



ORIGINALES CIENTÍFICOS

EFFECTO DE UN ENTRENAMIENTO BASADO EN VIBRACIONES MECANICAS DE CUERPO COMPLETO SOBRE LA CINEMÁTICA DE LA GLUCEMIA CAPILAR EN SUJETOS CON DIABETES MELLITUS TIPO 2

Rosa Mª ALFONSO-ROSA

Universidad de Sevilla, España

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la influencia tanto del ejercicio agudo como crónico basado en vibraciones mecánicas de cuerpo completo a diferentes frecuencias en los niveles de glucemia capilar en personas con DM2.

Método: 19 sujetos con DM2 fueron expuestos a un entrenamiento basado en ocho ejercicios estáticos y dinámicos con banda elástica sobre una plataforma vibratoria a diferentes frecuencias (12, 14 y 16 Hz). Se analizó la cinemática de la glucemia capilar (pre, post, 24 y 48 horas tras el ejercicio).

Resultados: Los resultados muestran que el ejercicio vibratorio a frecuencias 12, 14, 16 Hz produce una disminución aguda de los niveles de glucemia capilar hasta las 48 horas posteriores a la aplicación del estímulo, teniendo lugar la mayor reducción a las 24h. A su vez, se encontraron diferencias estadísticamente significativas tras 12 semanas de entrenamiento vibratorio en la glucemia capilar, en comparación con el pre-test ($p < 0,005$).

Conclusión: Este estudio demostró un descenso en el nivel de glucemia capilar en respuesta a una sola sesión de ejercicio vibratorio, y una reducción con el programa de entrenamiento en la glucemia capilar.

Aplicación práctica:

La aplicación de terapia vibratoria a bajas frecuencias ha demostrado ser efectiva y segura para el co-tratamiento y manejo de la DM2.

PALABRAS CLAVE: Diabetes tipo 2; glucemia capilar; entrenamiento vibratorio; mayores.

EFFECT OF WHOLE BODY VIBRATION TRAINING ON THE KINEMATICS CAPILLARY GLYCEMIA AMONG SUBJECTS WITH TYPE 2 DIABETES

ABSTRACT

Aims: To evaluate the influence of both acute and chronic effect of whole body vibration training at different frequencies in blood glucose levels among subjects with type 2 diabetes.

Method: 19 subjects with DM2 were exposed to a workout based on eight static and dynamic exercises with elastic band on a vibration platform at different frequencies (12, 14 y 16 Hz). The kinematics of capillary blood glucose (pre, post, 24 y 48 hours after exercise) was analysed.

Results: The results show that exercise vibration at frequencies 12, 14 y 16 Hz have an acute effect decreasing blood glucose levels until 48 hours after application of the stimulus. Major reduction was 24h over training. Moreover, statistically significant differences were found after 12 weeks of vibration training in blood glucose, compared with pre-test ($p < 0,005$).

Conclusion: This study showed a decrease in the level of blood glucose in response to a single session of vibration exercise and a reduction in the training program in blood glucose.

Practical Application: The application of low frequency vibration therapy showed to be effective and safe for the co-treatment and management of type 2 diabetes.

KEY WORDS: Type 2 diabetes; capillary glycemiac; vibration training; elderly.

Correspondencia: Rosa M^a Alfonso-Rosa. Email: roalrosa@us.es

Historia del artículo: Recibido el 29 de abril de 2016. Aceptado el 25 de julio de 2016

La Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica, caracterizada por niveles persistentemente elevados de glucosa en sangre, como consecuencia de una alteración en la secreción de insulina, en la acción de la insulina, o ambas (ADA, 2016). Además, la DM2 se caracteriza por suponer un importante factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Coccheri, 2007; Hemmingsen et al., 2011). De hecho, la mayor parte de las muertes y comorbilidades desarrolladas en personas con DM2 son como consecuencia del desarrollo de enfermedad cardiovascular (ADA, 2015). Por ello, además de suponer un gran coste social, la DM2 supone un gran coste económico (González et al., 2006; Lopez-Bastida et al., 2013; Seuring et al., 2015), que se incrementa dada su alta prevalencia (Soriguer et al., 2012).

Junto con la nutrición, el ejercicio físico se considera un agente de primer orden en la prevención y tratamiento de la DM2 (Sigal et al., 2013). Existen múltiples tipos y programas de ejercicios para la mejora de los factores intrínsecos de la DM2, así como para el control y manejo de la misma (Motahari-Tabari, Ahmad Shirvani, Shirzad-E-Ahoodashty, Yousefi-Abdolmaleki y Teimourzadeh, 2015; Yin et al., 2015), encontrándose bien fundamentado el hecho de que la terapia física puede mejorar los niveles de glucemia sanguínea, presión arterial y las posibles dislipemias asociadas a la enfermedad (Aune, Norat, Leitzmann, Tonstad, y Vatten, 2015; B. del Pozo-Cruz, Alfonso-Rosa, del Pozo-Cruz, Sañudo, y Rogers, 2014; Yang, Scott, Mao, Tang, y Farmer, 2014). Sin embargo, la mayoría de las personas con DM2 no pueden alcanzar el volumen e intensidad requerido para obtener las adaptaciones mediante ejercicios tradicionales (aeróbicos o fuerza) (Bogaerts et al., 2009; Linke, Gallo, y Norman, 2011), debido a los problemas de sobrepeso, obesidad, movilidad o enfermedad cardiovascular que padecen (Yang et al., 2014).

Así, en la última década se ha propuesto el ejercicio vibratorio como terapia novedosa en este tipo de pacientes que parece mostrar efectos beneficiosos sobre los parámetros relacionados con la DM2 (del Pozo-Cruz et al., 2014; del Pozo-Cruz et al., 2013; Robinson, Barreto, Sbruzzi y Plentz, 2015; Sañudo et al., 2013), y que ha demostrado ser seguro, de bajo impacto y eficaz en personas con un bajo nivel de condición física inicial (Gusi, Raimundo, y Leal, 2006; Orr, 2015; Yin et al., 2015). Sin embargo, estudios recientes muestran que, pese a los efectos positivos encontrados en la combinación de ejercicios con terapia vibratoria en personas con DM2 (Robinson et al., 2015; Yin et al., 2015), se desconocen muchos de sus efectos debido a la falta de investigaciones que conjuguen las diferentes variables extrínsecas que afectan a las oscilaciones sinusoidales. Aspecto de vital importancia, ya que permitirá fundamentar el uso de este tipo de terapias para conseguir disminuir los niveles de glucemia capilar. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia tanto del ejercicio agudo como crónico basado en vibraciones mecánicas de cuerpo completo a diferentes frecuencias en los niveles de glucemia capilar en personas con DM2. Destacar que el presente estudio forma parte de un ensayo clínico cuyos resultados primarios han sido publicados previamente (Alfonso-Rosa, Del Pozo-Cruz, Del Pozo-Cruz, Sañudo, y Abellán-Perpiñán, 2015; B. del Pozo-Cruz et al., 2014; J. Del Pozo-Cruz et al., 2013; Sañudo et al., 2013).

La metodología descrita en el presente artículo ha sido previamente publicada en diferentes trabajos (Alfonso-Rosa et al., 2015; B. del Pozo-Cruz et al., 2014; J. Del Pozo-Cruz et al., 2013; Sañudo et al., 2013).

Participantes

Diecinueve sujetos con DM2 pertenecientes a un centro de atención primaria de Sevilla se sometieron voluntariamente al estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los sujetos de estudio (N=19)

Edad (años)	71,60 (8,54)
Sexo (% mujeres)	47,4
Estado civil	
Casado (%)	60
Soltero (%)	15
Divorciado/viudo (%)	25
Nivel de estudios	
Sin estudios (%)	25
Primarios (%)	30
Secundarios (%)	30
Universitarios (%)	15
Salario	
<1200 Euros (%)	50
1201-1800 Euros (%)	25
>1800 Euros (%)	25

Valores expresados como media (DE) y %

Los criterios de inclusión fueron: estar diagnosticado de DM2 según los criterios establecidos por la ADA (2013), realizar un nivel de ejercicio físico menor al aconsejado por la ADA (2014) y obtener la valoración positiva hacia la práctica de actividad física tras la administración del cuestionario PAR-Q por el médico (Shephard, 1988). Por otro lado, los criterios de exclusión fueron: tener un nivel de $HbA_{1C} > 10\%$ o un nivel de glucemia en ayunas > 250 mg/dl. Antecedentes o evidencias de enfermedad cardiovascular, renal, hepática, retinopatía diabética, neuropatía, usar insulina o limitaciones ortopédicas o de otro tipo que puedan interferir en la capacidad de realizar ejercicio físico de forma segura. Todos los participantes fueron informados del propósito del estudio de forma oral y escrita, y firmaron un formulario de consentimiento informado previo a la inclusión en el mismo. Para el propósito del estudio se cumplieron las consideraciones éticas para el estudio con humanos recogidas en la Declaración de Helsinki (2008).

Medidas

Se elaboró una cédula de identificación para registrar la información de las variables sociodemográficas que incluyó: edad, género, estado civil, nivel de estudios y salario medio mensual. La glucemia capilar se midió con un glucómetro homologado (Menarini-Diagnostics, Glucocard, G+-meter, Italia), con una sensibilidad de 0,1 mg/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, Gsensor, Italia).

Protocolo de entrenamiento

Todos los sujetos fueron sometidos a un programa de entrenamiento basado en ocho ejercicios estáticos y dinámicos con banda elástica sobre una plataforma vibratoria (Physio Wave 700, Globus, Italy) durante doce semanas de duración (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción del protocolo de entrenamiento

Semana	Sesión/ sem.	Tiempo ejercicio(s)	Nº ejer- cicios	Frec. (Hz) Amplitud(mm)	Tiempo descanso(s)	Tiempo total entrenamiento (s)
1-2	3	30	8	12/4	30	480
3-4	3	30	8	12/4	30	480
5-6	3	45	8	14/4	30	720
7-8	3	45	8	14/4	30	720
9-10	3	60	8	16/4	30	960
11-12	3	60	8	16/4	30	960

Sem: semana; s: segundos; Nº: números; Frec: frecuencia; Hz: hercios

Los ejercicios realizados fueron: squat o sentadilla (calentamiento), subir y bajar de la plataforma, zancada o lunge, elevación de talones, sentadilla, squat con cambio de peso, squat mantenidos con bandas elásticas, squat con bandas elásticas y ejercicio lateral con banda elástica. Los sujetos realizaban tres sesiones de entrenamiento por semana con al menos un día de descanso entre sesiones, donde la intensidad de la vibración progresó mediante el aumento de la frecuencia desde 12 a 16 Hz, manteniéndose la amplitud en 4mm durante todo el programa de entrenamiento. La duración de los ejercicios se incrementó progresivamente desde 30 a 60s con periodos de descanso de 30s.

Procedimiento

Tras la concesión de los pertinentes permisos por parte de la Dirección del centro, se procedió a informar del objetivo del estudio al personal sanitario, ya que ellos fueron los encargados de reclutar y derivar a los participantes tras la adminis-

tración del cuestionario PAR-Q (Shephard, 1988). El desarrollo de las sesiones de evaluación siguieron los pasos que se muestran en la figura 1, tras la administración del cuestionario sociodemográfico.

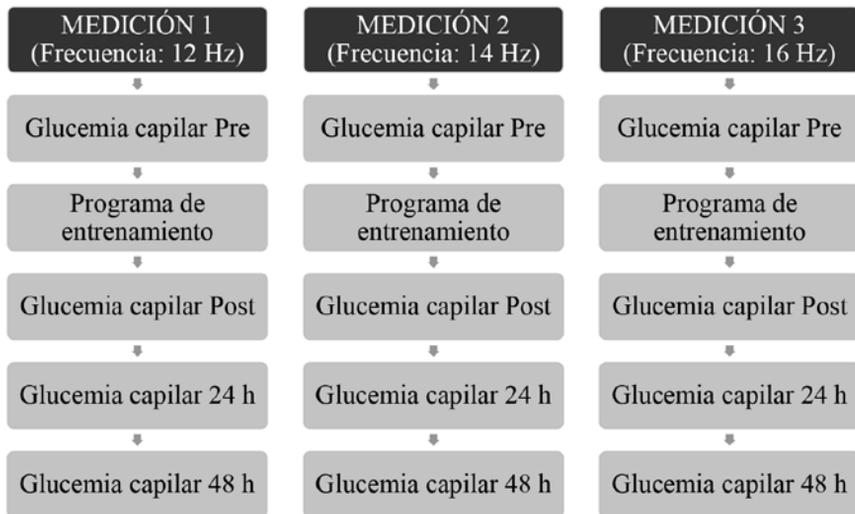


Figura 1. Secuencia del protocolo utilizado en el estudio

Previo a la aplicación del protocolo vibratorio, se midió la glucemia capilar con el glucómetro homologado. Posteriormente los sujetos fueron sometidos al programa de entrenamiento. Tras finalizar dicho entrenamiento, se procedió de nuevo a valorar la glucemia capilar. Este mismo procedimiento se llevó a cabo a las 24 y 48 horas.

Análisis estadístico

La estadística descriptiva ha sido presentada como media \pm SEM para las variables continuas, y en términos de porcentajes para las variables categóricas. Se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para el estudio de las medidas valoradas en los distintos momentos, se realizó un ANOVA de medidas repetidas con post hoc Bonferroni. Las diferencias entre medias fueron analizadas mediante el test de Student para muestras relacionadas. Se estableció como valor estadístico de significación $p \leq 0,05$. Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics for Windows, Versión 23.0.

En la tabla 1, se observan las características sociodemográficas de la población objeto de estudio. Un total de 19 sujetos fueron finalmente incluidos en el estudio de los cuales 47,4% eran mujeres. La edad media de los participantes fue de 71,60 (8,54). La mayoría de los sujetos estaban casado, tenían estudios básicos y un salario inferior a 1200€.

La figura 2 muestra la dinámica de la glucemia capilar durante las 48 horas posteriores a la aplicación del programa de entrenamiento a diferentes frecuencias.

En relación a la Figura 2a se observa que tras la aplicación del programa de entrenamiento a una frecuencia de 12Hz se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la glucemia capilar medida a las 24h ($163,22 \pm 13,02$; $p \leq 0,05$) con la medición realizada previa al entrenamiento ($189,06 \pm 14,88$). En cuanto a los niveles de glucemia capilar tras la aplicación del programa de entrenamiento a una frecuencia de 14Hz (Figura 2b), se observan diferencias estadísticamente significativas entre la glucemia capilar medida tras el programa de entrenamiento ($163,11 \pm 10,23$; $p \leq 0,05$), a las 24h ($136,27 \pm 7,96$; $p \leq 0,01$) y 48h ($178,20 \pm 12,89$; $p \leq 0,05$) respecto a la evaluación realizada previa al entrenamiento ($189,11 \pm 12,92$).

Por último, en la figura 2c se muestran diferencias estadísticamente significativas en el nivel de glucemia capilar tras la aplicación del programa de entrenamiento (16Hz) entre la medición previa al tratamiento ($154,83 \pm 10,74$) y el post-entrenamiento ($138,82 \pm 5,97$; $p \leq 0,05$), así como pasadas 24h ($120,76 \pm 5,01$; $p \leq 0,05$).

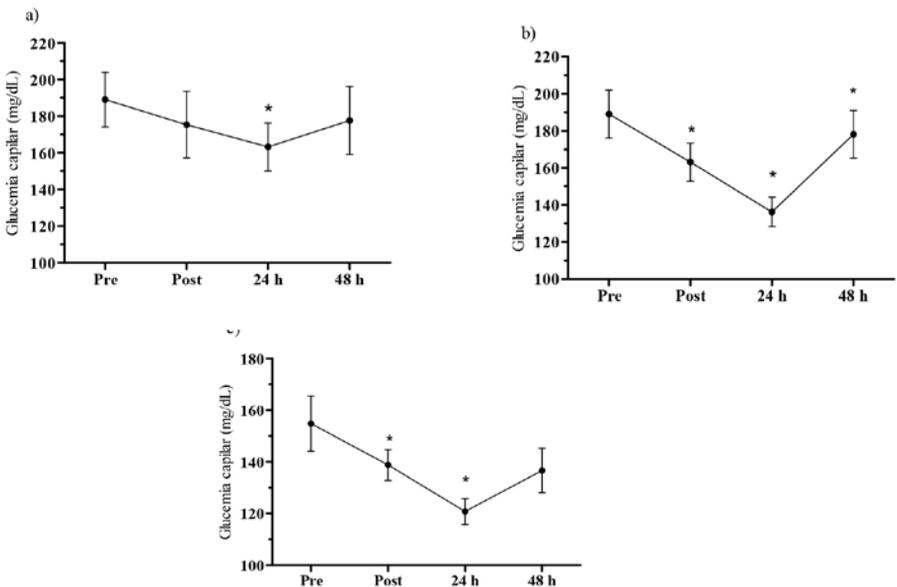


Figura 2. Cinemática de la glucemia capilar durante las 48 horas posteriores a la aplicación del ejercicio vibratorio *= diferencias significativas con el pre-test; += diferencias significativas con el post-test; \$= diferencias significativas con el test 24h; &= diferencias significativas con el test 48h; $p \leq 0,05$

En cuanto a la Figura 3, se observan diferencias estadísticamente significativas en los niveles de glucemia capilar tras 12 semanas de entrenamiento basado en vibraciones de cuerpo completo ($p < 0,05$).

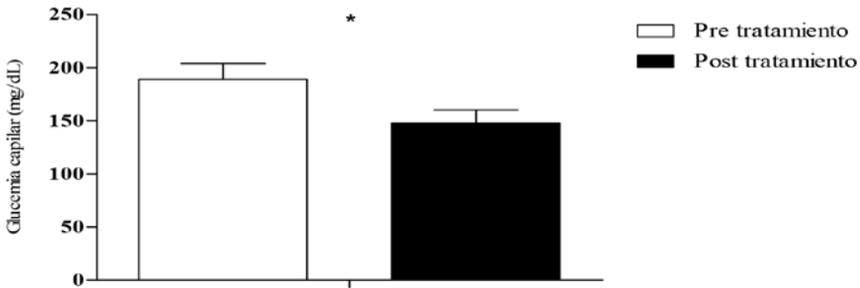


Figura 3. Efecto de la glucemia capilar tras la aplicación de 12 semanas del programa de entrenamiento basado en vibraciones mecánicas de cuerpo entero

DISCUSIÓN

Hasta nuestro conocimiento, son escasos los estudios que evalúan la influencia tanto del ejercicio agudo como crónico basado en vibraciones mecánicas de cuerpo completo a diferentes frecuencias en los niveles de glucemia capilar en personas con DM2. Los principales resultados obtenidos, muestran una disminución aguda en los niveles de glucemia capilar tras la aplicación del programa de entrenamiento vibratorio a diferentes frecuencias (12, 14 y 16Hz), los cuales permanecen bajos durante al menos 48h tras la exposición al estímulo vibratorio. Además, el mayor descenso se halló pasadas 24h tras finalizar el ejercicio. Por otro lado, también se encontró un descenso en los niveles de glucemia capilar tras 12 semanas de entrenamiento basado en vibraciones mecánicas.

Es bien conocido que existe un aumento en la captación de glucosa durante el ejercicio dinámico que puede atribuirse al efecto agudo del ejercicio en el metabolismo de la glucosa y/o a las adaptaciones crónicas inducidas por el mismo (Little et al., 2011; Rose y Richter, 2005). En el presente estudio, se encontró una disminución aguda en la glucemia capilar tras la aplicación de las sesiones de ejercicio vibratorio a 12, 14 y 16Hz. Estos resultados van en la línea de los encontrados en estudios previos llevados a cabo en población adulta sana (Di Loreto et al., 2004; Theodorou et al., 2015). De hecho, Di Loreto et al. (2004), encontraron que una sesión de vibración reducía la concentración de glucosa en plasma debido a la mayor actividad muscular durante dicho ejercicio (Hazell, Kenno, y Jakobi, 2010). Sin embargo, (Egger y Monnier, 2006) no apreciaron cambios significativos en los niveles de glucosa tras aplicar a 18 sujetos sanos un entrenamiento vibratorio de 8 minutos a una frecuencia de 20-25 Hz.

Por otro lado, la reducción hallada en los niveles de glucosa capilar tras 12 semanas de entrenamiento vibratorio se tradujeron, a su vez, en la reducción de la HbA_{1c} reportada en un estudio de la misma investigación sobre efectos crónicos del entrenamiento vibratorio en el control glucémico, factores de riesgo cardiovascular

relacionados con los lípidos y la capacidad funcional en pacientes con diabetes tipo 2 (B. del Pozo-Cruz et al., 2014). Estos resultados confirman que, en la mayoría de casos, el promedio de glucosa capilar puede ser un predictor de los niveles de HbA_{1c} en personas con DM2 (Kuenen, J. y Borg, R., 2009).

Basándonos en los hallazgos encontrados en el presente estudio, se muestra que el entrenamiento basado en vibraciones mecánicas de cuerpo completo es una forma segura de ejercicio, sin impacto negativo sobre los niveles de glucemia para personas con DM2. Por otra parte, las personas con DM2 con un nivel de condición física bajo que tienen dificultades para participar en actividades de entrenamiento aeróbico y/o fuerza podrían beneficiarse de este tipo de entrenamiento (Chanou, Gerodimos, Karatrantou, y Jamurtas, 2012). De hecho, la evidencia ha mostrado que el entrenamiento vibratorio en personas con DM2 mejora el control glucémico (B. del Pozo-Cruz et al., 2014; Robinson et al., 2015), la capacidad funcional (B. del Pozo-Cruz et al., 2014;), el equilibrio (J. Del Pozo-Cruz et al., 2013; Kordi Yoosefinejad et al., 2015; Kordi Yoosefinejad, Shadmehr, Olyaei, Talebian, y Bagheri, 2014), así como reduce la adiposidad y favorece el aumento del flujo sanguíneo en la pierna (Sañudo et al., 2013).

CONCLUSIÓN

Este estudio demostró un descenso en el nivel de glucemia capilar en respuesta a una sola sesión de ejercicio vibratorio, y una reducción con el programa de entrenamiento en la glucemia capilar.

REFERENCIAS

- American Diabetes Association. (2013). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 36 (Suppl 1), 67-74. Doi: 10.2337/dc13-S067
- Alfonso-Rosa, R. M., Del Pozo-Cruz, J., Del Pozo-Cruz, B., Sañudo, B., y Abellán-Perpiñán, J. M. (2015). Cost-utility analysis of a 12-week whole-body vibration based treatment for people with type 2 diabetes: reanalysis of a RCT in a primary care context. *Public Health*, 129(7), 993-5. <http://doi.org/10.1016/j.puhe.2015.02.025>
- American Diabetes Association. (2014). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 37 suppl.1, 81-90. <http://doi.org/10.2337/dc14-S081>
- American Diabetes Association. (2015). Cardiovascular Disease and Risk Management. *Diabetes Care*, 38(Supplement 1), S49-S57. <http://doi.org/10.2337/dc15-S011>
- American Diabetes Association. (2016). Standards of Medical Care in Diabetes - 2016. *American Diabetes Association*, 37(October 2016), 14-80. <http://doi.org/10.2337/dc14-S014>
- Aune, D., Norat, T., Leitzmann, M., Tonstad, S., y Vatten, L. J. (2015). Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *European Journal of Epidemiology*, 30(7), 529-42. <http://doi.org/10.1007/s10654-015-0056-z>
- Bogaerts, A. C. G., Delecluse, C., Claessens, A. L., Troosters, T., Boonen, S., y Verschueren, S. M. P. (2009). Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age and Ageing*, 38(4), 448-54. <http://doi.org/10.1093/ageing/afp067>
- Chanou, K., Gerodimos, V., Karatrantou, K., y Jamurtas, A. (2012). Whole-body vibration and rehabilitation of chronic diseases: a review of the literature. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 187-200. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3737877&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

- Coccheri, S. (2007). Approaches to prevention of cardiovascular complications and events in diabetes mellitus. *Drugs*, 67(7), 997–1026. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17488145>
- del Pozo-Cruz, B., Alfonso-Rosa, R. M., del Pozo-Cruz, J., Sañudo, B., y Rogers, M. E. (2014). Effects of a 12-wk whole-body vibration based intervention to improve type 2 diabetes. *Maturitas*, 77(1), 52–8. <http://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.09.005>
- Del Pozo-Cruz, J., Alfonso-Rosa, R. M., Ugia, J. L., McVeigh, J. G., Pozo-Cruz, B. Del, y Sañudo, B. (2013). A primary care-based randomized controlled trial of 12-week whole-body vibration for balance improvement in type 2 diabetes mellitus. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(11), 2112–8. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.05.030>
- Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A., ... De Feo, P. (2004). Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *Journal of Endocrinological Investigation*, 27(4), 323–7. <http://doi.org/10.1007/BF03351056>
- Egger, C., y Monnier, S. (2006). Soforteffekte von Vibrationstraining und Kraft-Ausdauer-Training auf Vitalparameter und den Blutglukosespiegel. *physioscience*, 2(4), 157–163. <http://doi.org/10.1055/s-2006-927191>
- González, P., Faure, E., y Del Castillo, A. (2006). Cost of diabetes mellitus in Spain. *Medicina Clínica*, 127(20), 776–84. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17198665>
- Gusi, N., Raimundo, A., y Leal, A. (2006). Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7, 92. <http://doi.org/10.1186/1471-2474-7-92>
- Hazell, T. J., Kenno, K. A., y Jakobi, J. M. (2010). Evaluation of muscle activity for loaded and unloaded dynamic squats during vertical whole-body vibration. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 24(7), 1860–5. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d1df6c8>
- Hemmingsen, B., Lund, S. S., Gluud, C., Vaag, A., Almdal, T., Hemmingsen, C., y Wetterslev, J. (2011). Intensive glycaemic control for patients with type 2 diabetes: systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis of randomised clinical trials. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 343, d6898. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3223424&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Kordi Yoosefinejad, A., Shadmehr, A., Olyaei, G., Talebian, S., y Bagheri, H. (2014). The effectiveness of a single session of Whole-Body Vibration in improving the balance and the strength in type 2 diabetic patients with mild to moderate degree of peripheral neuropathy: a pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 18(1), 82–6. <http://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.10.007>
- Kordi Yoosefinejad, A., Shadmehr, A., Olyaei, G., Talebian, S., Bagheri, H., y Mohajeri-Tehrani, M. R. (2015). Short-term effects of the whole-body vibration on the balance and muscle strength of type 2 diabetic patients with peripheral neuropathy: a quasi-randomized-controlled trial study. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 14, 45. <http://doi.org/10.1186/s40200-015-0173-y>
- Linke, S. E., Gallo, L. C., y Norman, G. J. (2011). Attrition and adherence rates of sustained vs. intermittent exercise interventions. *Annals of Behavioral Medicine : A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 42(2), 197–209. <http://doi.org/10.1007/s12160-011-9279-8>
- Little, J. P., Gillen, J. B., Percival, M. E., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A., Punthakee, Z., ... Gibala, M. J. (2011). Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 111(6), 1554–60. <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.00921.2011>
- Lopez-Bastida, J., Boronat, M., Moreno, J. O., y Schurer, W. (2013). Costs, outcomes and challenges for diabetes care in Spain. *Globalization and Health*, 9, 17. <http://doi.org/10.1186/1744-8603-9-17>
- Motahari-Tabari, N., Ahmad Shirvani, M., Shirzad-E-Ahodashy, M., Yousefi-Abdolmaleki, E., y Teimourzadeh, M. (2015). The effect of 8 weeks aerobic exercise on insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Global Journal of Health Science*, 7(1), 115–21. <http://doi.org/10.5539/gjhs.v7n1p115>
- Orr, R. (2015). The effect of whole body vibration exposure on balance and functional mobility in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 80(4), 342–58. <http://doi.org/10.1016/j.maturitas.2014.12.020>
- Robinson, C. C., Barreto, R. P. G., Sbruzzi, G., y Plentz, R. D. M. (2015). The effects of whole body vibration in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. <http://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0133>

- Rose, A. J., y Richter, E. A. (2005). Skeletal muscle glucose uptake during exercise: how is it regulated? *Physiology (Bethesda, Md.)*, 20, 260–70. <http://doi.org/10.1152/physiol.00012.2005>
- Sañudo, B., Alfonso-Rosa, R., Del Pozo-Cruz, B., Del Pozo-Cruz, J., Galiano, D., y Figueroa, A. (2013). Whole body vibration training improves leg blood flow and adiposity in patients with type 2 diabetes mellitus. *European Journal of Applied Physiology*, 113(9), 2245–52. <http://doi.org/10.1007/s00421-013-2654-3>
- Seuring, T., Archangelidi, O., y Suhrcke, M. (2015). The Economic Costs of Type 2 Diabetes: A Global Systematic Review. *Pharmacoeconomics*, 33(8), 811–31. <http://doi.org/10.1007/s40273-015-0268-9>
- Shephard, R. J. (1988). PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Med*, 5(3), 185–195.
- Sigal, R. J., Armstrong, M. J., Colby, P., Kenny, G. P., Plotnikoff, R. C., Reichert, S. M., y Riddell, M. C. (2013). Physical activity and diabetes. *Canadian Journal of Diabetes*, 37 Suppl 1, S40–4. <http://doi.org/10.1016/j.cjcd.2013.01.018>
- Soriguer, F., Goday, A., Bosch-Comas, A., Bordiú, E., Calle-Pascual, A., Carmena, R., ... Vendrell, J. (2012). Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Spain: the Di@bet.es Study. *Diabetologia*, 55(1), 88–93. <http://doi.org/10.1007/s00125-011-2336-9>
- Theodorou, A. A., Gerodimos, V., Karatrantou, K., Paschalis, V., Chanou, K., Jamurtas, A. Z., y Nikolaidis, M. G. (2015). Acute and Chronic Whole-Body Vibration Exercise does not Induce Health-Promoting Effects on the Blood Profile. *Journal of Human Kinetics*, 46(1), 107–118. <http://doi.org/10.1515/hukin-2015-0039>
- Yang, Z., Scott, C. A., Mao, C., Tang, J., y Farmer, A. J. (2014). Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(4), 487–99. <http://doi.org/10.1007/s40279-013-0128-8>
- Yin, H., Berdel, H. O., Moore, D., Davis, F., Liu, J., Mozaffari, M., ... Baban, B. (2015). Whole body vibration therapy: a novel potential treatment for type 2 diabetes mellitus. *SpringerPlus*, 4, 578. <http://doi.org/10.1186/s40064-015-1373-0>