

ORIGINAL

Respuesta en escolares con obesidad al ejercicio intervalado de alta intensidad aplicado en el contexto escolar



Miguel Espinoza-Silva^a, Pedro Ángel Latorre-Román^b, Juan Párraga-Montilla^b, Felipe Caamaño-Navarrete^c, Daniel Jerez-Mayorga^d y Pedro Delgado-Floody^{a,*}

^a Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

^b Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Jaén, Jaén, España

^c Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile

^d Facultad de Ciencias de la Rehabilitación, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile

Recibido el 18 de octubre de 2018; aceptado el 15 de mayo de 2019

Disponible en Internet el 19 de agosto de 2019

PALABRAS CLAVE

Obesidad;
Escolares;
Capacidad
cardiorrespiratoria;
Ejercicio

Resumen

Antecedentes: El ejercicio intervalado de alta intensidad (HIIT) ha sido utilizado ampliamente para combatir los factores de riesgo cardiovascular en población adolescente y adulta, existiendo un vacío de su aplicabilidad en población infantil.

Objetivos: Determinar los efectos de un HIIT sobre distintos parámetros antropométricos y cardiovasculares de niños con sobrepeso y obesidad de entre 7 y 9 años de edad.

Material y métodos: Cuatro grupos fueron formados: 1) grupo control con sobrepeso (GCS, n=30, IMC=21,60±3,72 kg/m²); 2) grupo control con obesidad (GCO, n=34, IMC=23,92±3,11 kg/m²); 3) grupo intervención con sobrepeso (GIS, n=69, IMC=20,01±1,88 kg/m²), y 4) grupo intervención con obesidad (GIO, n=141, IMC=24,12±2,66 kg/m²). El IMC, grasa corporal (GC), circunferencia de cintura, razón cintura-estatura, presión arterial sistólica y diastólica, y capacidad cardiorrespiratoria (CRF), fueron evaluadas pre- y postintervención.

Resultados: Existieron diferencias significativas en las variables IMC (p<0,001), GC (p<0,001) y CRF (p<0,001) en la comparación entre grupos (control vs. intervención) en pre- y postintervención (GCS vs. GIS y GCO vs. GIO). El GIS (IMC; pre=20,01±1,88 vs. post=19,00±2,02, p<0,001) y el GIO (IMC; pre=24,12±2,66 vs. post=23,23±3,23, p<0,001) disminuyeron su IMC. De igual forma, en el GIS (GC; pre=21,84±4,97 vs. post=19,55±4,81%, p<0,001) y en el GIO (GC; pre=30,26±11,49 vs. post=26,81±6,80%, p<0,001) la GC disminuyó. Ambos grupos intervenidos mejoraron su CRF (p<0,001). Existió una disminución significativa de escolares con obesidad (pre=66,4% vs. post=49,6%) (p<0,001).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: pedro.delgado@ufroterra.cl (P. Delgado-Floody).

KEYWORDS

Obesity;
Schoolchildren;
Cardiorespiratory
capacity;
Exercise

Conclusión: La intervención realizada en el contexto escolar mejora los parámetros antropométricos y cardiovasculares de los escolares, permitiendo además disminuir la proporción de escolares con obesidad.

© 2019 SEEN y SED. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Response of obese schoolchildren to high-intensity interval training applied in the school context

Abstract

Background: High-intensity interval training (HIIT) has been widely used to fight cardiovascular risk factors in adolescents and adults, but no data are available on its applicability in children.

Objectives: To assess the effects of HIIT on different anthropometric and cardiovascular parameters of overweight and obese children aged 7-9 years.

Material and methods: Four groups were formed: 1) an overweight control group (OWCG, $n=30$, $BMI=21.60 \pm 3.72 \text{ kg/m}^2$); 2) an obesity control group (OCG, $n=34$, $BMI=23.92 \pm 3.11 \text{ kg/m}^2$); 3) an overweight intervention group (OWIG, $n=69$, $BMI=20.01 \pm 1.88 \text{ kg/m}^2$), and 4) an obesity intervention group (OIG, $n=141$, $BMI=24.12 \pm 2.66 \text{ kg/m}^2$). BMI, body fat (BF), waist circumference, height-waist ratio, systolic and diastolic blood pressure and cardiorespiratory fitness (CRF) were assessed before and after intervention.

Results: There were significant differences in BMI ($P < .001$), BF ($P < .001$), and CRF ($P < .001$) between the groups (control vs. intervention) before and after intervention (OWCG vs. OWIG and OCG vs. OIG). BMI decreased in the OWIG (BMI, 20.01 ± 1.88 at baseline vs. 19.00 ± 2.02 after HIIT, $P < .001$) and OIG (BMI, 24.12 ± 2.66 at baseline vs. 23.23 ± 3.23 after HIIT, $P < .001$) groups. Similarly, BF decreased in the OWIG (BF, 21.84 ± 4.97 at baseline vs. $19.55 \pm 4.81\%$ after HIIT, $P < .001$) and OIG (BF, 30.26 ± 11.49 at baseline vs. $26.81 \pm 6.80\%$ after HIIT, $P < .001$) groups. CRF improved in both intervention groups ($P < .001$). There was a significant decrease in the prevalence rate of schoolchildren with obesity (from 66.4% to 49.6%) ($P < .001$).

Conclusion: The intervention conducted in the school setting improved the anthropometric and cardiovascular parameters of schoolchildren, and also allowed for reducing the proportion of schoolchildren with obesity.

© 2019 SEEN y SED. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La obesidad es una enfermedad crónica no transmisible prevalente a nivel mundial, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo¹. La Organización Mundial de la Salud señala la obesidad infantil como el problema más serio de salud pública del siglo XXI². En Chile, el *Estudio Nacional de Educación Física* establece que el 45% de estudiantes poseen una prevalencia de sobrepeso y obesidad³. Entre las causas del desarrollo de la obesidad se encuentran una inadecuada alimentación, un excesivo tiempo de conducta sedentaria e insuficientes niveles de actividad física, entre otras⁴. Además, la obesidad infantil está asociada con el desarrollo de factores de riesgo cardiovascular como hipertensión e insulinoresistencia⁵ y baja capacidad cardiorrespiratoria (CRF)⁶.

Modificaciones en la cantidad de actividad física en la escuela han demostrado efectos beneficiosos en la composición corporal, condición física, la salud cardiovascular y la sensibilidad a la insulina⁷. En este sentido, el ejercicio interválico de alta intensidad y corta duración (HIIT), que se caracteriza principalmente por breves intervalos de actividad vigorosa, intercaladas con períodos

de descanso o ejercicio de baja intensidad⁸, ha reportado ser efectivo para mejorar la composición corporal y los factores de riesgo cardiometabólico en jóvenes obesos⁹. Así mismo, ha presentado un impacto positivo en la función vascular¹⁰ y en la CRF¹¹, siendo esta última un componente fundamental de un estilo de vida saludable en niños¹².

La evidencia señala que la incorporación de programas HIIT podría llevarse a cabo en conjunto con actividades de la clase de Educación Física (EF) o en períodos específicos durante la jornada escolar¹³. Sin embargo, es importante determinar los efectos fisiológicos de la aplicación de HIIT en niños con sobrepeso y obesidad¹⁴, y evaluar su aplicabilidad en el contexto escolar para establecerlo como una herramienta costo-eficiente en el combate de la obesidad en edad escolar y sus comorbilidades. Por lo anteriormente mencionado, el objetivo de la presente investigación fue determinar los efectos de un HIIT sobre distintos parámetros antropométricos y cardiovasculares de niños con sobrepeso y obesidad de entre 7 y 9 años de edad. Para esto se desarrolló una intervención con 2 grupos de control (sobrepeso y obesos) y 2 grupos experimentales (sobrepeso y obesos) no aleatorizados.

Material y métodos

Participantes

La participación del estudio fue voluntaria y el muestreo fue de tipo intencionado por conveniencia no aleatorizado. Fueron reclutadas niñas (n=154, 7,99 ± 1,47 años) y niños (n=120, 8,29 ± 1,53 años) de entre 7 y 9 años de edad pertenecientes a centros educativos públicos de la región de la Araucanía, Chile (n=274).

Los criterios de inclusión fueron: a) presentar habilitación médica para el desarrollo de ejercicio físico; b) el consentimiento informado por parte de los padres y el asentimiento individual; c) estar matriculado en los colegios de estudios de carácter público, y d) tener entre 7 y 9 años de edad. Los criterios de exclusión fueron: a) presencia de trastornos musculoesqueléticos o cualquier otra condición médica que pueda afectar la salud de los participantes y b) discapacidades físicas, sensoriales o intelectuales.

Cuatro grupos fueron formados: 1) grupo control con sobrepeso (GCS, n=30, índice de masa corporal [IMC] = 21,60 ± 3,72 kg/m²); 2) grupo control con obesidad (GCO, n=34, IMC = 23,92 ± 3,11 kg/m²); 3) grupo intervención con sobrepeso (GIS, n=69, IMC = 20,01 ± 1,88 kg/m²), y 4) grupo intervención con obesidad (GIO, n=141, IMC = 24,12 ± 2,66 kg/m²) (fig. 1). Los escolares incluidos en los grupos de control (GCS y GCO) pertenecían a un centro educativo público, y los escolares de los 2 grupos de intervención (GIS y GIO) pertenecían a 2 centros educativos públicos.

La investigación respetó los acuerdos de la declaración de Helsinki del año 2013 y fue aprobada por el comité de ética de la Universidad de La Frontera. Todos

los participantes recibieron explicaciones verbales del programa y de las pruebas antes del inicio de este estudio.

Materiales y procedimientos

Evaluación antropométrica

Para evaluar la masa corporal (kg) se utilizó una balanza TANITA, modelo Scale Plus UM – 028 (Tokio, Japón). Los escolares fueron evaluados con los pies descalzos y con la menor cantidad de ropa posible. La talla (m) se estimó con un tallímetro marca Seca® modelo 214 (Hamburgo, Alemania), graduada en mm. El IMC entendido como la relación entre el peso corporal dividido por la talla en metros al cuadrado (kg/m²) se utilizó para estimar el grado de obesidad determinando el estatus de peso corporal de los participantes de acuerdo con el siguiente criterio de calificación de la CDC según su percentil; sobrepeso: IMC entre p 85 y < p 95; obesidad: IMC > p 95¹⁴. La circunferencia de cintura (CC) se midió empleando una cinta métrica marca Seca® modelo 201 (Hamburgo, Alemania) a la altura de la cicatriz umbilical¹⁵. La razón cintura-estatura (RCE) se obtuvo al dividir la CC por la estatura y se utilizó como herramienta para estimar la acumulación de grasa en la zona central del cuerpo. Para medir el porcentaje de grasa corporal (GC) se evaluó el pliegue tricúspital y el pliegue subescapular y se utilizó la fórmula de Slaughter¹⁶.

Evaluación cardiovascular

La presión arterial sistólica (PAS) y la diastólica (PAD) fueron medidas en 2 ocasiones después de 15 min de reposo, utilizando normas de clasificación de estudios en niños y adolescentes ampliamente reconocidos¹⁷. Para las evaluaciones

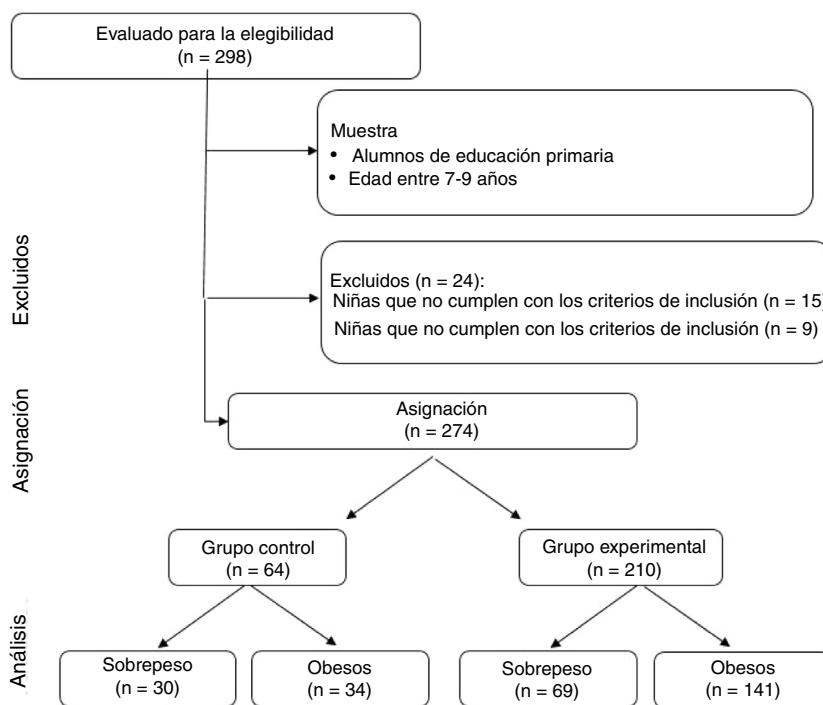


Figura 1 Diseño del estudio.

se utilizó un monitor electrónico digital OMRON®, modelo HEM 7114, (Illinois, EUA).

Capacidad cardiorrespiratoria

Para evaluar la CRF se utilizó el Test de la marcha de 6 minutos (6MWT), que es una herramienta cada vez más utilizada en población infantil¹⁸, ya que evalúa la capacidad para realizar ejercicio físico de un sujeto, midiendo la distancia máxima que puede caminar durante 6 min. El protocolo del 6MWT se realizó en un espacio cerrado, de superficie plana, de 30 m de longitud, en cuyos extremos se instalaron 2 conos reflectantes para señalar el límite de recorrido permitiendo que los sujetos evaluados giraran alrededor de ellos. En el trayecto se instalaron marcas visibles cada 3 m para facilitar el registro de la distancia recorrida. La prueba fue realizada por profesores de EF durante las clases y utilizaron frases motivacionales planteadas en el protocolo.

Intervención

Los escolares con sobrepeso y obesidad desarrollaron un HIIT durante 28 semanas (2 veces/semana), durante período escolar (abril-octubre), al cabo de un mes del regreso de vacaciones de verano. Todas las actividades fueron realizadas en el contexto escolar, en la clase de EF, con un total de 56 sesiones, de 40-50 min cada una. El grupo control estuvo constituido por escolares de un centro educativo distinto al de los participantes del estudio, pero con estudiantes de similares características que mantuvieron las actividades tradicionales del currículum de EF, con actividades de baja intensidad y poca promoción del esfuerzo¹⁹, alternando clases de deportes colectivos, danzas, juegos recreativos, siguiendo la estructura Nacional de Chile en relación con el currículum de EF²⁰.

Los ejercicios de los grupos intervenidos se realizaban a una alta intensidad, utilizando el juego como principal estrategia y actividades lúdicas, en las cuales también se utilizaron máquinas de ejercicios (bicicleta, cinta rodante), como en entornos naturales, ejecutando juegos de persecución como de carrera, juegos de habilidades motrices básicas como saltos, lanzamientos, y aplicando estrategias similares a otros estudios^{21,22}.

El programa tenía dos bloques: 1) En el primero los estímulos eran de 30 s a 1 min y el tiempo de recuperación de 1 a 2 min, trabajando de forma progresiva en un tiempo de 15-20 min de la sesión. 2) En el segundo bloque, los estímulos eran de 4 min con juegos reducidos de alta intensidad por 1-2 min de recuperación (3-4 series), durante 15-20 min. Las actividades en tiempo e intensidades se programaron siguiendo recomendaciones recientes con relación al HIIT en período escolar¹³. Se les solicitaba a los participantes que el esfuerzo durante las actividades fuera de 8 a 10 de acuerdo con la escala de Borg modificada de 10 puntos para población infantil²³. El programa comenzaba con un período de calentamiento de 5 min con juegos de persecución y ejercicios de movilidad articular y finalizaba con 5 min de vuelta a la calma.

Análisis estadístico

Los datos de este estudio se han desarrollado mediante el programa estadístico SPSS 23.0 software (SPSS™ IBM Corporation, NY, EUA). El nivel de significación se fijó en $p < 0,05$. Los datos se muestran en estadísticos descriptivos de media y desviación típica. Se comprobó la distribución normal de los datos y la igualdad de varianzas mediante pruebas de Kolmogorov-Smirnov y contraste de Levene, respectivamente. Para las comparaciones inter- e intragrupos se realizó un ANOVA de una vía, y para determinar el efecto de la intervención se utilizó un ANOVA de medidas repetidas 2×2 . Adicionalmente, la prueba d de Cohen se usó para detectar el tamaño del efecto, utilizando los valores de umbral de $\leq 0,49$, $0,50$ a $0,79$ y $\geq 0,80$ para efectos pequeños, moderados y grandes, respectivamente²⁴. Las diferencias encontradas en el estado ponderal global entre pre- y postintervención se evaluó mediante la prueba de Gamma.

Resultados

En la [tabla 1](#) se aprecian las características basales de la muestra de estudio, donde se observa que no existieron diferencias según sexo niña-niño en variables antropométricas y cardiovasculares ([tabla 1](#)).

En la [tabla 2](#) se realiza la comparación entre el grupo control y el de intervención de escolares con sobrepeso (GCS vs. GIS). No existieron diferencias basales en la edad, IMC, CC, RCE, GC, CRF, PAS y PAD ($p > 0,05$). Sin embargo, el análisis del ANOVA 2×2 reportó diferencias significativas en las variables IMC ($p < 0,001$), GC ($p < 0,001$) y en el 6MWT ($p < 0,001$) en la comparación entre grupos control e intervención (pre vs. post). Además, el GIS reporta cambios significativos en el IMC (IMC, pre = $20,01 \pm 1,88$ kg/m² vs. post = $19,00 \pm 2,02$ kg/m², $p < 0,001$, TE = 0,5) y la GC (GC, pre = $21,84 \pm 4,97\%$ vs. post = $19,55 \pm 4,81\%$, $p < 0,001$, TE = 0,5). De igual forma, la CRF mejoró de forma significativa (6MWT; pre = $565,25 \pm 52,53$ m vs. post = $588,80 \pm 61,78$ m, $p < 0,001$, TE = 0,4).

En la [tabla 3](#) se realiza la comparación entre el grupo control y el de intervención de escolares con obesidad (GCO vs. GIO). No existieron diferencias basales en la edad, IMC, CC, RCE, GC, CRF, PAS y PAD ($p > 0,05$). Sin embargo, el análisis del ANOVA 2×2 reportó diferencias significativas en las variables IMC ($p < 0,001$), GC ($p < 0,001$), PAS ($p = 0,038$) y en el 6MWT ($p < 0,001$) en la comparación entre grupos control e intervención (pre vs. post). En el GIO disminuyó su IMC (IMC, pre = $24,12 \pm 2,66$ kg/m² vs. post = $23,23 \pm 3,23$ kg/m², $p < 0,001$, TE = 0,3) y la GC (GC; pre = $30,26 \pm 11,49\%$ vs. post = $26,81 \pm 6,80\%$, $p < 0,001$, TE = 0,4) de forma significativa. Además, presentó disminución de la PAS (PAS, pre = $104,95 \pm 8,49$ mmHg vs. post = $103,03 \pm 11,24$ mmHg, $p = 0,038$, TE = 0,2), y la CRF mejoró de forma significativa (6MWT; pre = $555,07 \pm 67,98$ m vs. post = $603,64 \pm 51,12$ m, $p < 0,001$, TE = -0,8).

La [tabla 4](#) representa las proporciones de cambio pre- y postintervención; se aprecia una disminución significativa de escolares con obesidad (pre = 66,4% vs. post = 49,6%) incrementando el número de escolares con normopeso (pre = 0% vs. post = 22,7%) ($p < 0,001$).

Tabla 1 Características basales de la muestra

	Niñas (n = 154)	Niños (n = 120)	Total (n = 274)	p
Edad (años)	7,99 ± 1,47	8,29 ± 1,53	8,12 ± 1,50	0,096
<i>Evaluación antropométrica</i>				
Masa corporal (kg)	39,92 ± 10,87	41,22 ± 10,52	40,49 ± 10,72	0,321
Talla (cm)	130,10 ± 9,53	132,64 ± 9,97	131,21 ± 9,79	0,830
IMC (kg/m ²)	22,78 ± 3,55	22,58 ± 2,81	22,69 ± 3,24	0,602
CC (cm)	68,19 ± 10,74	70,46 ± 10,49	69,18 ± 10,67	0,082
RCE (CC/talla)	0,52 ± 0,09	0,52 ± 0,09	0,52 ± 0,09	0,763
Grasa corporal (%)	27,17 ± 6,07	26,46 ± 13,28	26,86 ± 9,88	0,555
<i>Evaluación cardiovascular</i>				
Presión sistólica (mmHg)	101,82 ± 10,72	104,27 ± 8,96	102,89 ± 10,05	0,054
Presión diastólica (mmHg)	59,81 ± 8,70	61,55 ± 10,00	60,57 ± 9,32	0,124
FCR (lpm)	84,04 ± 10,63	81,40 ± 12,97	82,88 ± 11,77	0,065
CRF (m)	553,85 ± 62,38	566,98 ± 53,59	559,60 ± 58,95	0,260

Los datos mostrados representan la media ± DT. Los valores de $p < 0,05$ se consideraron estadísticamente significativos.

CC: circunferencia de la cintura; CRF: capacidad cardiorrespiratoria; FCR: frecuencia cardiaca de reposo; IMC: índice de masa corporal; RCE: razón cintura-estatura.

Discusión

El propósito de la investigación fue determinar los efectos de un HIIT sobre distintos parámetros antropométricos y cardiovasculares de niños con sobrepeso y obesidad de entre 7 y 9 años de edad. Los principales hallazgos de la investigación son: 1) en el GIS la intervención reportó mejoras significativas en las variables IMC, GC y en el 6MWT; 2) en el GIO las variables IMC, GC, PAS y el 6MWT mejoraron con la intervención, y 3) posteriormente a la intervención disminuyó la proporción de escolares con obesidad.

En este estudio, la intervención tuvo un efecto positivo en la disminución del IMC en ambos grupos experimentales (GIS, GIO) en la comparación entre grupos. Una investigación, donde participaron escolares con sobrepeso que realizaron un programa de HIIT de 6 meses de duración, con sesiones de 60 min 2 veces por semana, reportó disminuciones en el IMC pero sin significación estadística²⁵. En cambio, un programa de 12 semanas de HIIT, con sesiones de 40 min 2 veces por semana, no produjo modificaciones significativas en el IMC de los escolares²⁶. Por lo tanto, para que se produzcan cambios relevantes en el estado ponderal utilizando protocolos HIIT, posiblemente se precisen intervenciones más prolongadas en el tiempo para alcanzar modificaciones similares a las del presente estudio.

Posteriormente a la intervención de 28 semanas de duración, la GC (%) disminuyó de forma significativa en ambos grupos intervenidos (GIS, GIO). Estos resultados son similares a los reportados en una investigación donde aplicaron HIIT 2 veces por semana durante 6 meses²⁵. Un estudio en niños con sobrepeso reportó una disminución en el sumatorio de pliegues cutáneos, a través de un protocolo de ejercicio de 12 series de 15 s, con una intensidad del 120% de la velocidad aeróbica máxima (VAM) y con una recuperación pasiva de 15 s²⁷. Igualmente, 12 semanas de ejercicio, con 2 sesiones por semana, disminuyó la GC de adolescentes que participaron de ejercicio HIIT²⁸. Un programa de ejercicio HIIT de

12 semanas de duración en niños obesos, con sesiones de trabajo a una intensidad entre el 85 y 95% de la frecuencia cardiaca máxima, seguido de 3 min de recuperación activa, no modificó significativamente el tejido adiposo visceral ni subcutáneo¹¹. Los resultados disímiles anteriormente descritos en relación con la GC podrían estar explicados en la variedad de protocolos HIIT en cuanto a intensidad, volumen y duración en la aplicación del programa. Además, una revisión sistemática concluye que los efectos del HIIT en preadolescentes aún no están del todo claros²⁹.

Los 2 grupos intervenidos incrementaron su CRF; sin embargo, la PAS disminuyó de forma significativa solo en el GIO. De igual forma, es necesario considerar que los escolares presentaban un valor saludable previo a la intervención realizada¹⁷. Un protocolo de ejercicios intervalados de 3 meses de duración, con sesiones de trabajo al 90% de la frecuencia cardiaca máxima, generó aumentos significativos en el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max})³⁰. Un programa de juegos de alta intensidad reportó mejoras en niños con normopeso y con obesidad en el VO_{2max} y en la velocidad máxima de carrera³¹. Un programa de 7 meses aplicado durante la clase de EF mejoró la distancia recorrida en el 6MWT, además de reducir la cantidad de estudiantes hipertensos³². En una intervención de 6 meses en la que se aplicaba HIIT y entrenamiento aeróbico de baja intensidad, los participantes de ambos grupos presentaron en PAD y PAS una disminución significativa ($p < 0,05$); en cambio, la frecuencia cardiaca y la variabilidad cardiaca mostraron cambios beneficiosos solamente en el grupo HIIT ($p < 0,05$)³³. Un protocolo de ejercicios de alta intensidad, con una duración de 13 semanas, aplicado en adolescentes con obesidad, reportó efectos significativos en la mejora de la función cardiaca sistólica y diastólica³⁴. Protocolos de ejercicios HIIT de 4 a 12 semanas de duración producen grandes cambios en la PAS e incrementos en el VO_{2max} , por lo que el HIIT puede ser considerado como una estrategia tiempo-eficiente para intervenir jóvenes obesos³⁵.

Tabla 2 Parámetros antropométricos y cardiovasculares antes (pretest) y después (postest) del programa HIIT en escolares con sobrepeso

	Grupo sobrepeso control (n = 30)			Grupo sobrepeso intervención (n = 69)			ANOVA 2 × 2 (grupo × tiempo)
	Pre	Post	TE	Pre	Post	TE	p - interacción
<i>Parámetros antropométricos</i>							
IMC (kg/m ²)	21,06 ± 3,72	21,03 ± 3,58 ^a	0,2	20,91 ± 1,88	19,00 ± 2,02 ^b	0,5	< 0,001
CC (cm)	64,99 ± 12,03	66,93 ± 10,85 ^{a,b}	-0,2	63,06 ± 6,69	61,77 ± 8,12 ^b	0,2	0,609
RCE (CC/talla)	0,50 ± 0,07	0,51 ± 0,06 ^a	-0,1	0,49 ± 0,03	0,47 ± 0,05 ^b	0,3	0,214
Grasa corporal (%)	22,75 ± 5,72	22,78 ± 6,15	0,2	21,84 ± 4,97	19,55 ± 4,81 ^b	0,5	< 0,001
<i>Parámetros cardiovasculares</i>							
Presión sistólica (mmHg)	103,67 ± 10,72	102,60 ± 10,14	0,1	102,48 ± 12,58	103,06 ± 13,53	0,0	0,680
Presión diastólica (mmHg)	62,83 ± 12,05	61,45 ± 9,09	0,1	60,00 ± 10,37	61,42 ± 14,53	-0,2	0,414
6MWT (m)	567,40 ± 43,40	585,48 ± 51,70	-0,4	565,25 ± 52,53	588,80 ± 61,78 ^b	-0,4	< 0,001

Los datos mostrados representan la media ± DT. Los valores de p < 0,05 se consideraron estadísticamente significativos.

6MWT: prueba de caminata de seis minutos; CC: circunferencia de la cintura; HIIT: ejercicio interválico de alta intensidad y corta duración; IMC: índice de masa corporal; RCE: razón cintura-estatura; TE: tamaño del efecto.

^a Diferencias entre grupos en postintervención.

^b Diferencias intragrupos (pre vs. post)..

Tabla 3 Parámetros antropométricos y cardiovasculares antes (pretest) y después (postest) del programa HIIT en escolares con obesidad

	Grupo obesos control (n= 34)			Grupo obesos intervención (n=141)			ANOVA 2x2 (grupo x tiempo) Valor P- interacción
	Pre	Post	TE	Pre	Post	TE	
Parámetros antropométricos							
IMC (kg/m ²)	23,92±3,11	24,34±3,61	-0,2	24,12±2,66	23,23±3,23 ^b	0,3	P<0,001
CC (cm)	71,82±9,89	72,74±9,24	-0,1	72,53±10,61	71,50±9,71	0,3	P=0,444
RCE (CC/talla)	0,55±0,06	0,55±0,05	0,0	0,54±0,12	0,54±0,06	0,0	P=0,393
Grasa corporal (%)	26,59±7,18	28,17±6,45 ^b	-0,2	28,26±11,49	26,81±6,80 ^b	0,4	P<0,001
Parámetros cardiovasculares							
Presión sistólica (mmHg)	102,47±10,02	102,91±8,90	0,0	104,95±11,24	103,03±8,49 ^b	0,2	P=0,038
Presión diastólica (mmHg)	59,91±9,26	57,41±9,24	0,3	61,09±7,99	62,32±8,66	-0,1	P=0,411
6MWT (m)	560,03±39,85	593,50±42,93 ^a	-0,3	555,07±67,98	603,64±51,12 ^b	-0,8	P<0,001

Los datos mostrados representan la media ± DT. Los valores de p < 0,05 se consideraron estadísticamente significativos.

6MWT: prueba de caminata de seis minutos; CC: circunferencia de la cintura; HIIT: ejercicio interválico de alta intensidad y corta duración; IMC: índice de masa corporal; RCE: razón cintura-estatura; TE: tamaño del efecto.

^a Diferencias entre grupos en postintervención.

^b Diferencias intragrupos (pre vs. post).

Tabla 4 Proporción de escolares en pre- y postintervención en las categorías normopeso, sobrepeso y obesidad

	Preintervención	Postintervención	p
Normopeso, n (%)	0 (0,0)	62 (22,7)	< 0,001
Sobrepeso, n (%)	92 (33,6)	76 (27,7)	
Obeso, n (%)	182 (66,4)	136 (49,6)	
Total	274 (100)	274(100)	

Los valores representan n (proporciones).

Limitaciones y fortalezas

El presente estudio presenta algunas limitaciones. Primero, se aplicó a todos los escolares igual metodología, y podría haber sido más interesante comparar el HIIT con otros métodos de entrenamiento como, por ejemplo, entrenamiento aeróbico. Segundo, no se consideraron instrumentos objetivos de medición de la intensidad; solo fue considerada una escala de apreciación subjetiva. En relación con las fortalezas, la principal de este estudio fue el gran número de escolares intervenidos y el tiempo de duración de la intervención, lo que permite proyectar este método al sistema escolar, como una alternativa válida para combatir la pandemia de la obesidad infantil.

Conclusión

El presente estudio demostró que el HIIT de larga duración disminuyó significativamente el número de escolares con obesidad, aumentando el porcentaje de escolares con normopeso. De igual forma, la intervención fue eficiente en la mejora de la CRF y en la disminución del porcentaje de GC de los escolares con sobrepeso y obesidad, por lo que los resultados sugieren que el HIIT realizado disminuye el riesgo cardiometabólico en comparación con el grupo control, que tendió a incrementar o mantener sus parámetros antropométricos.

Financiación

Investigación financiada por la Universidad de La Frontera, Proyecto DI11-0038, Temuco (Chile).

Autoría

MES contribuyó a la concepción, organización y supervisión del estudio, a la redacción del manuscrito original y a la aprobación final de la versión que se publicará. FCN contribuyó a la revisión crítica del manuscrito y a la aprobación final de la versión que se publicará. DJM, PLR y JPM contribuyeron a la revisión crítica del manuscrito y a la aprobación final de la versión que se publicará. PDF contribuyó al análisis e interpretación de datos, escritura del manuscrito, revisión crítica del manuscrito y a la aprobación final de la versión que se publicará.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

El equipo de investigación agradece al plan de intervención de la motricidad como potenciador de los aprendizajes y estado nutricional del Departamento de Educación Municipal de la Ilustre Municipalidad de Temuco.

Bibliografía

- Rodríguez NV, Fernandez-Britto J, Martínez TP, Martínez García R, Castañeda García CM, Garriga Reyes M, et al. Waist-height ratio in children of 7 to 11 years with high weight at birth and its relationship with gender, age and diet. *Clin Investig Arterioscler*. 2018;30:155–62.
- World Health Organization. *Childhood overweight and obesity*. 2018.
- Agencia de Calidad de la Educación. *Estudio Nacional de Educación Física. Informe de Resultados*. Chile; 2015.
- Ludwig DS. Epidemic childhood obesity: Not yet the end of the beginning. *Pediatrics*. 2018;143:e20174078.
- Piché M-E, Poirier P, Lemieux I, Després J-P. Overview of epidemiology and contribution of obesity and body fat distribution to cardiovascular disease: an update. *Prog Cardiovasc Dis*. 2018;61:103–13.
- Campos Jara C, Delgado Floody P, Caamaño Navarrete F, Guzmán Guzmán I, Cresp Barría M, Jerez Mayorga D, et al. Alteraciones en el rendimiento físico de escolares: los Test Cafrá y Navette y su asociación con la obesidad y riesgo cardiometabólico. *Nutr Hosp*. 2016;33:808–13.
- Carrel AL, Clark RR, Peterson SE, Nemeth BA, Sullivan J, Allen DB. Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program: a randomized, controlled study. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2005;159:963–8.
- Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012;590:1077–84.
- Thivel D, Masurier J, Baquet G, Timmons BW, Pereira B, Berthoin S, et al. High-intensity interval training in overweight and obese children and adolescents: systematic review and meta-analysis. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019;59:310–24.
- Napasakorn C, Daroonwan S, Hirofumi T. Effects of high-intensity intermittent training on vascular function in obese preadolescent boys. *Child Obes*. 2018;14:41–9.
- Dias KA, Ingul CB, Tjønnå AE, Keating SE, Gomersall SR, Follstad T, et al. Effect of high-intensity interval training on fitness, fat mass and cardiometabolic biomarkers in children with obesity: a randomised controlled trial. *Sports Med*. 2018;48:733–46.
- Sloth M, Sloth D, Overgaard K, Dalgas U. Effects of sprint interval training on VO_{2max} and aerobic exercise performance: a systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23:e341–52.

13. Delgado-Floody P, Latorre-Román P, Jerez-Mayorga D, Caamaño-Navarrete F, García-Pinillos F. Feasibility of incorporating high-intensity interval training into physical education programs to improve body composition and cardiorespiratory capacity of overweight and obese children: A systematic review. *J Exerc Sci Fit.* 2019;17:35–40.
14. Lambrick D, Stoner L, Ewings S, Faulkner J. Comment on: Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obes Rev.* 2016;17:1012–3.
15. Marfell-Jones MJ, Stewart A, de Ridder J. International standards for anthropometric assessment. Wellington: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2012.
16. Slaughter MH, Lohman T, Boileau R, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60:709–23.
17. Pediatrics AAO. National high blood pressure education program working group on high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics.* 2004;114 Suppl. 2:iv.
18. Pathare N, Haskvitz EM, Elleck SM. 6-Minute Walk Test performance in young children who are normal weight and overweight. *Cardiopulm Phys Ther J.* 2012;23:12–8.
19. Retamal-Valderrama C, Delgado-Floody P, Espinoza-Silva M, Jerez-Mayorga D. Comportamiento del profesor, intensidad y tiempo efectivo de las clases de educación física en una escuela pública: un acercamiento a la realidad. *Retos.* 2019;35:160–3.
20. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile. Bases Curriculares 2013. *Currículum Nacional* 2013.
21. Carrasco Beltrán H, Reigal Garrido R, Ulloa Díaz D, Chiroso Ríos IJ, Chiroso Ríos LJ. Efecto de los juegos reducidos en la composición corporal y la condición física aeróbica en un grupo de adolescentes escolares. *Rev Méd Chile.* 2015;143:744–50.
22. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Abt G, Chamari K, Sassi A, et al. Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *J Sports Sci.* 2007;25:659–66.
23. Rodríguez I, Zambrano L, Manterola C. Criterion-related validity of perceived exertion scales in healthy children: a systematic review and meta-analysis. *Arch Argent Pediatr.* 2016;114:120–8.
24. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:3–13.
25. Blüher S, Käßlinger J, Herget S, Reichardt S, Böttcher Y, Grimm A, et al. Cardiometabolic risk markers, adipocyte fatty acid binding protein (afABP) and the impact of high-intensity interval training (HIIT) in obese adolescents. *Metabolism.* 2017;68:77–87.
26. Martínez SR, Ríos LJC, Tamayo IM, Almeida LG, López-Gomez MA, Jara CC. An after-school, high-intensity, interval physical activity programme improves health-related fitness in children. *Motriz Rev Educ Fís.* 2016;22:359–67.
27. Lau PW, Wong DP, Ngo JK, Liang Y, Kim C, Kim H. Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *Eur J Sport Sci.* 2015;15:182–90.
28. Cvetković N, Stojanović E, Stojiljković N, Nikolić D, Scanlan A, Milanović Z. Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. *Scand J Med Sci Sports.* 2018;28 Suppl. 1:18–32.
29. Reyes Amigo T, Gómez M, Gallardo M, Palmeira A. Effectiveness of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness and body composition in preadolescents: a systematic review. *Eur J Hum Mov.* 2017;39:32–47.
30. Tjønnå AE, Stølen TO, Bye A, Volden M, Slørdahl SA, Odegård R, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond).* 2009;116:317–26.
31. Lambrick D, Westrupp N, Kaufmann S, Stoner L, Faulkner J. The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children. *J Sports Sci.* 2016;34:190–8.
32. Delgado-Floody P, Espinoza-Silva M, García-Pinillos F, Latorre-Román P. Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren: a pilot trial. *Eur J Pediatr.* 2018;177:1019–27.
33. Farah B, Ritti-Dias R, Balagopal P, Hill J, Prado W. Does exercise intensity affect blood pressure and heart rate in obese adolescents? A 6-month multidisciplinary randomized intervention study. *Pediatr Obes.* 2014;9:111–20.
34. Ingul CB, Tjønnå AE, Stølen TO, Støylen A, Wisloff U. Impaired cardiac function among obese adolescents: effect of aerobic interval training. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2010;164:852–9.
35. García-Hermoso A, Cerrillo-Urbina A, Herrera-Valenzuela T, Cristi-Montero C, Saavedra J, Martínez-Vizcaino V. Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obes Rev.* 2016;17:531–40.