante 30 s en una posición estática (amplitud = 1,05 cm; frecuencia = 26 Hz), seguida de flexiones y extensiones de piernas, cargando un peso adicional (40% del peso corporal en hombres; 35% en mujeres), se observó, inmediatamente después, una reducción de la PAD, así como, un aumento de la PAS en relación al estado de reposo.

En otro estudio aparece, la presión arterial (PA) en sus niveles de normalidad 15 min después¹⁸. En esta misma línea, y utilizando la vibración como herramienta de masaje, se ha observado a intensidades bajas (frecuencia entre 15 y 50 Hz), un aumento en el consumo de oxígeno (VO_{2max}), una oxidación muscular y sanguínea, una activación sanguínea tanto local como general, una activación de la temperatura local del tejido sometido al masaje, y una activación de las enzimas musculares. Por otro lado, si se aplica el masaje con altas frecuencias (frecuencia entre 100-170 Hz), se produce un aumento de la PA¹⁹.

Si bien, existen diferentes estudios que muestran la incidencia de las vibraciones corporales sobre los sistemas endocrino^{9,13-16,20}, y cardiovascular^{17,18}, así como sobre el rendimiento^{21,22}. A pesar de ello, aún se desconocen muchos de sus efectos debido a la falta de investigaciones que conjuguen las variables extrínsecas (magnitud, frecuencia, amplitud, duración y dirección) que afectan a las oscilaciones sinusoidales. Por todo ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que tiene la exposición a un entrenamiento vibratorio sobre la concentración sanguínea de glucosa, la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la fuerza isométrica manual.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño

Se realizó un estudio de diseño cuasi-experimental, intra-sujeto y transversal. Las variables dependientes fueron: presión arterial sistólica, diastólica, frecuencia cardíaca, dinamometría isométrica de la mano derecha y glucosa sanguínea. La variable independiente fue el entrenamiento vibratorio.

Sujetos

Dieciséis alumnos sanos, activos, estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte se sometieron voluntariamente al estudio (Tabla 1). Previo a la realización de la fase experimental, a los deportistas se les explicó el protocolo a realizar, una vez dada la conformidad para participar en el mismo y tras firmar un consentimiento informado, se comenzó el estudio.

Procedimiento

El desarrollo de las sesiones de evaluación, siguió los pasos que se muestran en la Figura 1. El estudio comenzó con el pesaje y el tallaje de los sujetos por medio de una báscula con tallímetro (SECA, Germany), además, se les determinó el porcentaje de grasa corporal a través de una bioimpedancia eléctrica (Omron Body Logic Body Fat Analyzer HBF-306C, Omron Healthcare, Inc. Vernon Hills, Illinois). Al finalizar la misma, éstos fueron sometidos a un calentamiento general consistente en 3 min de movilidad articular.

Tras 2 min de recuperación, se les midió la glucosa sanguínea con un glucómetro homologado (Menarini-Diagnostics, Glucocard, G-meter, Italia), con una sensibilidad de $0,1 \text{ mg} \cdot \text{dl}^{-1}$. Para ello, se pinchó en el lateral de la yema del dedo anular de la mano derecha utilizando una lanceta esterilizada (Menarini-Diagnostics, Glucotip, Italia), y se exprimó hasta conseguir una gota adecuada que cubriera bien la tira reactiva del medidor (Menarini-Diagnostics, Glucocard, G-sensor, Italia).

Simultáneamente se midió la PA, tanto diastólica como sistólica, y la FC mediante un tensiómetro (Omron, MX2, Japón), con un sistema de me-

	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC (puntos)	MG (%)
n = 16 ♂	24.4 ± 3.7	66.8 ± 9.6	174.8 ± 5.3	21.8 ± 2.7	10.0 ± 4.6

IMC = índice de masa corporal; MG = masa grasa

TABLA 1.
Características de los sujetos

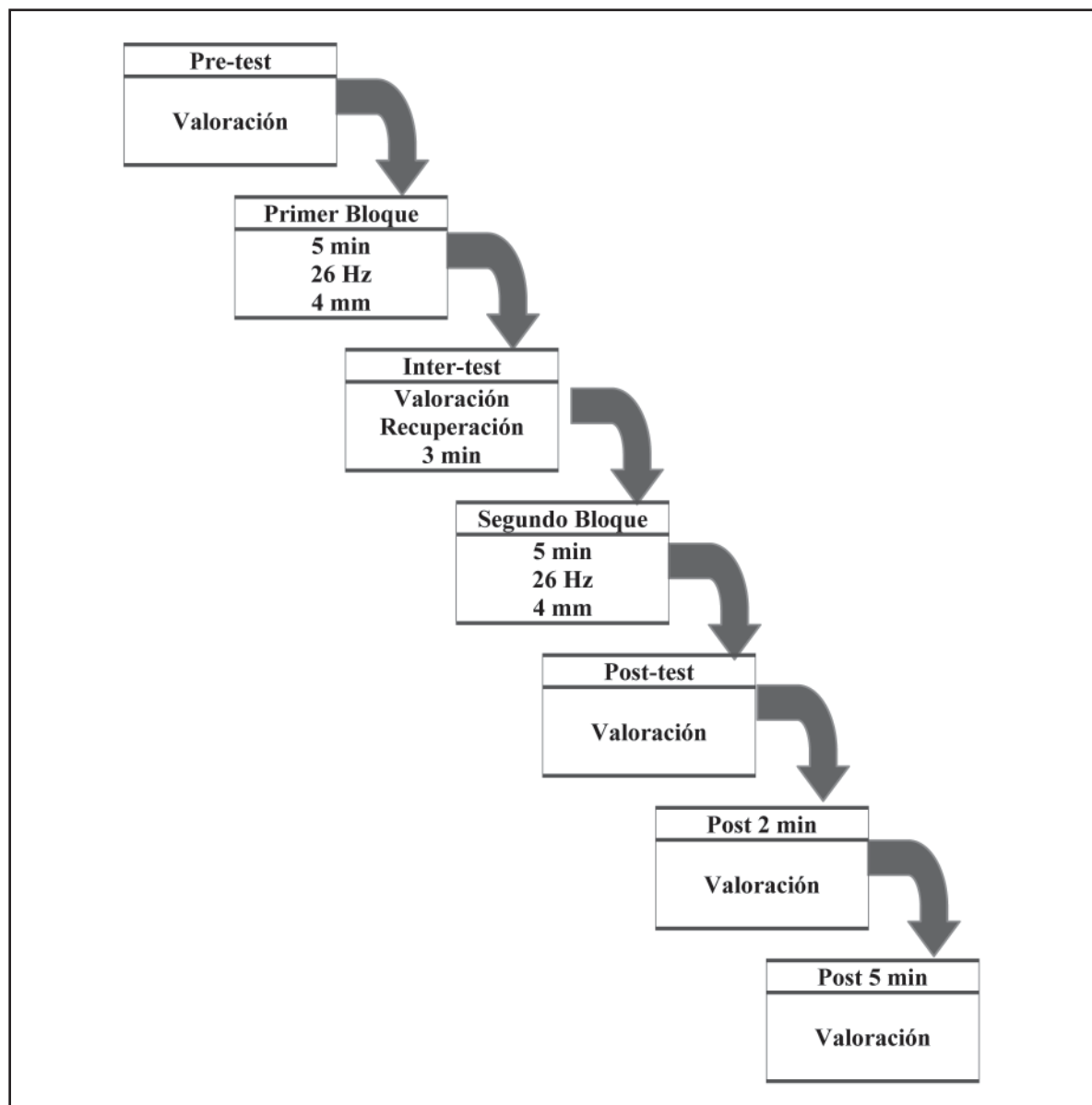


FIGURA 1.
Secuencia del
protocolo utilizado
para el estudio

dición oscilométrico, con un rango de 30-280 mmHg y 40-200 $\text{lat} \cdot \text{min}^{-1}$, este instrumento está validado clínicamente por las normas BHS, AFS-SAPS, GüTESIEGEL y Normativa CEE-02/97. El tensiómetro se colocó en el brazo derecho en estado relajado, situándolo sobre un apoyo, con una angulación de 90° del codo.

Previo a la aplicación del protocolo vibratorio, se evaluó la fuerza isométrica máxima a través de un dinamómetro de agarre manual (T.K.K. 5401,

Japón) con una sensibilidad de 0,1 kilogramo fuerza (Kg_f). Los sujetos del estudio se familiarizaron con el dinamómetro, tras la realización de tres series de calentamiento, manteniéndose de pie y con el aparato de medida paralelo al cuerpo. La amplitud del agarre de cada sujeto se ajustó teniendo en cuenta las falanges mediales de la mano. El agarre del dinamómetro se apretó lo más fuerte que se pudo en cada caso, sin mover el brazo ni la muñeca.

Una vez realizadas todas las medidas correspondientes al pre-test, se aplicó la primera serie vibratoria (frecuencia = 26 Hz; amplitud = 4 mm; duración = 5 min) sobre una plataforma vibratoria con desplazamientos verticales (Galileo Fitness™, Novotec, Alemania). Durante la realización de la serie los sujetos permanecieron en una posición erguida con las rodillas flexionadas 110°, manteniendo, a su vez, una flexión de cadera, quedando sujetos por las manos al soporte vertical de la plataforma. Aproximadamente, hacia la mitad de la serie, se registró la PA y la FC.

Tras la finalización de la primera serie, y durante una micro-pausa de 3 min, al comienzo de la misma, se llevaron a cabo, en el mismo orden, los test descritos con anterioridad (glucosa; PA; FC; y dinamometría manual). Al finalizar la pausa, los sujetos comenzaron la segunda serie vibratoria manteniendo poscriterios de frecuencia y amplitud de la segunda serie, valorando, de nuevo, la PA y la FC, a los 2,5 min aproximadamente, del comienzo.

Al finalizar la segunda serie se realizaron tres mediciones de los parámetros descritos con anterioridad, en el mismo orden (glucosa; PA; FC; y dinamometría manual): la primera se realizó al finalizar la prueba, la segunda, a los 2 min de finalizar la prueba, y la última, a los 5 min de finalizar la prueba.

Análisis estadístico

Se realizaron métodos estadísticos estándar para el cálculo de las medias y de las desviaciones estándar (SD). Para el estudio de las diferencias entre las medidas valoradas en los distintos momentos, se realizó un ANOVA de medidas repetidas con post hoc *Bonferroni* (SPSS 13.0, SPSS Inc., Chicago, IL). Se estableció como valor estadístico de referencia $P \leq 0.05$.

RESULTADOS

En relación a los resultados obtenidos, y atendiendo a las variables PAD y PAS, en la Figura 2 se muestran valores significativamente superior-

res de la PAS durante el primer y segundo bloque en comparación con el pretest. Así mismo, dicha variable presenta disminuciones significativas a los 2 y 5 min posteriores al entrenamiento, tras compararla con los valores obtenidos durante las dos series. En cuanto a la PAD, sólo se hallaron diferencias significativas entre los valores obtenidos tras 5 minutos de haber finalizado el test y los registrados durante el primer bloque.

Por otro lado, cuando se estudia la variable FC, se encuentran diferencias significativamente mayores tanto en la primera y segunda serie, como inmediatamente después de terminar el entrenamiento y 2 min después del test, tras ser comparado con el pretest (Figura 2).

Por último, para la valoración de la dinamometría manual de la mano derecha, así como la cinemática de la glucosa, no se hallaron diferencias significativas entre las valoraciones realizadas (Figura 3).

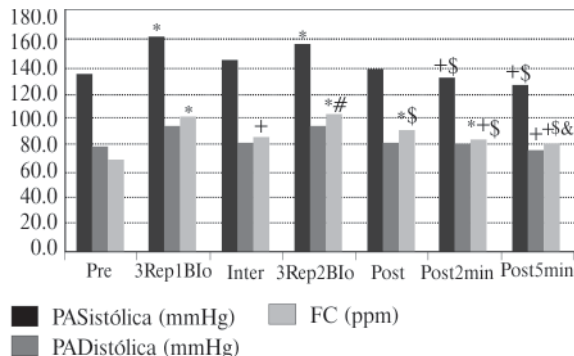


FIGURA 2. Presión arterial sistólica, diastólica y frecuencia cardíaca, así como los momentos de su determinación

* = diferencias significativas con el pre-test; + = diferencias significativas con el 1er bloque; # = diferencias significativas con el inter-test; \$ = diferencias significativas con el 2º bloque; & = diferencias significativas con el post-test. $P \leq 0.05$

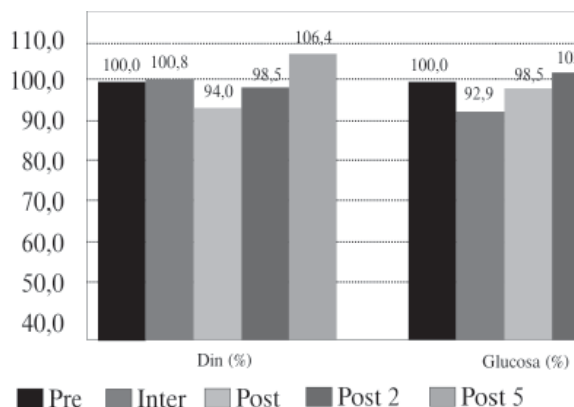


FIGURA 3. Dinamometría manual de la mano derecha y glucosa sanguínea (% del valor hallado en el pre-test)

DISCUSIÓN

Este estudio se diseñó para evaluar los efectos de la vibración corporal sobre la presión arterial (sistólica y diastólica), la glucemia sanguínea, la frecuencia cardiaca, y la fuerza ejercida por los flexores de la mano, en sujetos activos.

Los resultados obtenidos, atendiendo a las variables PAD y PAS, muestran valores significativamente superiores de la PAS durante la primera y segunda serie en comparación con el pretest. Así mismo, dicha variable presenta disminuciones significativas a los 2 y 5 min posteriores al entrenamiento tras compararla con los valores obtenidos durante las dos series de entrenamiento vibratorio. En cuanto a la PAD, sólo se hallan disminuciones significativas tras comparar los valores obtenidos durante la primera serie con los registrados a los 5 min de haber finalizado el test. Similares resultados nos ofrece el estudio de Mester, *et al.* (2006)¹⁷, donde la PAM aumentó durante las vibraciones en los sujetos objeto de estudio. Después de los estímulos vibratorios, la resistencia periférica total descendió a un valor inferior, incluso al obtenido anteriormente a los tests en los sujetos evaluados. Una posible explicación de este descenso, puede deberse a la apertura de más capilares o a la dilatación de algunos vasos, o tal vez, a ambas cosas. Sin embargo, el estudio de Yamada, *et al.* (2005)¹⁹ no encuentra cambios significativos en la PAS y PAD al realizar un mismo ejercicio de sentadilla con vibración y sin ella.

Por otro lado, cuando se estudia la variable FC a lo largo del protocolo, se encuentran diferencias significativamente mayores tanto en la primera y segunda serie, como inmediatamente después de terminar el entrenamiento y 2 min después de la segunda serie, si se compara con el pretest. Resultados parecidos muestra el estudio de Yamada, *et al.* (2005)¹⁹ ya que tras realizar un ejercicio de sentadilla con vibraciones y sin ellas, se encontraron valores significativamente superiores de la frecuencia cardiaca en los sujetos expuestos a dichas vibraciones (frecuencia = 15 Hz; amplitud = 2,5 mm).

Con respecto a la valoración de la dinamometría manual de la mano derecha, no se hallan diferencias significativas entre los momentos en los que fue valorada, siendo la fuerza ejercida, mayor que la obtenida en jugadoras de balonmano de nivel nacional²³. Sin embargo, un estudio ocupacional relacionado con las vibraciones recibidas durante el trabajo, muestra un descenso en la fuerza de agarre debido a la exposición prolongada a vibraciones²⁴. Esto puede deberse a la mayor intensidad y volumen del protocolo diseñado en este último estudio.

Para la cinemática de la glucosa, no se manifiestan diferencias significativas entre los momentos en los que se registraron los valores. En la misma línea de resultados aparece el estudio de Egger y Monnier (2006)¹⁵, quienes, tras aplicar a 18 sujetos sanos un entrenamiento vibratorio de 8 minutos (frecuencia = 20-25 Hz), concluyen que no existe riesgo de hipoglucemia, ya que no aparecieron cambios significativos en los niveles de glucosa sanguínea. Sin embargo, en un estudio similar¹⁶, en el que se sometió a 10 varones sanos a un entrenamiento vibratorio de 25 minutos (frecuencia = 30 Hz), se obtuvo un descenso significativo en las concentraciones de glucosa plasmática, posiblemente por la utilización de ésta por parte de los músculos contraídos. En nuestro estudio, la duración total del entrenamiento vibratorio fue de 10 min, siendo ésta muy similar (8 min) a la del estudio Egger y Monnier (2006)¹⁵. Sin embargo, en el estudio de Di Loreto, *et al.* (2004)¹⁶ la duración fue mayor (25 min), por lo que, los descensos de glucosa se incrementan, en los sujetos de este último estudio, de forma considerable, pudiéndose justificar por un mayor volumen en el protocolo.

El presente estudio muestra que las vibraciones transmitidas al cuerpo a través de una superficie vibratoria producen un aumento significativo de la presión sistólica durante las series integradas por vibraciones. A su vez, la frecuencia cardiaca presenta valores significativamente mayores tanto en la primera y segunda serie, como inmediatamente después de terminar el protocolo y 2 minutos después del test, en comparación con el pretest. Sin embargo, no presenta cambios significativo en relación a la fuerza dinamométrica manual evaluada ni descensos significativos en

las concentraciones sanguíneas de la glucosa. Se puede concluir, por tanto, que el protocolo establecido tiene un efecto agudo sobre los parámetros cardiovasculares estudiados, mientras que el efecto no es significativo sobre los factores metabólicos de la glucosa y de rendimiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Javier Gobante, representante de las plataformas Galileo™ en Andalucía, la colaboración prestada para esta investigación.

B I B L I O G R A F Í A

1. **Álvarez J, Serrano E, Jiménez L, Manonelles P, Corona P.** Perfil cardiovascular en el fútbol-sala. Respuesta inmediata al esfuerzo. *Archivos de Medicina del Deporte* 2001;23(83):199-204.
2. **Cardinale M, Leiper J, Erskine J, Milroy M, Bell S.** The acute effects of different whole body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men: a preliminary study. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 2006;26(6):380-4.
3. **Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O.** Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol* 1999;79:306-11.
4. **Cardinale M, Lim J.** Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *Journal of strength and conditioning research* 2003;17(3):621-4.
5. **Issurin VB, Tenenbaum G.** Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *Journal of Sports Sciences* 1999;17:177-82.
6. **Martínez E, Alcaraz PE, Carrasco L.** Efecto de un entrenamiento vibratorio sobre la cinemática de la glucosa, presión arterial, y dinamometría manual. *Archivos de Medicina del Deporte* 2007;24(121):370.
7. **Rittweger J, Mutschelknauss M, Flesenberg D.** Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol & Func Im* 2003; 23:81-6.
8. **McBride JM, Porcari JP, Scheunke MD.** Effect of vibration during fatiguing resistance exercise on subsequent muscle activity during maximal voluntary isometric contractions. *J Strength Cond Res* 2004;18(4):777-81.
9. **Bosco C, Jcovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, Viru M, De Lorenzo A, Viru A.** Hormonal response to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000;81:449-54.
10. **Cardinale M, Lim J.** The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med Sport* 2003;56:287-92.
11. **Martínez E, Carrasco L, Alcaraz PE, Brunet A, Nadal C.** Efectos agudos de las vibraciones mecánicas sobre el salto vertical. *Apunts: Educación Física y Deporte* 2007;87:81-5.
12. **Rubin C, Pope M, Fritton JCh, Magnusson M, Hansson T, McLeod K.** Transmissibility of 15-Hertz to 35-Hertz Vibrations to the Human Hip and Lumbar Spine: Determining the Physiologic Feasibility of Delivering Low-Level Anabolic Mechanical Stimuli to Skeletal Regions at Greatest Risk of Fracture Because of Osteoporosis. *Spine* 2003;28(23):2621-7.
13. **Cardinale M.** Abstract of the Ph.D.Thesis: *The effects of vibration on human performance and hormonal profile.* Semmelweis University Doctoral School, Budapest, 2002.
14. **Kvorning T, Bagger M, Caserotti P, Madsen K.** Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *Eur J Appl Physiol* 2006;96:615-25.
15. **Egger C, Monnier S.** Immediate effects of vibration training and resistance-endurance training on vital parameters and the blood glucose level. *Physioscience* 2006;2:157-63.
16. **Di Loreto C, Ranchelli A, Lucidi P, Murdolo G, Parlanti N, De Cicco A, Tsarpela O, Annino G, Bosco C, Santeusano F, Bolli GB, De Feo P.** Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *J Endocrinol Invest* 2004;27(4):323-7.

17. **Mester J, Kleinöder H, Yue Z.** Vibration training: benefits and risks. *Journal of biomechanics* 2006;39:1056-65.
18. **Issurin VB.** Vibrations and their applications in sport: A review. *J Sports Med Phys Fitness* 2005;45:324-36.
19. **Yamada E, Takashi K, Miyamoto K, Tanaka S, Morita S, Tanaka S, Tsuji S, Mori S, Norimatsu H, Itoh S.** Vastus lateralis oxygenation and blood volume measured by near-infrared spectroscopy during whole body vibration. *Clin Physiol Funct Imaging* 2005;25(4):203-8.
20. **Cardinale M, Bosco C.** The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31(1):3-7.
21. **Rittweger J, Beller G, Felsenberg D.** Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physio* 2000;20(2):134-42.
22. **Kihlberg S, Attebrant M, Gemne G, Kjellberg A.** Acute effects of vibration from a chipping hammer and a grinder on the hand-arm system. *Occup Environ Med* 1995;52(11):731-7.
23. **Vila H, Alcaraz PE, Ferragut C, Rodríguez N, Cruz M.** Condición física en jugadoras de balonmano de nivel nacional al final de la fase competitiva. Estudio piloto. *Archivos de Medicina del Deporte* 2007;24(121):369-70.
24. **Bovenzi M, Zadini A, Franzinelli A, Borgogni F.** Occupational musculoskeletal disorders in the neck and upper limbs of forestry workers exposed to hand-arm vibration. *Ergonomics* 1991;34:547-62.