

Efecto de una intervención con ejercicio físico y orientación nutricional sobre componentes del síndrome metabólico en jóvenes con exceso de peso

Fredy Alonso Patiño Villada¹, Jorge Jaime Márquez Arabia², Rosa Magdalena Uscátegui Peñuela³, Alejandro Estrada Restrepo⁴, Gloria María Agudelo Ochoa⁵, Luz Mariela Manjarrés⁶, Beatriz Elena Parra Sosa⁷, María Victoria Parra Marín⁸, Gabriel De Jesús Bedoya Berrío⁹, Claudia María Velásquez Rodríguez¹⁰

RESUMEN

Introducción: las intervenciones con ejercicio físico y orientación nutricional muestran cambios en el exceso de peso en jóvenes con el síndrome metabólico (SM); sin embargo, sus características y resultados son diversos.

Objetivo: evaluar el efecto de una intervención con ejercicio físico y orientación nutricional sobre componentes del SM en jóvenes con exceso de peso.

Materiales y métodos: estudio longitudinal con una evaluación antes y otra después, en nueve jóvenes entre 11 y 17 años. Se evaluaron aspectos antropométricos, frecuencia cardíaca en reposo (FCR), consumo pico de oxígeno ($\dot{V}O_{2\text{pico}}$), insulinemia, resistencia a la insulina (HOMA) y componentes de SM. La intervención consistió en 12 semanas de ejercicio supervisado, tres sesiones/semana de 90 minutos (aeróbico y de fuerza), más dos sesiones no supervisadas; el suministro semanal de frutas y verduras para cubrir las cinco porciones diarias recomendadas y educación nutricional individual y colectiva.

Resultados: luego de la intervención disminuyeron la circunferencia de la cintura de $90,5 \pm 11,0$ a $88,1 \pm 9,9$ cm; el IMC de $30,2 \pm 5,8$ a $29,3 \pm 5,6$ kg/m²; la grasa corporal total

¹ Magíster en Salud Pública. Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de León (España). Profesor, Instituto de Educación Física, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

² Médico del Deporte. Profesor, Instituto de Educación Física, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

³ Magíster en Nutrición Humana. Profesora, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

⁴ Magíster en Epidemiología. Profesor, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

⁵ Magíster en Nutrición Clínica. Grupo Vidarium, Centro de Investigación en Nutrición, Salud y Bienestar del Grupo Nutresa.

⁶ Magíster en Nutrición Humana. Profesora, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

⁷ Magíster en Ciencias Básicas Biomédicas. Profesora, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

⁸ Magíster en Ciencias Básicas Biomédicas. Genética Molecular GENMOL, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

⁹ Magíster en Biología. Genética Molecular GENMOL, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

¹⁰ Magíster en Ciencias Básicas Biomédicas. Profesora, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Correspondencia: Fredy Alonso Patiño Villada; fredpa18@hotmail.com

Recibido: diciembre 06 de 2011

Aceptado: marzo 05 de 2012

de $39,8 \pm 13,0$ a $34,3 \pm 9,0\%$; la glucemia de $86,0 \pm 8,6$ a $83,1 \pm 5,0$ mg/dL; la insulinemia de $23,2 \pm 9,8$ a $19,4 \pm 7,6$ μ U/mL; el HOMA-IR de $2,89 \pm 1,21$ a $2,39 \pm 0,93$; la FCR de $87,9 \pm 4,3$ a $78,2 \pm 5,5$ bpm y aumentó el $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ de $36,3 \pm 5,1$ a $38,5 \pm 4,1$ mL/kg/min; de seis jóvenes con diagnóstico de SM al inicio, cuatro no lo presentaron al final.

Conclusiones: participar en un programa de ejercicio y aumentar el consumo de frutas y verduras en los jóvenes con exceso de peso y componentes del SM generó modificaciones positivas en la composición corporal, el $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, la FCR y la glucemia así como en los componentes y prevalencia del SM.

PALABRAS CLAVE

Adolescentes; Educación Alimentaria y Nutricional; Ejercicio Físico; Frutas; Síndrome X Metabólico; Sobrepeso; Verduras

SUMMARY

Effect of an intervention with physical exercise and nutritional guidance on the components of the metabolic syndrome among young people with overweight

Introduction: Interventions with physical exercise and nutritional guidance show changes in overweight among young people suffering from the metabolic syndrome (MS); nevertheless, their characteristics and results vary.

Objective: To assess the effect of an intervention with physical exercise and nutritional guidance on components of the MS among overweight young people.

Materials and methods: Longitudinal study with an assessment before and another after the intervention in nine young people aged 11 to 17 years. Anthropometric aspects, resting heart rate, peak oxygen consumption ($\dot{V}O_{2\text{peak}}$), insulinemia, HOMA, and components of the MS were assessed. Intervention consisted of 12 weeks of supervised exercise, three 90-minute sessions/week (aerobic and strength), plus two unsupervised sessions; the weekly supply of fruits and vegetables in order to cover the five recommended daily servings, and individual and group nutrition education.

Results: With the intervention waist circumference decreased from 90.5 ± 11.0 to 88.1 ± 9.9 cm; BMI from

30.2 ± 5.8 to 29.3 ± 5.6 kg/m²; total body fat from 39.8 ± 13.0 to $34.3 \pm 9.0\%$; glycemia from 86.0 ± 8.6 to 83.1 ± 5.0 mg/dL; insulinemia from 23.2 ± 9.8 to 19.4 ± 7.6 μ U/mL; HOMA-IR from 2.89 ± 1.21 to 2.39 ± 0.93 ; resting heart rate from 87.9 ± 4.3 to 78.2 ± 5.5 rpm, and $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ increased from 36.3 ± 5.1 to 38.5 ± 4.1 mL/kg/min. Four out of six young people with the diagnosis of MS at the beginning of the study did not present it at the end.

Conclusions: Participating in an exercise program and increase in the consumption of fruits and vegetables among overweight young people with components of the MS produced positive modifications in body composition, $\dot{V}O_{2\text{peak}}$, resting heart rate, and glycemia, as well as in the components and prevalence of the MS.

KEY WORDS

Adolescents; Exercise; Food and Nutrition Education; Fruit; Metabolic Syndrome X; Overweight; Vegetables

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (SM) se define como la presencia de tres o más alteraciones metabólicas de origen lipídico y no lipídico, que aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) y diabetes mellitus 2 (DM2) (1). Estas alteraciones incluyen hiperglucemia, presión arterial alta, niveles elevados de triglicéridos, niveles bajos de lipoproteína de alta densidad y obesidad, especialmente la adiposidad central. La prevalencia mundial de SM en los jóvenes va desde 6,2% hasta 10,1% (2), en la población escolarizada de Medellín fue 6,1% (3).

La obesidad tiene un papel preponderante en el desarrollo del SM, especialmente la acumulación de grasa visceral o central que es la principal causa de resistencia a la insulina (4). La frecuencia de SM en los jóvenes obesos es mayor que en aquellos con peso adecuado, entre 18% y 50% de los pacientes pediátricos obesos presentan SM, mientras que únicamente el 1% o menos de los jóvenes con peso adecuado desarrollan este síndrome (5).

La presencia del SM en la infancia y la adolescencia aumenta el riesgo de desarrollar en la vida adulta DM2, enfermedad coronaria y accidentes cerebrovasculares (6), enfermedades que constituyen las principales

causas de muerte en todo el mundo. Colombia no escapa a esa realidad: de todas las muertes registradas en Medellín durante 2008, la enfermedad isquémica del corazón ocupó el primer lugar (13,5%), el tercero fue para las cerebrovasculares (6,4%) y el noveno para la DM2 (7). Puesto que los componentes del SM se instauran tempranamente en la vida de los individuos y en ausencia de una intervención tienden a permanecer en los mismos percentiles de riesgo, es importante identificar a los jóvenes con alteraciones metabólicas para implementar acciones tendientes a disminuir la prevalencia de estas y contribuir a prevenir la aparición temprana en la vida adulta de ECV y DM2.

En jóvenes obesos el ejercicio aeróbico se ha asociado con mejoría de la función endotelial, reducción del grosor de la íntima y la media de la arteria carótida, la presión arterial sistólica y la masa del ventrículo izquierdo. En el mismo grupo poblacional, el ejercicio acompañado de educación a los padres y terapia de conducta para modificar el consumo de alimentos e incrementar la actividad física mejoró la presión arterial, los lípidos séricos, la resistencia a la insulina y la capacidad aeróbica (8). En otro estudio, en jóvenes de 9 a 12 años con exceso de peso, el tratamiento dietético mejoró la relación cintura/cadera, el nivel de colesterol y la función endotelial. La recuperación de esta última fue mayor cuando el tratamiento dietético se acompañó de un programa de ejercicio (9). Los beneficios de una intervención con dieta y ejercicio aeróbico también los reportaron Chen y colaboradores en jóvenes norteamericanos obesos diagnosticados con SM, quienes no lo presentaron después de 14 días de intervención, a pesar de no haber mostrado cambios importantes en el índice de masa corporal (IMC) (10).

Chen y colaboradores consideran que para combatir la obesidad y el SM en la población adolescente, los cambios modestos en la dieta acompañados de aumentos graduales en la cantidad de actividad física son más sostenibles a largo plazo que las dietas con fuertes restricciones de energía y grandes cargas de ejercicio (10). Esta recomendación estaría de acuerdo con la aplicación de la estrategia cinco al día de la OMS, diseñada para impulsar el consumo de frutas y verduras en el mundo (11); tal estrategia partió de los datos de su informe sobre la salud en el mundo,

de 2002 (12), en el que se afirma que la ingesta insuficiente de frutas y verduras constituye uno de los 10 principales factores de riesgo de mortalidad atribuible a escala mundial; así, la ingesta insuficiente de estos alimentos es responsable de 31% de las cardiopatías isquémicas y de 11% de los accidentes cerebrovasculares. Hay pruebas convincentes de que las frutas y verduras reducen el riesgo de obesidad y ECV y de que, probablemente, también reduzcan el riesgo de DM2 (11,13).

Puesto que no se conocen reportes en la literatura de intervenciones no farmacológicas para el manejo del SM en adolescentes con exceso de peso en población colombiana, se diseñó un estudio piloto cuyo objetivo fue evaluar el efecto de una intervención con ejercicio físico y orientación nutricional sobre componentes del SM en un grupo de jóvenes con exceso de peso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y población de estudio

Se trató de un estudio longitudinal con evaluaciones antes y después, el cual formó parte de un macroproyecto que tenía tres objetivos generales, a saber: determinar la prevalencia de exceso de peso (IMC > p 85), evaluar la presencia de SM y evaluar el efecto de una intervención con dieta y actividad física, en jóvenes de 10 a 18 años, usuarios de la Empresa Prestadora de Servicios de Salud (EPS) SURA de la ciudad de Medellín. El tercer objetivo se convirtió en el motivo de análisis del presente estudio.

El diseño muestral del macroproyecto fue aleatorio estratificado según la edad y el sexo, y los parámetros para el cálculo del tamaño de la muestra fueron: una población de 179.543 usuarios entre 10 y 18 años de la EPS en mención, prevalencia esperada de exceso de peso (IMC > p 85) de 10,3%, nivel de confianza del 95%, error de muestreo del 2% y un efecto del diseño de 1,2, para una muestra final de 1.060 adolescentes.

El macroproyecto arrojó una prevalencia de exceso de peso de 21,6% equivalente a 229 jóvenes, en los cuales se evaluó la presencia de SM; se encontró una prevalencia de 3,1% (siete jóvenes) quienes constituyeron el grupo de interés para este estudio. De ellos, seis aceptaron participar en el estudio. Ante la baja proporción encontrada de jóvenes con

SM, se decidió ampliar la invitación a participar de la intervención a los jóvenes que simultáneamente presentaban obesidad ($IMC > p95$) y dos componentes del SM (19 sujetos); de ellos, tres aceptaron ser parte del estudio. Así, la muestra para la intervención quedó constituida por nueve sujetos entre los 11 y 17 años (dos mujeres y siete hombres). Ninguno de los participantes tenía tratamiento médico ni nutricional para cualquiera de los componentes del SM, no consumían corticosteroides ni hormonas tiroideas; tampoco tenían diagnóstico de DM2, VIH, neoplasias, enfermedades con componentes genéticos, no presentaban incapacidad física, ni eran deportistas de alto rendimiento. Ninguna de las dos jóvenes estaba en gestación o período de lactancia.

A todos los jóvenes se les hicieron antes y después de la intervención las siguientes evaluaciones:

Evaluación antropométrica: el peso, la estatura, la circunferencia de la cintura y los pliegues de grasa tricipital y subscapular se midieron y registraron dos veces, con equipos y técnicas de uso internacional, previa estandarización de los evaluadores (14). Se calcularon el IMC (peso en kg/talla en m^2) y el porcentaje de grasa corporal total, este último mediante la ecuación de Lohman.

Variables bioquímicas: la muestra de sangre se tomó después de 12 horas de ayuno. Los lípidos séricos (colesterol total, cHDL, cLDL y triglicéridos), la glucemia y la insulinemia se midieron mediante espectrofotometría, utilizando estuches colorimétricos enzimáticos específicos (*BioSystems Reagents and Instruments*). La resistencia a la insulina se evaluó por el modelo matemático HOMA (*Homeostasis Model Assessment*) utilizando el software HOMA versión 2.2.

Presión arterial: la presión arterial se midió en el brazo derecho con un esfigmomanómetro aneróide (*Welch Allyn, Arden, NC, EE.UU.*), debidamente calibrado, con el manguito adecuado para la circunferencia del brazo y siguiendo la metodología descrita en el *Fourth Task Force* (15).

Componentes y diagnóstico del síndrome metabólico: se definieron como componentes del SM los siguientes: triglicéridos ≥ 110 mg/dL, c-HDL ≤ 40 mg/dL (16), glucemia en ayunas ≥ 100 mg/dL (17), presión arterial sistólica o diastólica en mm Hg \geq percentil 90 de los valores de referencia según el

sexo y el percentil de estatura (15); una circunferencia de la cintura mayor del percentil 90 de los datos correspondientes a la población mexicoamericana, de la Tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de los Estados Unidos (NHANES III) (18). Se clasificó como SM la presencia de al menos tres de los componentes antes enunciados.

Potencia aeróbica: se estimó por un método indirecto, con base en el test de Leger, también denominado de Course Navette (19), validado en jóvenes hispanos de 10-12 años, el cual consiste en recorrer ciclos sucesivos de un minuto a velocidad creciente, hasta llegar al agotamiento. Con la velocidad alcanzada en el último ciclo y la edad del joven se calculó el consumo de oxígeno pico ($\dot{V}O_{2pico}$ mL/kg/min).

Evaluación clínica: antes de la intervención, a cada joven se le hizo una evaluación médico-deportiva con énfasis en la exploración cardiovascular, osteomuscular y neurológica, con el fin de ajustar la prescripción del ejercicio; dicha evaluación se repitió al final de la intervención.

Intervención: se hizo entre abril y junio de 2010 y consistió en un programa compuesto por ejercicio físico y orientación nutricional durante 12 semanas, con evaluación inicial y final del SM y sus componentes; el trabajo de campo estuvo a cargo de un médico especialista del deporte, una nutricionista y tres educadores físicos.

Protocolo de ejercicio: consistió en un plan de ejercicio tres veces/semana (36 sesiones), cada una de 90 minutos. El ejercicio fue aeróbico (en banda rodante o elíptica) y de fuerza (con pesos libres y máquinas); la prescripción se hizo con base en la determinación inicial del $\dot{V}O_{2pico}$ mL/kg/min y la evaluación clínica. En el primer mes se alcanzó una base aeróbica de 40 minutos continuos al 70% de la frecuencia cardíaca de reserva calculada mediante la fórmula de Karvonen y colaboradores (20); el ejercicio se acompañó de trabajos de fuerza en circuito y superseries (ocho ejercicios de tres series x 15 repeticiones); para los siguientes dos meses se mantuvo el volumen con variación de la intensidad (trabajo por intervalos, entre 65% y 85% de la frecuencia cardíaca de reserva) seguido de ejercicios de fuerza con series estándar (ocho ejercicios de cuatro series x 12 repeticiones). La frecuencia cardíaca se monitorizó en todas las sesiones con la

utilización de pulsómetros (Polar T31). Además, se recomendaron dos sesiones semanales de ejercicio no supervisado, que se monitorizó mediante una planilla en la que los jóvenes registraban las actividades realizadas en la semana previa a la del ejercicio controlado. El protocolo fue diseñado y dirigido por un educador físico quien programó y supervisó las sesiones de ejercicio; estas fueron realizadas por otros dos educadores físicos, previamente estandarizados en la aplicación del protocolo y asignados de forma aleatoria a un grupo de cuatro participantes y a otro de cinco, con el objetivo de facilitar un seguimiento más individualizado de los entrenamientos.

Protocolo de orientación nutricional: cada joven recibió educación nutricional fundamentada en el consumo de frutas y verduras como parte de una alimentación saludable. Igualmente, recibieron recomendaciones específicas de acuerdo con los componentes del SM presentes en cada uno. Se hicieron dos sesiones educativas colectivas para todos los jóvenes y sus familias (una al inicio y otra en la mitad de la intervención) con el propósito de motivar, comprometer y lograr mayor adherencia a la intervención nutricional. Estas actividades se acompañaron de un laboratorio sobre preparaciones de alimentos de baja densidad energética. Además, la investigación proporcionó a cada participante las frutas y verduras requeridas para cubrir cinco porciones diarias durante las 12 semanas de intervención, estrategia conocida mundialmente como cinco al día impulsada por la OMS (11). Las frutas y verduras se entregaron semanalmente a los jóvenes en una de las sesiones de ejercicio; al inicio del estudio la información sobre el consumo de dichos alimentos se obtuvo por registros de 24 horas y a partir de la cuarta semana, se realizó mediante registros diarios, diligenciados por los jóvenes y asesorados por un nutricionista. La intervención nutricional no incluyó la restricción calórica.

Consideraciones éticas

La investigación se clasificó como de riesgo mínimo a la luz de la resolución 008430 del Ministerio de Salud de Colombia de octubre de 1993, artículo 11; fue aprobada por el Comité de Bioética de la Sede de Investigación Universitaria (SIU) de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia). Los participantes,

padres o acudientes, firmaron el consentimiento informado, el cual cumplió con los principios éticos de la Declaración de Helsinki para las investigaciones médicas en seres humanos.

Plan de análisis

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS® versión 18.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*). Los cambios en las variables continuas, antes y después de la intervención, se midieron mediante la prueba de Wilcoxon, mientras que los cambios en las proporciones de cada uno de los componentes del SM se evaluaron con la prueba de control de cambios de McNemar. En todos los casos se consideró significativa una $p < 0,05$.

RESULTADOS

El grupo estuvo conformado por siete hombres y dos mujeres; la edad promedio fue $15,1 \pm 2,3$ años; el peso $85,1 \pm 23,2$ kg y la estatura $166,5 \pm 13,6$ cm. Con respecto al estadio de maduración puberal, cinco hombres se encontraban en estadio 4, uno en el 3 y el otro en el 5; las dos mujeres estaban en estadio 4.

Los nueve jóvenes que iniciaron el estudio terminaron la intervención sin pérdidas durante las 12 semanas, con un porcentaje promedio de asistencia a las sesiones de ejercicio programado de $92,6 \pm 5,9\%$, (rango: 83% a 100%). Siete jóvenes asistieron a la totalidad de las nueve sesiones de orientación nutricional individual y dos, a ocho. Siete de las nueve familias asistieron a la primera de las sesiones colectivas de educación nutricional sobre consumo de frutas y verduras como parte de una alimentación saludable y ocho, a la segunda. El promedio de consumo de frutas y verduras en la línea de base fue de $1,4 \pm 1,2$ porciones/día, valor que durante la última semana de intervención alcanzó un promedio/día de $4,1 \pm 1,0$ porciones ($p = 0,008$), incluso dos jóvenes ingirieron más de cinco frutas y verduras al día; todos los participantes en el estudio incrementaron el consumo de las mismas (figura 1).

La comparación de las variables antropométricas entre la línea de base y al finalizar la intervención reveló que la circunferencia de la cintura, el IMC, el porcentaje de grasa corporal total y el pliegue de grasa tricúspital disminuyeron significativamente

y la estatura aumentó (tabla 1). Las variables de acondicionamiento físico presentaron diferencias estadísticamente significativas después de la intervención, con aumento en el consumo pico de oxígeno y disminución de la frecuencia cardíaca en reposo (tabla 1).

En cuanto a los componentes del perfil lipídico, los triglicéridos y el colesterol total, disminuyeron aunque las diferencias con relación a la línea de base no fueron significativas. La presión arterial sistólica y la diastólica disminuyeron ligeramente después de la intervención pero las diferencias no fueron significativas (tabla 1). La glucemia, la insulinemia y el HOMA-IR después de la intervención presentaron valores más bajos, con diferencias significativas (tabla 1).

Cuatro de los jóvenes estudiados disminuyeron por lo menos un componente del SM, de tal manera que de los seis que presentaban esta condición al inicio del estudio solamente dos la siguieron presentando después de la intervención, de los cuales uno disminuyó de cinco a tres componentes (figura 2). Las alteraciones del perfil lipídico fueron los componentes del SM más frecuentes en los jóvenes estudiados en la línea de base; por el contrario, la hiperglucemia fue la alteración con menor frecuencia; los cambios en la frecuencia de los componentes del SM no presentaron diferencias significativas (tabla 2), pero el promedio de componentes del SM sí las presentó: pasó de 3 ± 1 a 2 ± 1 ($p = 0,026$).

Tabla 1. Perfil antropométrico, de acondicionamiento físico, metabólico y hemodinámico de los jóvenes antes y después de la intervención

Variable	Antes (n = 9) X±DE	Después (n = 9) X±DE	p*
Peso (kg)	85,1±23,2	83,8±22,5	0,050
Estatura (cm)	166,5±13,6	167,8±13,6	0,008
Circunferencia de la cintura (cm)	90,5±11,0	88,1±9,9	0,008
IMC (kg/m ²)	30,2±5,8	29,3±5,6	0,008
IMC (Unidades Z)	2,44±0,74	2,26±0,74	0,008
Pliegue subescapular (mm)	28±10	25±7	0,182
Pliegue tricípital (mm)	27,9±9,8	23,7±7,2	0,018
Grasa corporal total (%)	39,8±13,0	34,3±9,0	0,049
Frecuencia cardíaca en reposo (lpm)	87,9±4,3	78,2±5,5	0,008
Frecuencia respiratoria (rpm)	14,2±4	13,9±0,3	0,083
Consumo máximo de oxígeno VO ₂ máx (mL/kg/min)	36,3±5,1	38,5±4,1	0,043
Frecuencia cardíaca máxima, prueba de Leger	187±18	183±18	0,008
Colesterol total (mg/dL)	223,6±46,8	212,9±35,0	0,441
Triglicéridos (mg/dL)	223,3±94,2	204,6±88,7	0,477
LDL (mg/dL)	117,6±36,8	138,8±26,9	0,123
HDL (mg/dL)	38,0±7,2	33,3±6,8	0,109
Presión arterial sistólica (mm Hg)	126,9±16,5	120,4±16,7	0,090
Presión arterial diastólica (mm Hg)	74,9±8,2	72,3±8,5	0,080
Glucemia (mg/dL)	86,0±8,6	83,1±5,0	0,028
Insulinemia (μU/mL)	23,2±9,8	19,4±7,6	0,028
HOMA-IR	2,89±1,21	2,39±0,93	0,028

X ± DE = medias y desviación estándar.

*Prueba de Wilcoxon

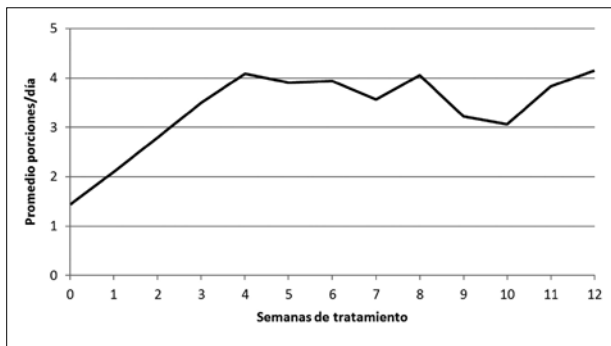


Figura 1. Cambio en el consumo de frutas y verduras (promedio/día) en los jóvenes entre la línea de base y a partir de la cuarta semana de intervención hasta la finalización del estudio. El promedio de consumo de frutas y verduras durante la última semana fue significativamente superior al de la línea de base ($p = 0,008$), según la prueba de Wilcoxon

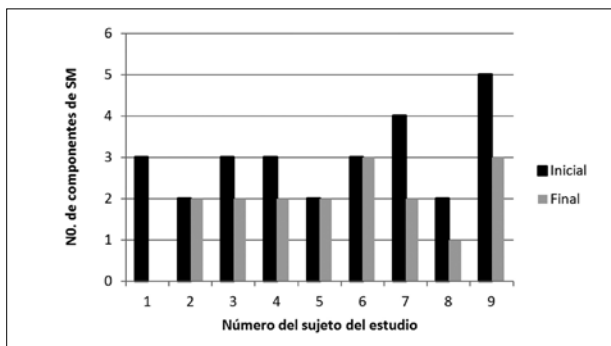


Figura 2. Cambio en el número de componentes del síndrome metabólico de cada uno de los jóvenes, antes y después de la intervención

Tabla 2. Presencia de cada uno de los componentes del síndrome metabólico en jóvenes, antes y después de la intervención

Variable	Antes (n=9)	Después (n=9)	p*
Hiperglucemia	1	0	1,000
Triglicéridos elevados	9	7	0,500
HDL bajas	8	8	1,000
Presión arterial elevada	4	2	0,500
Obesidad central	5	2	0,250
Diagnóstico SM	6	2	0,125

*Prueba de McNemar

DISCUSIÓN

El tratamiento de los jóvenes con diagnóstico de SM constituye una estrategia para prevenir la aparición de sus consecuencias más importantes: la ECV y la DM2, enfermedades que representan las principales causas de muerte en Medellín, Colombia (7). De ahí que el resultado más relevante del presente estudio fue que después de una intervención durante 12 semanas basada en la promoción de estilos de vida saludable, cuatro de los seis jóvenes con SM al inicio de este no lo presentaron después de la intervención y de los dos restantes uno pasó de cinco componentes a tres.

El IMC, la circunferencia de la cintura y el porcentaje de grasa corporal elevados han sido descritos como factores de riesgo importantes para SM (6). De ahí la importancia de los cambios en estas variables obtenidos después de la intervención. Los cambios en el IMC son la consecuencia de la pérdida de peso y el incremento de la talla, la reducción promedio fue 0,9 kg/m², equivalentes a 0,18 unidades Z, cifra inferior a la obtenida en jóvenes brasileños obesos con SM (0,47 unidades Z) y sin SM (0,45 unidades Z), quienes siguieron un programa de dieta y ejercicio de 12 semanas (21); la diferencia podría explicarse porque en los jóvenes brasileños se hizo una restricción de 500 Kcal/día, mientras que los de Medellín recibieron educación nutricional y el suministro de frutas y verduras, pero sin restricción calórica.

El porcentaje de grasa corporal total antes de la intervención en los adolescentes del presente estudio fue similar al de la línea de base de los jóvenes brasileños estudiados por Leite y colaboradores (21); la disminución en este indicador antropométrico después de la intervención fue superior en los jóvenes de Medellín, a pesar de haber perdido menos IMC que los brasileños. La acumulación de grasa visceral o central es la principal causa de resistencia a la insulina (4), está estrechamente relacionada con el desarrollo de ECV en la vida adulta y con la presencia de SM. La reducción promedio en la circunferencia de la cintura en el presente estudio fue similar a la obtenida en los jóvenes brasileños (21). Estos datos revelan que la respuesta de los jóvenes con exceso de peso a la intervención fue compatible con una disminución en la obesidad central y que podría contribuir a reducir los factores de riesgo para el SM.

Después de la intervención disminuyeron significativamente la glucemia, la insulinemia y el HOMA-IR, lo cual refleja mejoría del metabolismo de la glucosa y de la respuesta insulínica, a pesar de que solo un participante en el estudio presentaba hiperglucemia al inicio del mismo, quien mejoró de esta condición después de la intervención. El efecto benéfico del ejercicio físico y de una dieta saludable sobre la insulinemia y el metabolismo de la glucosa en jóvenes también fue reportado por Reinehr y colaboradores (22) en jóvenes obesos, entre quienes dichos cambios fueron atribuidos a la disminución en el IMC. En el estudio de los jóvenes de Medellín, el beneficio de la intervención sobre el metabolismo de la glucosa podría deberse a la reducción del IMC, de la circunferencia de la cintura y del porcentaje de grasa corporal (22); también podría ser un efecto directo del ejercicio aeróbico (23) o del incremento en el consumo de frutas y verduras (12) o de todas las anteriores.

Uno de los aspectos importantes para combatir el SM y sus consecuencias es mejorar la condición física, puesto que el acondicionamiento cardiorrespiratorio bajo se asocia fuertemente con el agrupamiento de factores de riesgo cardiovascular en niños y jóvenes independientemente del país, la edad y el sexo (24). Por ello, es relevante que los jóvenes del presente estudio incrementaran su capacidad cardiorrespiratoria después de la intervención, cambio manifestado por el aumento en el $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ y la reducción de la frecuencia cardíaca en reposo. La potencia aeróbica aumentó en 6,1%, valor inferior al obtenido con una intervención de similar duración en adolescentes brasileños obesos, con SM (10%) y sin esta condición (12%) (21), diferencias explicables por la disparidad en los protocolos utilizados, puesto que en los jóvenes brasileños el programa de ejercicio enfatizó en un entrenamiento aeróbico, en tanto que en el presente estudio fue una combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza. Aunque la capacidad cardiorrespiratoria aumenta con la edad durante la adolescencia, la corta duración del estudio de Medellín no justifica que los cambios se deban al aumento de edad, lo que está de acuerdo con los hallazgos de Kaufman y colaboradores en jóvenes con sobrepeso entrenados con ejercicio aeróbico (25).

Otro beneficio observado con la intervención fue el cambio en la presión arterial, que aunque no fue

importante desde el punto de vista estadístico, sí lo fue desde el punto de vista clínico, puesto que en dos de los cuatro jóvenes que presentaron PA alta al inicio del estudio tras la intervención los valores se redujeron a cifras normales (26). La reducción de la presión arterial se podría explicar por el aumento en el acondicionamiento físico, la reducción en el peso corporal, la mejoría en la distribución de la grasa y también por el efecto directo del ejercicio de fuerza (27).

Contrario a lo esperado y a lo reportado en otras investigaciones (10,21), solo en dos de los nueve jóvenes que en la línea de base presentaban triglicéridos por encima del valor considerado de riesgo para SM, se redujeron las concentraciones después de la intervención; lo anterior podría explicarse, en parte, porque en dichos estudios se hicieron restricciones calóricas y en algunos casos restricción de grasas, modificaciones no realizadas en los jóvenes de Medellín. Sin embargo, un hecho que llama la atención es que los valores de triglicéridos en ayunas en la línea de base de los jóvenes del presente estudio fueron mucho más altos que los reportados en otras investigaciones; de hecho, equivalían al doble del punto por encima del que se consideró hipertrigliceridemia. Esto sugiere que en los jóvenes de este estudio podrían existir otros factores que condicionaran dichos valores séricos, como la presencia de variantes de genes que codifican para proteínas involucradas en el metabolismo de los lípidos (28).

El éxito de la adherencia a la intervención, manifestado por la alta asistencia a las sesiones de ejercicio físico y de educación nutricional, juntamente con el incremento en el consumo de frutas y verduras, posiblemente se debió a que la intervención fue desarrollada por un equipo multidisciplinario y al hecho de que se involucrara no solamente a los jóvenes, sino también a sus familias. Lo anterior está de acuerdo con las recomendaciones actuales del manejo del SM en niños y adolescentes (29). Intervenciones similares pero de mayor duración permitirían establecer tempranamente un estilo de vida saludable, como lo propone la Organización Mundial de la Salud, para la que la actividad física y la alimentación saludable constituyen las bases de la prevención de la ECV, la DM2 y otras enfermedades crónicas no transmisibles

(12). Igualmente, intervenciones de características similares permitirían materializar las propuestas planteadas en las guías establecidas por el Ministerio de Protección Social de Colombia para la detección temprana de las alteraciones del desarrollo del joven de 10 a 29 años, específicamente en la guía 2, dirigida al diagnóstico y tratamiento tempranos de los problemas de sobrepeso y obesidad en los jóvenes (30).

Las limitaciones de esta investigación fueron no contar con un grupo de control y el número reducido de participantes en la intervención, lo que no permitió hacer un análisis por sexo. Por lo tanto, los resultados se deben interpretar con precaución. El número reducido se debió principalmente a la baja prevalencia del SM en sujetos con exceso de peso encontrada en el macroproyecto (3,1%), contrario a lo reportado por otros autores (4,5), hecho que no desmotivó a los investigadores para llevar a cabo la intervención, porque es importante aunar esfuerzos que contribuyan al manejo del SM antes de llegar a la vida adulta.

En conclusión, los cambios más relevantes fueron la reducción en los componentes del SM y en la prevalencia del mismo, las modificaciones favorables en la composición corporal, el aumento del VO₂ pico, la reducción de la frecuencia cardíaca en reposo y la disminución de la glucemia. Este estudio piloto permitió observar que cambios en el estilo de vida, como participar en un programa de ejercicio regular y aumentar el consumo de frutas y verduras, generan modificaciones positivas tanto en los componentes del SM como en su prevalencia, a la vez que promueven un estilo de vida saludable. Sin embargo, serían importantes otros estudios que subsanen las limitaciones antes anotadas.

Declaración de conflictos de interés y financiación

No existen conflictos de interés en este estudio. Los recursos para realizar la investigación fueron aportados por Vidarium, Centro de Investigación, Nutrición, Salud y Bienestar del Grupo Nutresa, la Universidad de Antioquia desde la Vicerrectoría de Investigación, mediante la estrategia de sostenibilidad a grupos 2010-2011, la EPS SURA y la IPS Dinámica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International . *Circulation*. 2009 Oct 20;120(16):1640–5.
2. Duncan GE, Li SM, Zhou X-H. Prevalence and trends of a metabolic syndrome phenotype among u.s. Adolescents, 1999-2000. *Diabetes care*. 2004 Oct;27(10):2438–43.
3. Agudelo Ochoa GM, Arias Arteaga R. Prevalencia del síndrome metabólico en niños y adolescentes escolarizados del área urbana de la ciudad de Medellín. *Iatreia*. 2008;21(3):260–70.
4. Nathan BM, Moran A. Metabolic complications of obesity in childhood and adolescence: more than just diabetes. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2008 Feb;15(1):21–9.
5. Cook S. The metabolic syndrome: antecedent of adult cardiovascular disease in pediatrics. *J Pediatr*. 2004 Oct;145(4):427–30.
6. Baker JL, Olsen LW, Sørensen TIA. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med*. 2007 Dec 6;357(23):2329–37.
7. Secretaría de Salud de Medellín. Situación de salud de Medellín, indicadores básicos, 2008. Medellín: Alcaldía de Medellín - Secretaría de Salud; 2009. p. 227.
8. Kirk S, Zeller M, Claytor R, Santangelo M, Khoury PR, Daniels SR. The relationship of health outcomes to improvement in BMI in children and adolescents. *Obes Res*. 2005 May;13(5):876–82.
9. Woo KS, Chook P, Yu CW, Sung RYT, Qiao M, Leung SSF, et al. Effects of diet and exercise on obesity-related vascular dysfunction in children. *Circulation*. 2004 Apr 27;109(16):1981–6.
10. Chen AK, Roberts CK, Barnard RJ. Effect of a short-term diet and exercise intervention on metabolic syndrome in overweight children. *Metabolism*. 2006 Jul;55(7):871–8.

11. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2004.
12. Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la salud en el mundo 2002: reducir los riesgos y promover una vida sana. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2002. p. 15.
13. Marmot M. Fruit and vegetable intake reduces risk of fatal coronary heart disease. *Eur Heart J*. 2011 May;32(10):1182–3.
14. Lohman T, Roche A, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988.
15. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2004 Aug;114(2 Suppl 4th Report):555–76.
16. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001 May 16;285(19):2486–97.
17. Saely CH, Koch L, Schmid F, Marte T, Aczel S, Langer P, et al. Adult Treatment Panel III 2001 but not International Diabetes Federation 2005 criteria of the metabolic syndrome predict clinical cardiovascular events in subjects who underwent coronary angiography. *Diabetes care*. 2006 Apr;29(4):901–7.
18. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr*. 2004 Oct;145(4):439–44.
19. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988 Jan;6(2):93–101.
20. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*. 1957 Jan;35(3):307–15.
21. Milano GE, Rodacki A, Radominski RB, Leite N. Scale of $\dot{V}O_{2peak}$ in obese and non-obese adolescents by different methods. *Arq Bras Cardiol*. 2009 Dec;93(6):554–7, 598–602.
22. Reinehr T, Kiess W, Kapellen T, Andler W. Insulin sensitivity among obese children and adolescents, according to degree of weight loss. *Pediatrics*. 2004 Dec;114(6):1569–73.
23. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism*. 2005 Nov;54(11):1472–9.
24. Anderssen SA, Cooper AR, Riddoch C, Sardinha LB, Harro M, Brage S, et al. Low cardiorespiratory fitness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children independent of country, age and sex. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007;14:526–31.
25. Kaufman C, Kelly AS, Kaiser DR, Steinberger J, Dengel DR. Aerobic-exercise training improves ventilatory efficiency in overweight children. *Pediatr Exerc Sci*. 2007 Feb;19(1):82–92.
26. Caranti DA, de Mello MT, Prado WL, Tock L, Siqueira KO, de Piano A, et al. Short- and long-term beneficial effects of a multidisciplinary therapy for the control of metabolic syndrome in obese adolescents. *Metabolism: clinical and experimental*. 2007 Sep;56(9):1293–300.
27. Cardoso CG, Gomides RS, Queiroz ACC, Pinto LG, da Silveira Lobo F, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics (Sao Paulo)*. 2010 Mar;65(3):317–25.
28. Waterworth DM, Ricketts SL, Song K, Chen L, Zhao JH, Ripatti S, et al. Genetic variants influencing circulating lipid levels and risk of coronary artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2010 Nov;30(11):2264–76.
29. Halpern A, Mancini MC, Magalhães MEC, Fisberg M, Radominski R, Bertolami MC, et al. Metabolic syndrome, dyslipidemia, hypertension and type 2 diabetes in youth: from diagnosis to treatment. *Diabetol Metab Syndr*. 2010 Jan;2:55.
30. Colombia Ministerio de la Protección Social. Guía para la detección temprana de las alteraciones del desarrollo del joven de 10 a 29 años. Guías de promoción de la salud y prevención de enfermedades en la salud pública. Bogotá D.C.: Colombia Ministerio de la Protección Social; 2007. p. 57–117.