

Article

Efecto de Juegos Intermitentes de Alta Intensidad sobre la Aptitud Cardiorrespiratoria y la Composición Corporal en Escolares: Protocolo de un Estudio Aleatorio Controlado

Effect of High-Intensity Intermittent Games on Cardiorespiratory Fitness and Body Composition in School Children: Protocol of a Randomized Controlled Trial

Tomás Reyes-Amigo^{1,2}, Johana Soto-Sanchez^{1,2} y Antonio Palmeira³

¹Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Playa Ancha, Chile.

²Laboratorio de Evaluación y Prescripción del Ejercicio, Universidad de Playa Ancha, Chile.

³Faculdade de Educação Física y Deportes, Universidade de Lusófona de Humanidades y Tecnología, Portugal. CIPER-FMH, Universidade de Lisboa, Portugal.

RESUMEN

Introducción: El entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIIT) ha recibido interés científico los últimos años. Este artículo presenta el protocolo de un estudio que tiene como objetivos analizar los efectos de una intervención con juegos intermitentes de alta intensidad sobre la aptitud cardiorrespiratoria y la composición corporal en escolares; y la respuesta de estos en las sesiones de alta intensidad. **Método:** el protocolo considera escolares chilenos de 9 a 12 años. Los participantes serán divididos en un grupo intervenido con juegos intermitentes de alta intensidad (HIIG) y otro grupo intervenido con juegos de intensidad moderada (MIG). Se reunirán datos de la prueba de 20 metros ida y vuelta (aptitud cardiorrespiratoria), pliegues cutáneos, impedancia bioeléctrica, índice de masa corporal y circunferencia de cintura (composición corporal); y acelerometría (nivel de actividad física). La intervención será durante clases de educación física, con una duración de 11 semanas y una frecuencia de dos veces por semana. **Expectativas:** El estudio se enmarca en un contexto escolar, por tanto los resultados son relevantes respecto de la actividad física de alta intensidad en las clases de educación física. Al finalizar el estudio se espera que los estudiantes del HIIG incrementen la condición física cardiorrespiratoria y mejoren la composición corporal. En MIG, no se esperan cambios significativos.

Palabras Clave: HIIT, Niños, Aptitud cardiorrespiratoria, Composición corporal, Educación física. Registro de Protocolo (Clinical Trials.gov): NCT03308500

ABSTRACT

Introduction: High-intensity intermittent training (HIIT) has received scientific interest in recent years. This article presents the protocol of a study that aims to analyze the effects of an intervention of high-intensity intermittent games on cardiorespiratory fitness and body composition in school children; and the response of these in the high intensity sessions. **Method:** The protocol considers Chilean school children from 9 to 12 years. Participants will be divided into a group with high-intensity intermittent games (HIIG) and another group with moderate intensity games (MIG). Data will be collected from the; 20-m shuttle run test (cardiorespiratory fitness), skinfolds, bioelectrical impedance, body mass index, waist circumference (body composition); and accelerometry (physical activity level). The intervention will be during physical education classes, lasting 11 weeks and a frequency of two times a week. **Expectation:** The study is framed in a school context, therefore the results are relevant with respect the high-intensity physical activity in physical education classes. At the end of the study, HIIG students are expected to increase cardiorespiratory fitness and improve body composition. At MIG, no significant changes are expected.

Keywords: HIIT, Children, Cardiorespiratory fitness, Body composition, Physical education. Protocol Registration (Clinical Trails.gov): NCT03308500

INTRODUCCIÓN

La práctica de actividad física está asociada con beneficios para la salud, sin embargo gran parte de la población infantil no cumple con las recomendaciones internacionales (Metcalf et al., 2012). Este es un asunto preocupante para la salud de las futuras generaciones, ya que la inactividad física aumenta el riesgo cardiovascular produciendo enfermedades coronarias, metabólicas (obesidad, diabetes tipo II) e incluso la muerte en edad adulta (Lee et al., 2012). Fernandes & Zanesco (2014) señalan que la participación de los niños en diferentes tipos de actividad física tiene una alta asociación con una baja prevalencia de enfermedades crónicas en la edad adulta; por lo tanto la participación diaria en juegos al aire libre, actividades de acondicionamiento físico y deportes recreativos es un factor protector de la salud en niños y adolescentes (Janssen & LeBlanc, 2010). Zahner et al., (2006) señalan que las alteraciones en la aptitud cardiorrespiratoria y la composición corporal son factores de riesgo de enfermedad; por lo tanto, las acciones diseñadas en etapas tempranas son urgentemente necesarias.

Mckenzie et al. (1995) señala que en el currículo escolar, la clase de educación física debería ser la instancia que promueva la importancia de la actividad física regular, ya que la clase de educación física constituye el único tiempo en el que la mitad de la población infantil realiza algún tipo de actividad física; por lo tanto esta asignatura puede influir no sólo sobre el gasto energético, sino también en el gusto por diferentes actividades físicas, y de esta forma niños y adolescentes incorporen este aspecto a su estilo vida (Moreno et al., 2012).

Hoy en día es temática de interés científico la aplicación de diferentes métodos para el desarrollo de la aptitud cardiorrespiratoria (Corte de Araujo et al., 2012; Keating et al, 2014). Uno de los métodos estudiados es el entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIIT), el cual se describe como ejercicios intermitentes de carácter explosivo y vigoroso, con períodos de descanso o ejercicios de baja intensidad (Gibala et al., 2006). Lo mencionado anteriormente tiene relación con los patrones de actividad física habitual de los niños, es decir, de naturaleza intermitente, caracterizados por cambios rápidos del reposo a la actividad física vigorosa (Howe et al., 2010). HIIT ofrece infinitas variantes manteniendo la naturaleza del estímulo y las intervenciones con este método han reportado resultados positivos en la aptitud cardiorrespiratoria (Baquet et al., 2010; Gibala, Little, MacDonald, & Hawley, 2012; Racil et al., 2016). Lo interesante es que la aptitud cardiorrespiratoria es considerado un importante marcador de salud (Ortega et al., 2008).

Costigan, et al., (2015) y Logan et al., (2014) examinaron los efectos de HIIT en niños y adolescentes obesos reportando hallazgos que indican modificaciones en la masa grasa, la masa magra y el índice masa corporal (IMC). Por las razones señaladas es que el estudio de HIIT a cobrado interés los últimos años, específicamente en niños y jóvenes, debido a los efectos en la aptitud cardiorrespiratoria, la composición corporal y en marcadores metabólicos (Boutcher, 2011; Lambrick et al., 2016; Murphy et al., 2015)

OBJETIVOS

El artículo presenta el protocolo del estudio, cuyos objetivos son analizar los efectos de juegos intermitentes de alta intensidad (HIIG) versus una intervención de juegos de moderada intensidad (MIG) sobre la aptitud cardiorrespiratoria y a la composición corporal en escolares; y también analizar la respuesta de los participantes en las sesiones de HIIG (mayor tiempo de movimiento a una intensidad elevada) mediante la frecuencia cardíaca (indicador objetivo) y la percepción del esfuerzo (indicador subjetivo) como una prueba de concepto respecto de que es posible diseñar clases de educación física con HIIG. La hipótesis formulada señala que HIIG contribuye favorablemente a la aptitud cardiorrespiratoria y la composición corporal en escolares.

DISEÑO EXPERIMENTAL

(Registro de protocolo Clinical Trails.gov: NCT03308500)

Diseño experimental con pre y post-test; los participantes formaran dos grupos; HIIG y MIG. Ambos tendrán dos sesiones por semana durante las 11 semanas de intervención. Tres meses después de terminar la intervención se realiza una tercera medición (Follow up).

MÉTODO

El protocolo fue desarrollado acorde con los Ítems del Protocolo Estándar: Recomendaciones para los Ensayos de Intervención (SPIRIT). Revisar lista de control recomendada por SPIRIT Figura. 1

Contexto de estudio

El estudio se llevará a cabo en las clases de educación física de un colegio ubicado en la comuna de Valparaíso, Chile.

Criterios de inclusión

Los participantes son voluntarios de 9 a 12 años, maduración biológica equivalente a las etapas I y II de Tanner (Tanner & Whitehouse, 1976) y que no participen en ningún programa regular de ejercicio físico.

Criterios de exclusión

Los voluntarios excluidos serán los que presenten enfermedades crónicas, cardiovasculares o metabólicas (excepto obesidad), limitaciones ortopédicas, asistencia inferior a un 90%, que no asistan a las sesiones de medición y/o que tengan una respuesta negativa a la intervención.

	PERIODO DEL ESTUDIO					
	Inscripción	Medición	Post-asignación (semanas)			Seguimiento (3 meses)
Línea de tiempo	-1	0	1Th	11Th	Después de 11 semanas	
INSCRIPCIÓN						
Criterios de elección	X					
Consentimiento informado	X					
Exámenes físicos	X					
Aleatorización y asignación		X				
INTERVENCIÓN						
Juegos intermitentes de alta intensidad (HIIG)			← →			
Juegos de intensidad moderada (MIG)			← →			
MEDICIONES						
Aptitud cardiorrespiratoria		X			X	X
Composición corporal		X			X	X
Nivel de actividad física		X			X	X

Figura 1. Lista de verificación con información sobre el reclutamiento de voluntarios y las variables evaluadas en cada período. HIIG juegos intermitentes de alta intensidad; MIG juegos de intensidad moderada

Intervención

La intervención (Tabla 1) se extiende por 11 semanas, con dos sesiones por semana. Las sesiones para ambos programas tiene una duración de 45 minutos. La sesión del programa HIIG se divide en 5 minutos de calentamiento, 32 minutos de intervención y 8 minutos de enfriamiento. El programa MIG tiene una duración total de 45 minutos divididos en 10 minutos de calentamiento, 32 minutos 40 segundos de intervención y 2 minutos 20 segundos de enfriamiento. Por lo tanto el grupo HIIG tiene un tiempo activo de 29 minutos y un tiempo pasivo de 16 minutos; mientras que el grupo MIG tiene un tiempo activo de 32 minutos y un tiempo pasivo de 13 minutos.

El grupo HIIG contempla cuatro juegos por sesión; dos juegos de relevos y dos juegos pre-deportivos de colaboración y oposición en espacios reducidos (3 versus 3 o 4 versus 4). Los juegos tiene una duración de 6 minutos con 2 minutos de pausa.

El grupo MIG realizara cuatro juegos cooperativos o dinámicas de grupo por sesión. Los juegos tienen una duración de 5 minutos 30 segundos con pausas de 2 minutos 40 segundos.

La intensidad será controlada mediante la frecuencia cardiaca (Polar M400, Finland) y el indicador de percepción de esfuerzo (RPE). La intervención se basa en programas de ejercicio descritos por diversos estudios (Baquet et al., 2010; Bendiksen et al., 2014; Lambrick et al., 2016; Lau et al., 2015; Robertson et al., 2005; Seabra et al., 2016). Las sesiones de ambos grupos son parte de las clases de educación física y son conducidas por dos profesores de educación física y cinco estudiantes de la carrera de pedagogía educación física. Los momentos de intervención serán: Reclutamiento y revisión, pretest, posttest y seguimiento tres meses de finalizada la intervención (Fig.1).

Tabla 1. Descripción de la intervención.

Grupos	Contenidos	Descripción	Tiempos
HIIG	Calentamiento Intervención	Juego persecución y movilidad articular 2 juegos de relevos: Formación de grupos (3-4). Cada miembro de los grupos se desplaza en velocidad en su turno hasta un punto determinado. Variantes: distancias, implementos (balones, conos, aros). 2 juegos pre-deportivos C-O: Formación de equipos (5-6) y división de espacio de juego. Los jugadores de un equipo cooperan entre sí, mientras el oponente intenta evitar que logren el objetivo. Variantes: número de jugadores de un equipo, espacio, objetivos, implementos, tareas.	5 min 32 min total Juegos: 6 min activos/ 2 min recuperación
	Enfriamiento	Intensidad: 75-90% FCmáx - RPE 6-8 Flexibilidad	8 min
MIG	Calentamiento Intervención	Juegos de persecución y movilidad articular 4 juegos cooperativos o dinámicas de grupo de carácter continuo.	10 min 32 min 40 s total Juegos: 5 min 30 s activo/ 2 min 40 s recuperación
	Enfriamiento	Intensidad: 60-74% FCmáx- RPE 4-5 Flexibilidad	2 min 20 s

HIIG: Juegos intermitentes de alta intensidad; MIG: Juegos de moderada intensidad; FCmáx: Frecuencia cardiaca máxima; min: Minutos; s: Segundos; C-O: Colaboración y oposición.

Variables resultados (Outcomes)

Los participantes realizarán cinco mediciones en tres momentos; antes de la intervención, una vez terminada la intervención y después de tres meses finalizada la intervención. Las mediciones aplicarán durante cinco días con una duración de 90 minutos por jornada.

El *outcome* primario es la aptitud cardiorrespiratoria estimada por medio del test de 20 metros ida y vuelta (20 MST) ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) y el *outcome* secundario es la composición corporal determinada mediante el porcentaje de grasa, el índice de masa corporal (IMC) (kg/m^2) y la circunferencia de cintura (CC) (cm); y el nivel de actividad física a través de acelerómetros (acelerometría).

Participantes

El proceso de investigación de los participantes se explica en la figura 2.

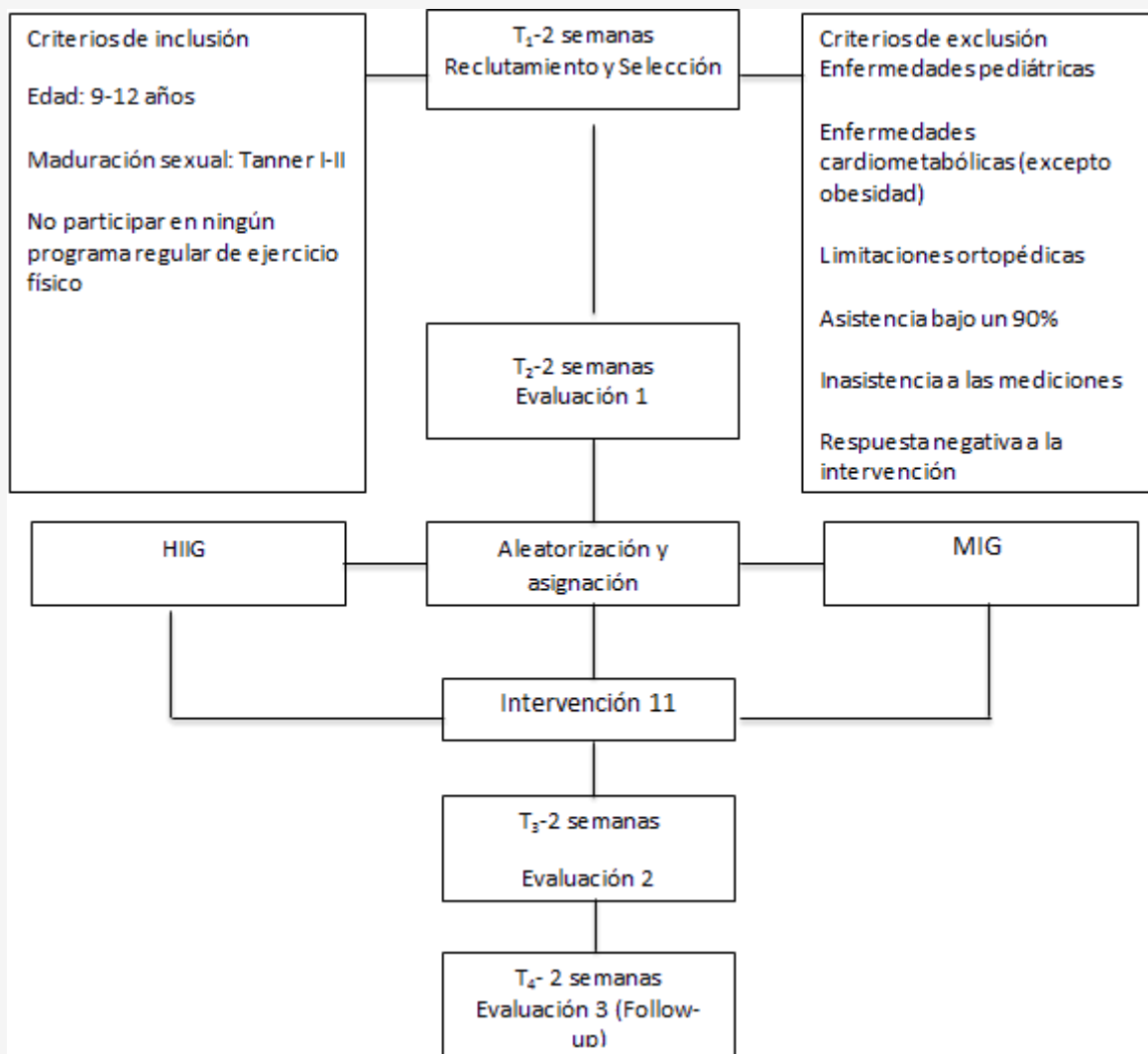


Figura 2. Diagrama de flujo de la aleatorización del estudio. Proporciona información detallada sobre reclutamiento de los voluntarios y las mediciones de control en el estudio. Juegos intermitentes de alta intensidad (HIIG), Juegos de moderada intensidad (MIG), T1 Momento 1, T2 Momento 2, T3 Momento 3, T4 Momento 4.

Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra será calculada con el análisis de varianza con una potencia estadística de 0.95, una probabilidad de error de 0.05 y un efecto del tamaño muestral de 0.5. Con este análisis se predice que el tamaño de muestra apropiado para el estudio es 54 participantes (G-power program 3.1.3, Germany).

Reclutamiento

Los participantes serán reclutados entre agosto y septiembre del año 2017. Se invitará a participar a los estudiantes a través de reuniones, documentos informativos y correos electrónicos, tanto para el equipo directivo del colegio como para padres y estudiantes.

Asignación

La técnica aplicada será la aleatorización simple. Se utilizará el método más común de la aleatorización simple; lanzamiento de la moneda. Un colaborador externo ejecutará el proceso de aleatorización.

Recolección de datos

Aptitud cardiorrespiratoria (Test 20 metros de ida y vuelta)

Para esta prueba, los sujetos deben correr entre dos líneas separadas por 20 metros. Un CD pregrabado indica a través de un sonido breve y agudo, el instante en que cada sujeto tiene que alcanzar la línea para mantener una velocidad constante durante todo el ejercicio. Un sonido más largo marcará los cambios en la etapa. La velocidad de la pista se comprueba antes de cada sesión. La prueba comienza con 8,5 km/h y aumenta en 0,5 km/h por 1 minuto (Buchan et al., 2011; Leger, Mercier, Godoury, & Lambert, 1988).

Composición corporal

El porcentaje de grasa se medirá a través del método de impedancia bioeléctrica (Racil et al., 2016) mediante la balanza TANITA BC 554 IRONMAN®, en el caso de los escolares obesos. El dato del porcentaje de grasa de los escolares normopeso se obtendrá a partir de pliegues cutáneos (tricipital, subescapular y pantorrilla) con el adipómetro Lange Skinfold Caliper (Lohman, 1987; Slaughter et al., 2008; Vasquez et al., 2012). La altura y el peso corporal serán medidos con un estadiómetro y una balanza marca SECA. A partir de los datos de altura y peso se obtendrá el IMC. La CC es medida en un plano horizontal en el punto medio entre el borde inferior de la última costilla y el borde superior de la cresta ilíaca en la espiración profunda (cinta métrica Lufkin W606P) (Marshall et al., 2004).

Nivel de actividad física

El tiempo empleado en la realización de actividad física será medido con un acelerómetro triaxial (Actigraph gt3x) utilizado en el lado derecho de la cintura. Los acelerómetros se utilizarán durante tres días consecutivos las 24 horas del día. Este equipo solo será retirado antes de realizar actividades en las cuales el equipo pueda estar en contacto con el agua (Andersen et al., 2011).

Gestión de datos

Los datos se recogerán en un establecimiento educacional de la comuna de Valparaíso y en el Laboratorio de Evaluación y Ejercicio de Prescripción de la Universidad de Playa Ancha. El proceso de recogida de datos será realizado por cinco colaboradores y entregados al co-investigador que los introducirá en dos bases de datos; Dropbox y Google Drive. Luego el investigador principal ordenará los datos y los introducirá en un programa estadístico.

Análisis estadístico

Los datos se expresan en medias y desviación estándar. La distribución normal será verificada por la prueba de Kolmogorov-Smirnov, mientras que la homogeneidad de la varianza se evaluará mediante la prueba de Levene. Las comparaciones inter e intragrupo de las variables serán calculadas mediante ANOVA bidireccional (grupo vs. tiempo) con mediciones repetidas para determinar los efectos principales y de interacción entre los grupos. El porcentaje de cambio entre la prueba previa y posterior se calculará para cada variable. Se aplicará ANOVA unidireccional para determinar la diferencia del cambio porcentual entre los grupos. El nivel de significación estadística se establece en un valor $p \leq 0,05$. Todos los análisis se realizarán utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (IBM SPSS) versión 23.0.

Ética

El estudio se diseñará de acuerdo con las normas éticas internacionales de la Declaración de Helsinki de 1975, además de tener la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad de Playa Ancha, número 001/2017. El asesoramiento completo acerca del protocolo se entregará tanto a los estudiantes como a los padres; todos ellos firmarán un formulario de consentimiento y asentimiento por escrito antes de comenzar el estudio.

Acceso a los datos

Los investigadores de este estudio, así como los colaboradores que trabajan en el proyecto, tendrán acceso a los datos. El conjunto de datos se pondrá a disposición de los investigadores y pares revisores que los requieran a través de una carpeta virtual en la aplicación Dropbox.

Diseminación

Este estudio finalizará en la segunda mitad de 2018 y los resultados se publicarán en revistas científicas internacionales revisadas por pares, en un número de 4 artículos y también los hallazgos serán difundidos en 2 congresos o reuniones científicas.

Expectativas

El análisis de nuevos métodos y estrategias de intervención en niños y jóvenes actualmente es de suma importancia debido al aumento de la inactividad física en este grupo etario convirtiéndose esto en un problema de salud pública (Langford et al., 2015).

Sallis & McKenzie (1991) propusieron la modificación de la educación física, para que las escuelas proporcionarán el tiempo y la calidad de las clases necesaria para que estas tuvieran impacto en la salud de los niños. Esto se da debido a que muchos niños dependen de la clase de educación física para cumplir con los estándares de actividad física recomendados; por lo tanto, de acuerdo a Sallis & McKenzie (1991), se necesitan investigaciones sobre los contenidos de los programas de ejercicio físico para enfatizar en estos la importancia de la vida activa en la salud.

La educación física es fundamental en la promoción de una vida activa y saludable, ya que el 97 por ciento de los estudiantes cursa esta asignatura durante su etapa escolar; por lo tanto la educación física puede tener importantes efectos sobre la vida activa de las personas y en consecuencia en la salud pública de un país; sin embargo esto no significa abandonar todos los demás objetivos de la educación física, como el conocimiento del movimiento, habilidades motrices, deportes, entre otros, sino que sólo enfatizar en los beneficios del ejercicio para la salud (Sallis et al., 1997).

El incremento de las enfermedades crónicas no transmisibles ha provocado una crisis en la salud de los países desarrollados y en vías de desarrollo que afecta a todos los grupos etarios, por lo cual los profesionales de la salud y de la educación deben colaborar en la formulación de políticas para optimizar la contribución de la educación física en la salud desde la etapa infantil (McKenzie et al., 2004).

Actualmente resultan necesarios nuevos programas de actividad física que incrementen en los escolares la intensidad de la actividades (moderada-vigorosa) con el fin de que esta tenga un impacto en la salud (Sallis et al., 2012). De acuerdo a lo anterior, cobra relevancia este estudio, ya que contribuye al conocimiento científico estudiando los efectos de un nuevo método de ejercicio físico (HIIT) en niños, el cual aún carece de claridad total en cuanto a su aplicación e implementación (Biddle & Batterham, 2015).

Desde un punto de vista práctico, el estudio pretende demostrar científicamente una estrategia para orientar las actividades de las clases de educación física, basadas en criterios didácticos y fisiológicos, para colaborar en la prevención de enfermedades crónicas y aumentar la participación de los niños en la clase de educación física (Pate, 2006).

El estudio se guía por investigaciones que evidencian el uso práctico de HIIT en niños. Por este motivo al realizar el análisis de los datos, se espera que los estudiantes del HIIT se beneficien incrementando la aptitud cardiorrespiratoria y mejorando la composición corporal, es decir disminuyendo la grasa corporal, IMC, la circunferencia de cintura. En el MIG, no se esperan cambios significativos en los valores de ninguna variables analizadas. Es posible que los resultados deseados se atribuyan a los efectos fisiológicos de los juegos de alta intensidad de carácter intermitente asociados con el protocolo de ejercicio propuesto.

Financiamiento

Convenio de Desempeño UPA1301

REFERENCIAS

1. Andersen, L. B., Bugge, A., Dencker, M., Eiberg, S., & Naaman, B. E. L. (2011). The association between physical activity, physical fitness and development of metabolic disorders, 6(June), 29-34. <https://doi.org/10.3109/17477166.2011.606816>
2. Baquet, G., Gamelin, F.-X., Mucci, P., Thévenet, D., Van Praagh, E., & Berthoin, S. (2010). Continuous vs. interval aerobic training in 8- to 11-year-old children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1381-1388. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d1575a>
3. Bendiksen, M., Williams, C. A., Hornstrup, T., Clausen, H., Kloppenborg, J., Shumikhin, D., ... Krstrup, P. (2014). Heart rate response and fitness effects of various types of physical education for 8- to 9-year-old schoolchildren. *European Journal of Sport Science*, 14(8), 861-869. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.884168>
4. Biddle, S. J. H., & Batterham, A. M. (2015). High-intensity interval exercise training for public health: a big HIT or shall we HIT it on the head? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 95. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0254-9>
5. Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, 2011. <https://doi.org/10.1155/2011/868305>
6. Buchan, D. S., Ollis, S., Thomas, N. E., Buchanan, N., Cooper, S. M., Malina, R. M., & Baker, J. S. (2011). Physical activity interventions: effects of duration and intensity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(6), 341-351. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01303.x>
7. Corte de Araujo, A. C., Roschel, H., Picanço, A. R., do Prado, D. M. L., Villares, S. M. F., de Sá Pinto, A. L., & Gualano, B. (2012). Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children. *PLoS ONE*, 7(8), 1-8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042747>

8. Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(19), 1253–1261. [https:// doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490](https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490)
9. Fernandes, R. A., & Zanesco, A. (2014). Early sport practice is related to lower prevalence of cardiovascular and metabolic outcomes in adults independently of overweight and current physical activity. *Medicina (Lithuania)*, *51*(6), 336–342. [https:// doi.org/10.1016/j.medic.2015.10.003](https://doi.org/10.1016/j.medic.2015.10.003)
10. Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, *590*(5), 1077–1084. [https:// doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725](https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725)
11. Howe, C. A., Freedson, P. S., Feldman, H. A., & Osganian, S. K. (2010). Energy expenditure and enjoyment of common children's games in a simulated free-play environment. *Journal of Pediatrics*, *157*(6). [https:// doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.06.041](https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.06.041)
12. Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int.J.Behav.Nutr.Phys.Act.*, *7*, 40-. [https:// doi.org/10.1186/1479-5868-7-40](https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40)
13. Keating, S., Machan, E., O'Connor, H., Gerofi, J., Sainsbury, A., Catterson, I. &, & Johnson, N. (2014). Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. *Journal of Obesity*, *2014*, 25–27.
14. Lambrick, D., Westrupp, N., Kaufmann, S., Stoner, L., & Faulkner, J. (2016). The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children. *Journal of Sports Sciences*, *34*(3), 190–198. [https:// doi.org/10.1080/02640414.2015.1048521](https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1048521)
15. Langford, R., Bonell, C., Jones, H., Poulidou, T., Murphy, S., Waters, E., ... Campbell, R. (2015). The World Health Organization's Health Promoting Schools framework: a Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, *15*(1), 130. [https:// doi.org/10.1186/s12889-015-1360-y](https://doi.org/10.1186/s12889-015-1360-y)
16. Lau, P. W. C., Wong, D. P., Ngo, J. K., Liang, Y., Kim, C. G., & Kim, H. S. (2015). Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *European Journal of Sport Science*, *15*(2), 182–190. [https:// doi.org/10.1080/17461391.2014.933880](https://doi.org/10.1080/17461391.2014.933880)
17. Lee, I.-M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Impact of Physical Inactivity on the World's Major Non-Communicable Diseases. *Lancet*, *380*(9838), 219–229. [https:// doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9).Impact
18. Leger, L., Mercier, D., Godoury, C. & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness, *6*(1), 93–101.
19. Logan, G. R. M., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Medicine*, *44*(8), 1071–1085. [https:// doi.org/10.1007/s40279-014-0187-5](https://doi.org/10.1007/s40279-014-0187-5)
20. Lohman, T. (1987). The use of skinfold to estimate body fatness on children and youth. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, *58*(9), 98–103. [https:// doi.org/10.1080/07303084.1987.10604383](https://doi.org/10.1080/07303084.1987.10604383)
21. Marshall, S. J., Biddle, S. J. H., Gorely, T., Cameron, N., & Murdey, I. (2004). Relationships between media use, body fatness and physical activity in children and youth: a meta-analysis. *International Journal of Obesity*, *28*(10), 1238–1246. [https:// doi.org/10.1038/sj.ijo.0802706](https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802706)
22. McKenzie, Thomas L., Feldman, H., Woods, S., Romero, K., Dahlstrom, V., Stone, E., Strikmiller, P., Williston, J. & Harsha, D. (1995). Children ' s activity levels and lesson context during third-g. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *66*(3), 184–193.
23. McKenzie, T. L., Sallis, J. F., Prochaska, J. J., Conway, T. L., Marshall, S. J., & Rosengard, P. (2004). Evaluation of a two-year middle-school physical education intervention: M-SPAN. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(8), 1382–1388. [https:// doi.org/10.1249/01.MSS.0000135792.20358.4D](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000135792.20358.4D)
24. Metcalf, B., Henley, W., & Wilkin, T. (2012). Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (EarlyBird 54). *Bmj*, *345*(sep27 1), e5888–e5888. [https:// doi.org/10.1136/bmj.e5888](https://doi.org/10.1136/bmj.e5888)
25. Moreno, L., Concha, F., & Kain, J. (2012). Intensidad de movimiento de escolares durante clases de educación física de colegios municipales: resultados según el profesional que efectúa las clases. *Revista Chilena de Nutrición*, *39*(4), 123–128. [https:// doi.org/10.4067/S0717-75182012000400003](https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000400003)
26. Murphy, A., Kist, C., Gier, A. J., Edwards, N. M., Gao, Z., & Siegel, R. M. (2015). The Feasibility of High-Intensity Interval Exercise in Obese Adolescents. *Clinical Pediatrics*, *54*(1), 87–90. [https:// doi.org/10.1177/0009922814528038](https://doi.org/10.1177/0009922814528038)
27. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, *32*(1), 1–11. [https:// doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774](https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774)
28. Pate, R. R. (2006). Promoting Physical Activity in Children and Youth: A Leadership Role for Schools: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in Collaboration With the Co. *Circulation*, *114*(11), 1214–1224. [https:// doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.177052](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.177052)
29. Racil, G., Coquart, J. B., Elmontassar, W., Haddad, M., Goebel, R., Chaouachi, A., ... Chamari, K. (2016). Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biology of Sport*, *33*(2), 145–152. [https:// doi.org/10.5604/20831862.119863](https://doi.org/10.5604/20831862.119863)
30. Robertson, R. J., Goss, F. L., Andreacci, J. L., Dubé, J. J., Rutkowski, J. J., Snee, B. M., ... Metz, K. F. (2005). Validation of the children's OMNI RPE scale for stepping exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*(2), 290–298. [https:// doi.org/10.1249/01.MSS.0000149888.39928.9F](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000149888.39928.9F)
31. Sallis, James F. & McKenzie, T. (1991). PE Role in Public Health. *pdf. Research Quarterly for Exercise and Sport*, *62*(2), 124–137.
32. Sallis, J. F., McKenzie, T. L., Alcaraz, J. E., Kolody, B., Faucette, N., & Hovell, M. F. (1997). The Effects of a 2-Year Physical Education Program (SPARK) on Physical Activity and Fitness in Elementary School Students. *American Journal of Public Health*, *87*(8), 1328–1334.
33. Sallis, J. F., McKenzie, T. L., Beets, M. W., Beighle, A., Erwin, H., & Lee, S. (2012). Physical Education's Role in Public Health:

- Steps Forward and Backward Over 20 Years and HOPE for the Future. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(2), 125-135. <https://doi.org/10.5641/027013612800745329>
34. Seabra, A., Katzmarzyk, P., Carvalho, M. J., Seabra, A., Coelho-E-Silva, M., Abreu, S., ... Malina, R. M. (2016). Effects of 6-month soccer and traditional physical activity programmes on body composition, cardiometabolic risk factors, inflammatory, oxidative stress markers and cardiorespiratory fitness in obese boys. *Journal of Sports Sciences*, 34(19), 1822-1829. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1140219>
 35. Slaughter, A. M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Loan, M. D. V. A. N., & Bembien, D. A. (2008). Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth Published by : Wayne State University Press Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/41464064> . *Human Biology*, 60(5), 709-723.
 36. Tanner, J. M., & Whitehouse, R. H. (1976). Clinical longitudinal standards for height , weight , height velocity , weight velocity , and stages of puberty.
 37. Vasquez, F., Diaz, E., Lera, L., Vasquez, L., Anziani, A., & Burrows, R. (2012). Agreement of anthropometric equations with the 4-component model in the prediction of body fat in obese schoolchildren. *Nutrition and Dietetics*, 69(2), 145-151. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0080.2012.01589.x>
 38. Zahner, L., Puder, J. J., Roth, R., Schmid, M., Guldemann, R., Pühse, U., ... Kriemler, S. (2006). A school-based physical activity program to improve health and fitness in children aged 6-13 years ("Kinder-Sportstudie KISS"): study design of a randomized controlled trial [ISRCTN15360785]. *BMC Public Health*, 6(1), 147. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-6-147>