

El entrenamiento aeróbico de 12 semanas reduce los factores de riesgo cardiovascular en adolescentes con exceso de peso

Katya Vargas-Ortiz¹, Maciste Habacuc Macías-Cervantes¹, Francisco José Díaz-Cisneros² y Victoriano Pérez-Vázquez^{1*}

¹Departamento de Ciencias Médicas; ²Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, Gto.

Resumen

Introducción: La obesidad y el acondicionamiento cardiorrespiratorio bajo son factores de riesgo para las enfermedades cardiovasculares (ECV) y la diabetes de tipo 2. **Objetivo:** Analizar los cambios en el acondicionamiento cardiorrespiratorio y los factores de riesgo cardiovascular después de un programa de ejercicio aeróbico sin modificar la dieta. **Métodos:** Participaron 15 adolescentes varones (15.5 ± 0.8 años; índice de masa corporal [IMC]: 31.5 ± 5.9 kg/m²). Se midieron las variables antropométricas y metabólicas y el consumo pico de oxígeno (VO_{2pico}) antes y después de 12 semanas de entrenamiento aeróbico con una intensidad del 70-80% de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) durante 50 min, tres días a la semana. Antes y después de la intervención se registraron recordatorios de alimentos de 24 h y se calculó el consumo energético. **Resultados:** Los participantes no modificaron su consumo energético. El entrenamiento anaeróbico disminuyó la circunferencia abdominal (p < 0.05) y el porcentaje de grasa corporal (p < 0.01), e incrementó el VO_{2pico} (p < 0.001). No hubo cambios en el peso corporal, el perfil de lípidos y los niveles de glucosa después del entrenamiento. **Conclusión:** Doce semanas de entrenamiento aeróbico mejoran el acondicionamiento cardiorrespiratorio y disminuyen el porcentaje de grasa corporal de los adolescentes varones con exceso de peso, aun sin modificar la dieta habitual.

PALABRAS CLAVE: Glucosa. Índice de masa corporal. Circunferencia abdominal. Ejercicio.

Abstract

Background: Obesity and low cardiorespiratory fitness are risk factors for cardiovascular diseases and type 2 diabetes. **Aim:** To examine changes in cardiorespiratory fitness and cardiovascular risk factors after an exercise program without any dietary change in sedentary overweight teenagers. **Methods:** Fifteen obese young males (15.5 ± 0.8 years, 31.5 BMI ± 5.9 kg/m²) participated in this study. Subjects underwent anthropometric and metabolic measurements, peak oxygen consumption (VO_{2peak}), and lipid profile before and after training. Exercise training consisted of treadmill exercise at 70-80% of heart rate maximal (HR_{max}) during 50 min, 3 days/week for 12 weeks. Before and after training 24-hour recall was recorded and caloric intake was calculated. **Results:** Participants did not change their dietary habits during the intervention. Aerobic training diminished the abdominal circumference (p < 0.05), body fat percentage (p < 0.01), and increased VO_{2peak} (p < 0.001). No significant change in body weight, lipid profile, or blood glucose was observed after training. **Conclusion:** Our study shows that 12 weeks of aerobic training improved cardiorespiratory fitness and decreased body fat percentage in overweight male teenagers. (Gac Med Mex. 2014;150 Suppl 1:120-4)

Corresponding author: Victoriano Pérez Vázquez, vpvazquez@ugto.mx

KEY WORDS: Glucose. Body mass index. Abdominal circumference. Exercise.

Correspondencia:

*Victoriano Pérez-Vázquez
Departamento de Ciencias Médicas
División de Ciencias de la Salud
Campus León, Universidad de Guanajuato
20 de Enero, 929
Col. Obregón, C.P. 37320, León, Guanajuato, Gto.
E-mail: vpvazquez@ugto.mx

Fecha de recepción: 29-04-2014

Fecha de aceptación: 26-05-2014

Introducción

En México, como en otros países, la incidencia y prevalencia de la obesidad en niños y adolescentes se ha incrementado dramáticamente en los últimos 20 años¹. La obesidad en los niños y adolescentes se ha convertido en un problema de salud pública como un factor de riesgo para desarrollar diabetes *mellitus* de tipo 2 (DM2), apnea del sueño y ECV^{2,3}. La etiología de la obesidad involucra factores genéticos y ambientales que conducen a un desbalance entre la energía ingerida y la utilizada, dando como resultado un exceso de grasa corporal⁴.

En adición a un estilo de vida sedentario, la adiposidad abdominal y corporal está asociada con un bajo acondicionamiento cardiorrespiratorio en el adolescente⁵. La circunferencia de cintura y la baja capacidad aeróbica incrementan el riesgo para ECV en adolescentes con obesidad⁶. Se ha reportado que, en EE.UU., debido a un estilo de vida sedentario, aproximadamente el 33.6% de adolescentes tienen un bajo acondicionamiento cardiorrespiratorio⁷. Además, las personas jóvenes con niveles bajos de acondicionamiento cardiorrespiratorio tienen una alta prevalencia de síndrome metabólico^{7,8}.

Los factores modificables del estilo de vida, como la falta de ejercicio, están estrechamente relacionados con la obesidad⁹. Cuando se realiza ejercicio regularmente (30-60 min/3 veces a la semana), aun sin restricción calórica, se reduce significativamente la grasa total y abdominal en los adultos. Asimismo, el ejercicio aeróbico reduce el riesgo asociado con la DM2, simultáneamente con el incremento del acondicionamiento cardiorrespiratorio, en niños con obesidad, independientemente de los cambios en la grasa abdominal^{9,10}. Adicionalmente, nuestro grupo ha mostrado que el incremento de la actividad física disminuye la resistencia a la insulina en niños escolares¹¹. En conjunto, estos estudios sugieren que el entrenamiento con ejercicio aeróbico es benéfico, y revierte los factores de riesgo para la salud asociados con la obesidad. El objetivo de este trabajo fue analizar los cambios en el acondicionamiento cardiorrespiratorio, la adiposidad y los factores de riesgo cardiovascular después de 12 semanas de entrenamiento aeróbico en adolescentes varones sedentarios con exceso de peso.

Métodos

Participantes

Participaron 15 adolescentes sedentarios (menos de 90 min de actividad física regular por semana en el

último año) de entre 15 y 18 años con diagnóstico de sobrepeso u obesidad de acuerdo con los criterios de la *International Obesity Task Force* (IOTF)¹². Los participantes no tenían signos, síntomas ni antecedentes de alteraciones o enfermedades musculares. Al inicio del estudio se explicaron ampliamente los objetivos y procedimientos a los participantes y a sus padres; una vez que estuvieron de acuerdo, firmaron una carta de consentimiento informado. La investigación cumplió con las normas éticas establecidas en la Declaración de Helsinki de 1964 y sus modificaciones posteriores. La presente investigación fue aprobada por el Comité de Ética del Departamento de Ciencias Médicas de la Universidad de Guanajuato, en México.

Diseño

La selección inicial se llevó a cabo por la historia clínica y la información del estilo de vida, incluyendo alimentos y hábitos de actividad física. Después de 10 min de estar sentados en una habitación tranquila, se midió la presión arterial por duplicado mediante el método de auscultación con un esfigmomanómetro de mercurio (Welch AllynTycos, EE.UU.) siguiendo las guías para la detección de la hipertensión¹³.

Entre las 7 y las 8 de la mañana se obtuvieron muestras de sangre venosa en reposo de la vena antecubital. La sangre se extrajo después de aproximadamente 12 h de ayuno, y se pidió a los participantes que no realizaran ninguna actividad física moderada o intensa al menos 24 h antes de la prueba. Inmediatamente después de tomar la muestra, se determinaron la glucosa en plasma mediante la técnica de glucosa oxidasa y los lípidos en suero con un analizador automático (Autokem II, Italia).

Posteriormente los participantes fueron medidos por un antropometrista certificado siguiendo el protocolo de la *International Society for the Advancement of the Kinanthropometry* (ISAK). La estatura y el peso corporal se midieron con una precisión de 0.5 cm y 0.1 kg, respectivamente, utilizando un estadiómetro y una balanza clínica. La circunferencia del abdomen fue medida al nivel del ombligo. Los registros de estatura, peso, pliegues y circunferencia del abdomen fueron utilizados para calcular el porcentaje de grasa corporal, mediante la fórmula adecuada (suma de los pliegues cutáneos: pectoral, abdomen y muslo)¹⁴. El error técnico de medición fue menor al 1% para el peso y la estatura y de menos del 4% para los pliegues cutáneos y la circunferencia.

Se obtuvo un electrocardiograma de 12 derivaciones en reposo (Burkick EK10 Milton WI, EE.UU.) para descartar

alteraciones cardíacas que contraindicaran el ejercicio. Los participantes realizaron una prueba de ejercicio máximo incremental en banda sin fin (Track Master Research, Eastlake, OH, EE.UU.), para obtener su $FC_{m\acute{a}x}$ y calcular el VO_{2pico} . Brevemente, después de un calentamiento de 3 min a 2.8 millas por hora (mph) con una inclinación del 0%, la prueba de ejercicio fue realizada según el protocolo de Balke (3.4 mph + 1% de elevación a la banda cada minuto)¹⁵. Durante la prueba, la frecuencia cardíaca (FC) fue registrada continuamente con un monitor de FC portátil (Polar RS400SD, Kempele, Finlandia). El esfuerzo máximo se logró cuando los sujetos alcanzaron una tasa de esfuerzo percibido > 17 o una FC de 190-210 latidos por minuto. El VO_{2pico} fue calculado usando la siguiente ecuación:

$$VO_{2pico} \text{ (ml/kg*min)} = 0.2 \text{ (velocidad)} + 0.9 \text{ (velocidad)} (\% \text{ inclinación}) + 3.5^{15}$$

El VO_{2pico} se utilizó como índice de acondicionamiento cardiorrespiratorio.

Intervención

Los participantes realizaron un entrenamiento aeróbico durante 12 semanas, 50 min/día, tres días a la semana, en una banda sin fin (Track Master Research St Paul Mn, EE.UU.). De la semana 1 a la 4 los participantes entrenaron a una intensidad del 70 al 80% de la $FC_{m\acute{a}x}$ bajo supervisión de personal capacitado, logrando el 70% en los primeros 10 min e incrementando gradualmente hasta lograr el 80% de la $FC_{m\acute{a}x}$. En la quinta semana los participantes realizaron otra prueba de esfuerzo máximo incremental en banda con el fin de ajustar la intensidad del entrenamiento. La FC de los sujetos fue verificada cada minuto con un monitor de FC portátil (Polar RS400SD, Kempele, Finlandia). Las cargas de trabajo se incrementaron según fue necesario para mantener la intensidad del ejercicio prescrito a través del estudio. Los participantes que no realizaron dos semanas consecutivas de entrenamiento o no cumplieron con el 80% de asistencia a las sesiones programadas fueron excluidos del estudio. Al final del periodo de entrenamiento cada participante fue valorado bajo las mismas condiciones, tomando en cuenta la vestimenta, el horario (entre las ocho y las diez de la mañana), las condiciones ambientales (18.5 °C y 48.5% de humedad relativa), el equipo y los instrumentos usados.

Consumo energético

Se sugirió a todos los participantes que mantuviesen sus hábitos alimenticios durante las semanas de

intervención. La energía consumida fue calculada usando recordatorios de 24 h antes y después de las 12 semanas de entrenamiento. El análisis de información se realizó con un programa de computadora (Nutrikcal) para obtener el promedio de ingesta calórica diaria (kcal/día).

Análisis estadístico

El tamaño de la muestra fue calculado de acuerdo con datos previos que mostraron una mejoría del 17.5% en el VO_{2pico} (ml/kg·min) después de un programa de entrenamiento aeróbico¹⁶. La normalidad de los datos en todas las variables se verificó usando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Liliefors. Se realizó una prueba t pareada para comparar los cambios de las variables antes y después del periodo de entrenamiento. Una $p < 0.05$ fue considerada significativa. Se utilizó el programa estadístico Statistic 6 para realizar el análisis. Los datos se presentaron como promedio \pm desviación estándar (DE) de $n = 15$.

Resultados y discusión

Inicialmente, se reclutaron 20 adolescentes con exceso de peso, y terminaron el programa 15; tres decidieron dejar el estudio por razones personales y dos fueron excluidos por no asistir al menos al 80% de las sesiones programadas.

Los valores basales y postentrenamiento de las variables de interés se muestran en la tabla 1. Después de 12 semanas de entrenamiento aeróbico, se observó una disminución significativa de la circunferencia abdominal ($p < 0.05$) y el porcentaje de grasa corporal ($p < 0.01$); además, el VO_{2pico} aumentó ($p < 0.001$). El IMC disminuyó con una tendencia significativa ($p = 0.06$). No hubo cambios significativos en el peso corporal, el perfil de lípidos, los niveles de glucosa y el consumo de energía después del programa de entrenamiento (Tabla 1).

En este trabajo analizamos el efecto del entrenamiento aeróbico sobre marcadores bioquímicos, antropométricos y de acondicionamiento físico en adolescentes varones sedentarios con obesidad. Nuestros resultados sugieren que 12 semanas de entrenamiento aeróbico (sin cambiar la ingesta calórica) mejoran la capacidad aeróbica medida por medio del VO_{2pico} y disminuyen factores de riesgo cardiovascular como el porcentaje de grasa corporal y la circunferencia del abdomen.

En concordancia con lo reportado por Kelishadi, et al. en 2008, se observó una reducción significativa del porcentaje de grasa corporal y la circunferencia del

Tabla 1. Características de los 15 participantes antes y después de las 12 semanas de entrenamiento aeróbico*

	Preentrenamiento	Postentrenamiento	p
Edad (años)	15.5 ± 0.8	15.8 ± 0.9	0.10
Peso (kg)	93.19 ± 20.59	91.40 ± 19.82	0.21
IMC (kg/m ²)	31.55 ± 5.9	30,86 ± 5.7	0.06
Circunferencia del abdomen (cm)	106.3 ± 15.6	103.2 ± 15.3	0.02
Grasa corporal (%)	27.91 ± 8.3	25.4 ± 8.5	0.005
Glucosa (mmol/l)	5.05 ± 0.55	4.78 ± 0.50	0.20
Triglicéridos (mmol/l)	1.48 ± 0.71	1.29 ± 0.61	0.37
C-HDL (mmol/l)	1 ± 0.14	1 ± 0.18	0.92
VO _{2pico} (ml/kg*min)	31.9 ± 3.0	35.7 ± 2.8	< 0.0005
Consumo energético (kcal)	2,276 ± 830	2,242 ± 857	0.88

*Datos expresados como promedio ± DE.

abdomen¹⁷. La circunferencia del abdomen ha sido independientemente asociada con resistencia a la insulina, factores de riesgo cardiovascular y presión sanguínea en niños con obesidad^{6,18}. La disminución de la circunferencia del abdomen en nuestros participantes redujo el riesgo de ECV relacionado con la obesidad. El ejercicio aeróbico incrementa el gasto calórico de las personas¹⁹. Debido a que en nuestro estudio no hubo ninguna modificación de la ingesta calórica, consideramos que los efectos favorables sobre la salud de los participantes se debieron exclusivamente al ejercicio aeróbico.

No se observaron cambios significativos en el perfil de lípidos, lo cual es consistente con los resultados de otros estudios^{8,20}. Por ejemplo, recientemente se ha descrito que la concentración de colesterol total y colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad no cambia significativamente después de ocho semanas de entrenamiento de ciclismo en mujeres jóvenes²¹. Por otra parte, Hardy, et al., en 2012, mostraron que el colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) se incrementaba sin ningún otro cambio en los niveles de lípidos después de 13 semanas de intervención con ejercicio²². La diferencia encontrada entre nuestros resultados y los del estudio de Hardy, et al. puede ser explicada porque en este último hubo una intervención nutricia. Creemos que los cambios no significativos en los triglicéridos se debieron a la amplia dispersión de los rangos.

Como se esperaba al inicio del estudio, los participantes tuvieron un bajo acondicionamiento cardiorrespiratorio

debido a la falta de ejercicio regular²³. Se ha reportado que el acondicionamiento cardiorrespiratorio mejora después de 8-12 semanas de entrenamiento aeróbico sin control dietético en niños con obesidad^{5,23-25}. De forma similar a lo reportado en la literatura, observamos que el acondicionamiento cardiorrespiratorio incrementó después del entrenamiento. Kokkinos, et al., en 2008, reportaron que el VO_{2pico} es un predictor independiente de todas las causas de mortalidad y el riesgo de muerte se reduce un 13% por cada 3.5 ml/kg*min de VO₂ que se incrementa²⁶. De acuerdo con la propuesta de Kokkinos, et al., consideramos que estos participantes redujeron su riesgo de muerte por ECV en la vida adulta. Es importante notar que los valores máximos de consumo de oxígeno se alcanzan entre los 20 y los 30 años; después de esa edad disminuye gradualmente el acondicionamiento cardiorrespiratorio en función, principalmente, del nivel de actividad física. Por lo tanto, es importante que los adolescentes participen en actividades aeróbicas y, consecuentemente, incrementen su VO₂, disminuyendo los riesgos cardiovasculares y metabólicos asociados con el bajo acondicionamiento cardiorrespiratorio²⁶.

Nuestros resultados muestran evidencias de que el entrenamiento aeróbico, a moderada intensidad y sin cambios en la alimentación, disminuye la adiposidad corporal y abdominal, al mismo tiempo que incrementa el acondicionamiento cardiorrespiratorio en adolescentes mexicanos sedentarios con exceso de peso corporal. Este trabajo demuestra que el entrenamiento aeróbico sin modificar la ingesta dietética es una

estrategia útil para reducir factores de riesgo asociados con la obesidad.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado (DAIP), de la Universidad de Guanajuato. Katya Vargas-Ortiz obtuvo una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) para estudios de maestría (227153).

Bibliografía

1. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2012.
2. Kim Y, Lee S. Physical activity and abdominal obesity in youth. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2009; 34(4):571-81.
3. Alberti G, Zimmet P, Shaw J, et al. Type 2 diabetes in the young: the evolving epidemic: the international diabetes federation consensus workshop. *Diabetes Care*. 2004;27(7):1798-811.
4. Azcona San Julián C, Romero Montero A, Bastero Miñón P, Santamaría Martínez E. Obesidad infantil. *Rev Esp Obes*. 2005;3:26-39.
5. Nassis GP, Psarra G, Sidossis LS. Central and total adiposity are lower in overweight and obese children with high cardiorespiratory fitness. *Eur J Clin Nutr*. 2005;59(1):137-41.
6. Maffei C, Corciulo N, Livieri C, et al. Waist circumference as a predictor of cardiovascular and metabolic risk factors in obese girls. *Eur J Clin Nutr*. 2003;57(4):566-72.
7. Carnethon MR, Gulati M, Greenland P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. *JAMA*. 2005;294(23):2981-8.
8. Pan Y, Pratt CA. Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. *J Am Diet Assoc*. 2008;108(2):276-86; discussion 286.
9. Lee S, Kuk JL, Davidson LE, et al. Exercise without weight loss is an effective strategy for obesity reduction in obese individuals with and without Type 2 diabetes. *J Appl Physiol* (1985). 2005;99(3):1220-5.
10. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(2):459-71.
11. Macias-Cervantes MH, Malacara JM, Garay-Sevilla ME, Diaz-Cisneros FJ. Effect of recreational physical activity on insulin levels in Mexican/Hispanic children. *Eur J Pediatr*. 2009;168(10):1195-202.
12. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320(7244):1240-3.
13. Rosas M, Pastelin G, Vargas-Alarcon G, et al. [Clinical guidelines for detection, prevention, diagnosis and treatment of systemic arterial hypertension in Mexico (2008)]. *Arch Cardiol Mex*. 2008;78 Suppl 2:S2-5-57.
14. Lohman TG. Skinfolts and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol*. 1981;53(2):181-225.
15. Pollock ML, Bohannon RL, Cooper KH, et al. A comparative analysis of four protocols for maximal treadmill stress testing. *Am Heart J*. 1976; 92(1):39-46.
16. Klijin PH, van der Baan-Slootweg OH, van Stel HF. Aerobic exercise in adolescents with obesity: preliminary evaluation of a modular training program and the modified shuttle test. *BMC Pediatr*. 2007;7:19.
17. Kelishadi R, Hashemi M, Mohammadifard N, Asgary S, Khavarian N. Association of changes in oxidative and proinflammatory states with changes in vascular function after a lifestyle modification trial among obese children. *Clin Chem*. 2008;54(1):147-53.
18. Teixeira PJ, Sardinha LB, Going SB, Lohman TG. Total and regional fat and serum cardiovascular disease risk factors in lean and obese children and adolescents. *Obes Res*. 2001;9(8):432-42.
19. Lakka TA, Bouchard C. Physical activity, obesity and cardiovascular diseases. *Handb Exp Pharmacol*. 2005;(170):137-63.
20. Ross R, Janiszewski PM. Is weight loss the optimal target for obesity-related cardiovascular disease risk reduction? *Can J Cardiol*. 2008;24 Suppl D:25D-31D.
21. Stasiulis A, Mockiene A, Vizbaraitė D, Mockus P. Aerobic exercise-induced changes in body composition and blood lipids in young women. *Medicina (Kaunas)*. 2010;46(2):129-34.
22. Hardy OT, Wiecha J, Kim A, et al. Effects of a multicomponent wellness intervention on dyslipidemia among overweight adolescents. *Journal of pediatric endocrinology & metabolism*. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2012;25(1-2):79-82.
23. Torok K, Szelenyi Z, Porszasz J, Molnar D. Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001;25(7):966-70.
24. Bell LM, Watts K, Siafarikas A, et al. Exercise alone reduces insulin resistance in obese children independently of changes in body composition. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(11):4230-5.
25. Watts K, Jones TW, Davis EA, Green D. Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Med*. 2005;35(5):375-92.
26. Kokkinos P, Myers J, Kokkinos JP, et al. Exercise capacity and mortality in black and white men. *Circulation*. 2008;117(5):614-22.