

eISSN: 2452-5812

<http://jmh.pucv.cl/>

Recibido: 27/05/2022

Aceptado: 08/06/2022

Disponible: 15/06/2022

Publicado: 01/07/2022

Artículo original

Efecto de un programa de actividad física basado en juegos de alta intensidad sobre la aptitud cardiorrespiratoria y variables antropométricas en adolescentes

Effect of a physical activity program based on high-intensity games on cardiorespiratory fitness and anthropometric variables in adolescents

Fernández-Valero, P¹; Bezerra, A²; Reyes-Amigo, T³

Correspondencia ✉

Dr. Tomás Reyes-Amigo

Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Laboratorio de Investigación en Actividad Física y Deporte, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Playa Ancha, Chile.

tomas.reyes@upla.cl

Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto de un programa de actividad física (AF) basado en juegos de alta intensidad aplicado en las clases de Educación Física (EF) sobre la aptitud cardiorrespiratoria (ACR) y marcadores antropométricos en adolescentes. **Métodos:** Participaron 20 estudiantes (12 varones) divididos en un grupo experimental (GE) y un grupo control (GC). El GE realizó un programa de AF basado en juegos de alta intensidad (100-120% Velocidad Aeróbica Máxima) por ocho semanas con una frecuencia de dos veces por semana. El GC siguió sus clases de EF regulares. Antes y después de la intervención los participantes realizaron el test de ACR (20 metros ida y vuelta), marcadores antropométricos; índice de masa corporal (IMC), circunferencia de cintura (CC) y el porcentaje de grasa. Se utilizó ANOVA de medidas repetidas para determinar el efecto principal de la intervención y la interacción entre los grupos de estudio (GE y CG) sobre el tiempo (pre-post). El tamaño del efecto fue calculado usando la *d* de Cohen. **Resultados:** Respecto de la ACR se observó una interacción significativa de tiempo $\times$ grupo ($p=0,001$), es decir, el GE aumentó, mientras que el GC disminuyó. El IMC no presentó una evolución significativamente diferente entre los grupos ($p=0,667$). Respecto de la CC, no se reportó una interacción significativa entre los grupos ($p=0,422$). En cuanto al porcentaje de grasa, tampoco reportó una interacción significativa ($p=0,062$). **Conclusión:** La aplicación de un programa de AF basado en juegos de alta intensidad incrementa significativamente la ACR en comparación al GC en un grupo de adolescentes.

Palabras claves: juegos de alta intensidad; educación física; aptitud cardiorrespiratoria; jóvenes.

Abstract

Objective: To assess the effect of a high-intensity games program applied in physical education (PE) classes on cardiorespiratory fitness (CRF) and anthropometric outcomes in adolescents. **Methods:** 20 participants aged between 14 to 15 years (12 boys) were randomized into two groups: the experimental group (EG) and the control group (CG). EG performed a high-intensity games program (100-120% maximal aerobic speed) for 8 weeks, two times a week, while CG did regular PE classes. Before and after the interventions, the participants completed the CRF test (20-meters shuttle run test) and anthropometric outcomes were assessed; body mass index (BMI), waist circumference (WC), and body fat percentage. **Results:** A significant time $\times$ group interaction was observed ($p=0.001$) where CRF increased in EG and decreased in CG. There were no significant differences in time interaction between treatment groups for BMI. Regarding WC and body fat percentage there were no significant differences in time interaction between treatment groups. **Conclusions:** This study demonstrates that a high-intensity games program applied in PE, is effective for the improvement of the CRF in adolescents.

Keywords: high-intensity games; physical education; cardiorespiratory fitness; young.

Puntos destacables

- Se investigó el efecto de un programa de actividad física basado en juegos de alta intensidad.
- Los adolescentes incrementaron significativamente la aptitud cardiorrespiratoria con el programa.
- El programa no tuvo efectos significativos en las variables antropométricas.
- El programa implementado podría ser una estrategia viable para el contexto escolar.

Introducción

La adolescencia es una etapa de cambios físicos, psicológicos y sociales (cambian las relaciones y el modo de relacionarse), siendo una etapa importante del desarrollo¹. Además, se establecen pautas de comportamiento y elecciones personales de estilo de vida, como la práctica de actividad física (AF) regular². La AF en la adolescencia favorece el crecimiento y previene el desarrollo de enfermedades crónicas en etapas posteriores de la vida, tales como cáncer de colon, enfermedades cardiovasculares y diabetes³, e incluso, se asocia con una menor adiposidad, mejor salud cardiometabólica y una mejor condición física⁴. Sin embargo, la mayoría de los adolescentes no cumplen las recomendaciones actuales de AF (60 minutos o más de AF diaria de intensidad moderada a vigorosa)⁵.

En este sentido, la Educación Física (EF) es considerada un eje fundamental para promover los niveles adecuados de AF en los escolares^{6,7}. Es una asignatura con el propósito de proporcionar oportunidades a todos los estudiantes para que adquieran los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan mejorar, mediante la AF habitual, su calidad de vida y la de los demás⁸. Por lo tanto, la clase de EF surge como un importante facilitador para que los adolescentes puedan realizar AF de moderada a vigorosa⁹⁻¹².

Se recomienda que el 50% del tiempo de la clase de EF sea de intensidad moderada a vigorosa para tener algún impacto en la condición física⁷, sin embargo, esta recomendación a la luz de la evidencia no se cumple⁹. En este sentido, surge un interés científico por la intensidad de las clases de EF enfocándose en la búsqueda de alternativas novedosas que incrementen esta variable^{13,14}. En tal sentido, existen reportes que señalan que los programas a corto plazo de actividades de alta intensidad han demostrado ser seguros y eficaces para mejorar la condición física y la salud de los adolescentes¹⁵. De hecho, se ha demostrado que seis semanas de un programa de alta intensidad basado en juegos mejora la aptitud cardiorrespiratoria (ACR) y marcadores antropométricos (perímetro de cintura y masa muscular)¹⁶ e incluso un programa de multiactividades (ej. baloncesto, boxeo, baile y ejercicios de fútbol) de alta intensidad por 10 semanas realizado en colegios, demuestra mejoras significativas en los triglicéridos, circunferencias de cintura (CC) y los niveles diarios de AF moderada a vigorosa de adolescentes¹⁷.

En esta línea también se ha demostrado que 11 semanas de un programa de juegos de alta intensidad (carreras de relevos y actividades de colaboración y oposición) implementados en las clases de EF produce mejoras en la ACR y en marcadores antropométricos (porcentaje de grasa corporal y suma de pliegues), sin embargo, el autor señala que aún la evidencia es incipiente¹⁸. No obstante a lo señalado, sigue existiendo una falta de claridad sobre relación del incremento del ACR y variables como la duración del programa, los tipos de actividades a nivel escolar y la implementación efectiva de intervenciones de alta intensidad^{12,19,20}. En este sentido, es que a la luz de prometedores resultados respecto de la aplicación de juegos de alta intensidad en contexto escolar en cuanto a la mejora de la condición física^{21,22}, además de ser motivantes y entretenidos para niños y adolescentes²³, se pueden realizar en espacios habilitados sin gran implementación y sus métodos requieren menos tiempo que las actividades de baja intensidad, por lo que este tipo de intervenciones puede convertirse en una estrategia viable para ser implementada en las clases de EF. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de un programa de AF

basado en juegos de alta intensidad aplicado en las clases de EF sobre la ACR y marcadores antropométricos en adolescentes.

Métodos

Investigación experimental con un diseño cuasiexperimental, con dos grupos; grupo experimental (GE) y grupo control (GC). Ambos grupos realizaron pre y pos-test. La muestra fue de 25 estudiantes (12 damas y 13 varones) de primer año de enseñanza media de un colegio de Valparaíso, Chile. La edad cronológica promedio de los estudiantes corresponde a $14,48 \pm 1,4$ años y la edad biológica fue evaluada por un médico pediatra estableciendo esta edad a través de los estadios de Tanner obteniendo estadios de IV y V. Las indicaciones para realizar el procedimiento de medición se basan en Matsudo & Matsudo²⁴.

Los criterios de inclusión fueron: a) edad de 14 a 15 años y b) pertenecer a primer año de enseñanza media; y los de exclusión: a) presentar alguna enfermedad respiratoria o cardiovascular, b) presentar alguna lesión músculo-esquelética, c) tener una asistencia inferior al 95 por ciento de las sesiones programadas, d) participar en actividades deportivas federadas y e) presentar una respuesta negativa a la intervención. De acuerdo a estos criterios, finalmente quedaron 20 participantes (8 damas y 12 varones), ya que fueron excluidos cinco participantes; tres por lesión muscular y dos por una asistencia inferior a la requerida (Figura 1).

Los participantes de cada grupo se escogieron a través de una aleatorización simple con emparejamiento de sujetos. Este procedimiento fue realizado por un colaborador externo; quedando el GE con 10 estudiantes; cuatro damas y seis varones con una edad de $14,4 \pm 0,37$ años, un peso $62,43 \pm 10,70$ y una estatura $1,65 \pm 0,09$, en promedio; el GC con 10 estudiantes; 4 damas y 6 varones con una edad $14,6 \pm 0,37$ años, un peso de $58,06 \pm 12,61$ y una estatura de $1,63 \pm 0,10$ en promedio (Figura 1).

El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Playa Ancha, Chile (001/2017) y se respetaron las normas éticas de la declaración de Helsinki. Tanto estudiantes como padres firmaron un asentimiento y consentimiento informado según corresponda.

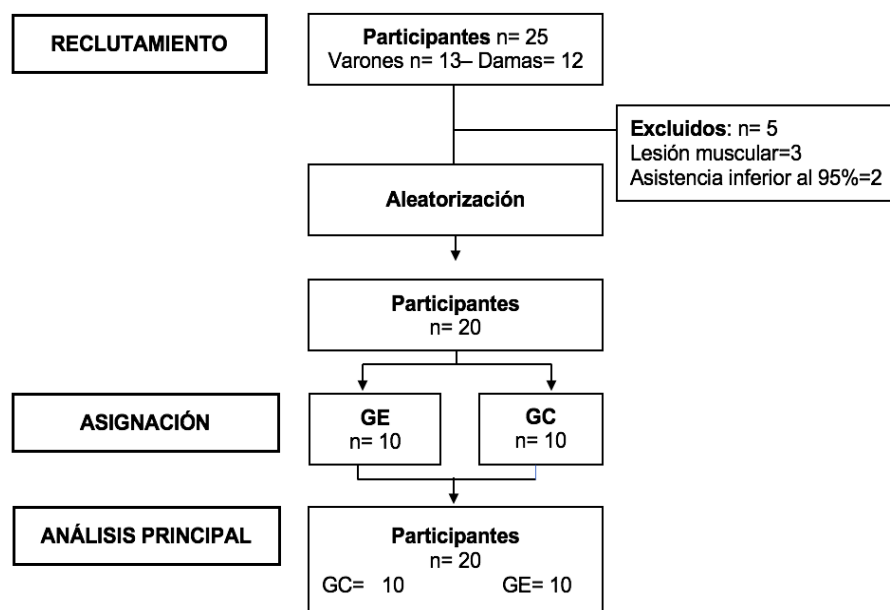


Figura 1. Diagrama de flujo CONSORT, aleatorización de grupos GE y GC.
GE, grupo experimental; GC, grupo control, n= cantidad de participantes.

Instrumentos

Aptitud cardiorrespiratoria (ACR)

La ACR se estimó utilizando el test de 20 metros ida y vuelta^{25,26}, aplicado por tres integrantes del equipo investigador capacitados y con dos años de experiencia en la aplicación de esta prueba. Los ejecutantes corrieron entre dos líneas separadas a 20 metros de distancia ida y vuelta, siguiendo la velocidad impuesta por una señal sonora que comienza con una velocidad de 8,5 km/h y aumenta progresivamente cada minuto en 0,5 km/h. Cuando los participantes no pudieron mantener el ritmo, la prueba se detuvo y se registró el número final de la etapa anunciada. Para obtener el resultado de la ACR en términos de potencia aeróbica máxima ($VO_{2\text{máx}}$), se utilizó una fórmula reportada en otro estudio previamente²⁷. La realización de este test fue en una superficie plana y no resbaladiza. Tanto en el pre como en el post test, fueron aplicados en las mismas condiciones.

Marcadores antropométricos

Para determinar el índice de Masa Corporal (IMC), se midió el peso y la estatura (plano de Frankfort en posición horizontal), para lo cual se utilizó una balanza-estadiómetro marca SECA (Modelo 220, Alemania). La medición de la circunferencia de cintura (CC), fue realizada mediante una cinta métrica inextensible marca Lufkin EXECUTIVE (Modelo w606pm, México), que rodea la cintura del sujeto a través del punto medio entre el reborde costal inferior y el borde superior de la cresta iliaca²⁸. Para estimar el porcentaje de grasa, se midieron los pliegues cutáneos tricipital y subescapular mediante un adipómetro Lange (Estados Unidos) (medición del espesor del pliegue de la piel, es decir, una doble capa de piel y tejido adiposo subyacente, evitando incluir el músculo) para luego aplicar la fórmula de Slaughter²⁹. Los marcadores antropométricos se realizaron un día diferente a la medición de la ACR y fueron realizadas por un profesional calificado (nivel 2) por la International Society for the Advancements of Kinanthropometry.

Edad biológica

Para evaluar el grado de desarrollo puberal alcanzado y obtener la edad biológica, se utilizaron las imágenes de los cinco estadios de Tanner bajo el procedimiento establecido en un estudio anterior²⁴. En el procedimiento, a todos los participantes se les solicitó autoevaluar su desarrollo puberal mostrándoles fotografías de los estadios de Tanner y pidiéndoles a continuación que indicarán en el estadio en que creían encontrarse. Este procedimiento fue explicado a los participantes y supervisado por un médico pediatra. Para respetar la privacidad y promover la comodidad de cada adolescente, se llevó a cabo la clasificación en ausencia de otros estudiantes presentes, en una sala especialmente habilitada.

Intervención

Al GE se le aplicó el programa de AF basado en juegos de alta intensidad durante ocho semanas con una frecuencia de dos veces por semana. Las clases fueron guiadas por tres profesores de EF, con funciones específicas (organización de materiales, instalación de sistema de audio y ejecución fases de la clase). Las clases tuvieron una duración aproximada de 45 minutos y consideraban 15 minutos al inicio para aspectos administrativos y sincronización de monitores de ritmo cardíaco. El inicio de la práctica fue a través de un calentamiento de 10 minutos que correspondía a ejercicios de movilidad articular. Luego durante ocho y 12 minutos en la fase principal se aplicó el programa de AF basado en juegos de alta intensidad.

Los juegos fueron de tres tipos: relevos, colaboración y velocidad de reacción³⁰⁻³³, todos estos se realizaron en una superficie plana y no resbaladiza. Antes, durante (pausas entre cada juego) y al terminar los juegos, se preguntaba a los adolescentes el esfuerzo percibido a través de la Escala de Borg

y se anotaba su frecuencia cardiaca. Para la aplicación de la intervención los estudiantes formaron pequeños grupos de acuerdo a su velocidad aeróbica máxima (VAM); obtenida mediante la velocidad máxima alcanzada en el test de 20 metros ida y vuelta y aplicando una fórmula reportada en una investigación previa³⁴.

Los estudiantes debían recorrer una determinada distancia marcada con conos en el tiempo indicado por el profesor, dichos tiempos fueron controlados por una señal sonora que indicaba el inicio y el final del *sprint* para que así los estudiantes pudieran cumplir con la tarea solicitada y el profesor tener el control de la intensidad del ejercicio (ejemplo un estudiante recorre 30 metros en 15 segundos al 100% de la VAM boteando un balón que posteriormente debe pasar al compañero siguiente)³⁵. Basado en protocolos utilizados en otros estudios^{18,36-38}, se determinó la intensidad que varió entre el 100%-120% de la VAM, las series fueron de dos a tres con cuatro a seis *sprints* de 15 segundos, con pausas de 15 segundos entre cada *sprint* y tres minutos de pausa entre series (Tabla 1).

Finalizada la fase principal de la clase, se realizaron cinco minutos de vuelta a la calma en base a ejercicios de estiramientos estáticos. El GC recibió el plan de estudios de EF regular durante las ocho semanas con una frecuencia de dos veces por semana en clases de 45 minutos. Al igual que el GE, los 10 primeros minutos el profesor realiza labores administrativas y luego un calentamiento de cinco minutos, posteriormente la fase principal durante 25 minutos con actividades rítmicas y ejercicios de coordinación, y finalmente una vuelta a la calma de 5 minutos.

Tabla 1. Programa de AF basado en juegos de alta intensidad del GE.

Variables	1-2 semana	3-4 semana	5-6-7 semana	8 semana
Series	2	3	3	2
<i>Sprints</i>	6 ^(a)	4 ^(b)	4 ^(c)	6 ^(d)
Tiempo por repetición	15 s	15 s	15 s	15 s
Tiempo de pausa por repetición	15 s	15 s	15 s	15 s
Tiempo de pausa entre series	3 min	3 min	3 min	3 min
Tiempo total de intervención	8 min 50 s	10 min 30 s	10 min 30 s	8 min 50 s
Intensidad	100 % VAM	110% VAM	120% VAM	100% VAM

VAM, velocidad aeróbica máxima; s, segundos; min, minutos; ^(a) juegos de relevos; ^(b) juegos de velocidad de reacción; ^(c) juegos de colaboración; ^(d) juegos de relevos, velocidad de reacción y colaboración.

Análisis estadístico

Los datos de las características de los participantes se expresan como medias y desviación estándar (DS). La distribución se analizó mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Para determinar el efecto principal de la intervención y la interacción entre los grupos de estudio (GE y CG) sobre el tiempo (pre-post) fue utilizada la prueba de ANOVA de medidas repetidas. El tamaño del efecto (TE) fue calculado usando la d de Cohen. Un tamaño del efecto entre 0.2 - 0.49 representa una pequeña diferencia, entre 0.5 - 0.79 moderada diferencia y mayor o igual a 0.8 una gran diferencia. Nivel de significancia se estableció en un valor p <0,05. Se utilizó el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS v.25).

Resultados

La tabla 2 presenta las características descriptivas de los participantes del estudio.

Tabla 2. Características generales de los grupos de estudio

Variables	Grupo Experimental (n= 10; V= 6, M= 4)	Grupo Control (n= 10; V= 6, M= 4)
Edad cronológica (años)	14,4 ± 0,37	14,6 ± 0,34
Edad biológica	IV y V	IV y V
Peso (kg)	62,43 ± 10,70	58,06 ± 12,61
Estatura (cm)	165 ± 0,09	163 ± 0,10

Media ± desviación estándar; n, participantes; V, varones; M, mujeres; Kg, kilogramos; cm, centímetros.

Con respecto a la ACR, la Tabla 3 muestra que no hay un efecto de tiempo en el promedio de la ACR desde antes hasta después de la intervención ($p=0,877$). Sin embargo, se observó una interacción significativa de tiempo $\times$ grupo ($p=0,001$; TE = 0.4) con un TE moderado, donde el GE había aumentado la ACR desde antes hasta después de la intervención, mientras que el GC disminuyó.

En cuanto a los marcadores antropométricos (Tabla 3), al comparar el IMC en la muestra general se observó un efecto temporal significativo ($p=0,011$). Sin embargo, no se presenta una evolución significativamente diferente entre los grupos, es decir, tiempo $\times$ grupo ($p=0,667$). Respecto de la CC, no hubo un efecto de tiempo en la muestra ($p=0,719$), ni tampoco se reportó una interacción significativa entre los grupos ($p=0,422$). En relación al porcentaje de grasa, los resultados no muestran un efecto de tiempo en la muestra ($p=0,955$), ni tampoco se reportó una interacción significativa entre los grupos ($p=0,062$).

Tabla 3. Análisis de ANOVA de medidas repetidas; GE y GC en pre test y post test (media ± SD).

Variables	GE (n=10)		GC (n=10)		Valor p x tiempo	Valor p x tiempo x grupo	TE post
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test			
ACR (VO_{2max})	32,33 ± 4,0	34,40 ± 4,4	34,26 ± 5,4	32,06 ± 6,0	0,877	0,001*	0.4
IMC (kg/m^2)	23,41 ± 4,0	22,84 ± 3,7	22,05 ± 4,7	21,63 ± 4,5	0,011	0,667	0.3
CC (cm)	76,80 ± 9,2	77,05 ± 9,0	74,25 ± 7,6	73,60 ± 7,3	0,719	0,422	0.4
Grasa corporal (%)	25,64 ± 10,7	23,43 ± 9,5	19,42 ± 9,4	21,77 ± 7,3	0,955	0,062	0.2

ACR, aptitud cardiorrespiratoria; IMC, índice de masa corporal; CC, circunferencia de cintura; VO_{2max} , consumo máximo de oxígeno; kg/m^2 , kilogramo de peso por metro cuadrado; cm, centímetros; %, porcentaje; GE, grupo experimental; GC, grupo control; SD, desviación estándar; $p < 0,05$; TE, tamaño del efecto.

Discusión

Esta investigación busca proporcionar evidencia científica respecto del efecto de un programa de AF basado en juegos de alta intensidad durante las clases de EF sobre la ACR, IMC y el porcentaje de grasa en adolescentes. En este sentido, el presente estudio demostró que el GE incrementó la ACR, y este resultado fue significativamente diferente a la evolución presentada por el GC en esta variable. Este resultado coincide con otros estudios^{18,39}, puesto que la implementación de una intervención basada en juegos de alta intensidad incrementó la ACR. Una posible explicación para esto, de acuerdo a la estructura

de este estudio, es que los adolescentes son capaces de realizar AF cerca de su *peak* de intensidad en intervalos de cuatro minutos con una recuperación de 2-3 minutos sin altos niveles de fatiga durante mucho tiempo⁴⁰. Además, la utilización de actividades lúdicas como estímulos de alta intensidad puede haber aumentado la motivación durante la realización de las actividades^{14,16}.

En relación a la ACR que es la variable principal del estudio, la evidencia muestra que cuanto más tiempo se realiza AF vigorosa o de alta intensidad, mayor es el efecto positivo sobre la ACR⁴¹. De hecho, el resultado de nuestro estudio está en línea con otras investigación que implementaron intervenciones que duraron seis semanas o más, comparando actividades de intensidad alta y moderada^{22,42,43}. Recientes trabajos han reportado que las intervenciones de alta intensidad son más efectivas, por lo tanto, existe evidencia contundente respecto del impacto positivo de una intensidad elevada en la mejora de la ACR de los adolescentes^{19,20,44}. Respecto de este punto, un estudio que experimentó con una muestra similar, observó incrementos en la ACR si el nivel de intensidad está por encima del 100% de la VAM⁴⁵.

En este sentido, el presente estudio es semejante con la evidencia en general respecto de la aplicación de AF de alta intensidad en el número de semanas de intervención y la intensidad, sin embargo, es diferente al tipo de actividades, ya que la mayoría de los estudios existentes siguen una estructura rígida (bicicleta-carrera)³¹, que puede no ser adecuada para los adolescentes, considerando la naturaleza típicamente lúdica de las actividades escolares en la clases de EF⁴⁶. Aunque existen pocos estudios en esta línea, es decir, la implementación de actividades de alta intensidad lúdicas en clases de EF^{18,47-49}, el presente trabajo demostró que los juegos de alta intensidad tienen un efecto significativo sobre la ACR en adolescentes, junto con esto, estudios muestran que estas actividades están asociadas a un mayor disfrute de la AF en la etapa escolar⁵⁰.

Referente al IMC, los resultados obtenidos son similares a otros hallazgos^{51,52}, es decir, no hubo diferencias significativas entre el pre y post test en los grupos. En ambos estudios se aplicaron protocolos similares a los de nuestro trabajo, solo se diferencian respecto de las variantes lúdicas incluidas en la intervención. Por tanto, es un aspecto a profundizar, ya que otras investigaciones también coinciden con estos resultados a pesar de haber aplicado intervenciones de hasta 28 semanas²¹. Acerca de los resultados de la CC del GE, los datos presentados no coinciden con reportes de otro estudio similar; ya que el grupo que ejecutó actividades de alta intensidad disminuyó significativamente la CC; no obstante, la intervención realizada fue de seis meses y en un contexto diferente a la clase de EF.

Respecto de este punto, una revisión sistemática realizada el año 2020⁵³, muestra que intervenciones de alta intensidad con proporciones de ejercicio de 1:1 y 2:1 promueven reducciones significativas de la CC; lo cual coincide con los estímulos aplicados, sin embargo, los resultados en nuestro trabajo no fueron significativos.

En relación a los resultados del porcentaje de grasa corporal obtenidos en este estudio, los datos concuerdan con otras investigaciones^{37,49}, quienes también aplicaron ejercicios de alta intensidad en adolescentes encontrando diferencias significativas en el porcentaje de masa grasa. No obstante, estos estudios muestran que intervenciones de alta intensidad con proporciones de ejercicio de similares características a las aplicadas en nuestra investigación, disminuyen significativamente el porcentaje de grasa⁵³, sin embargo, respecto de los marcadores antropométricos, cabe indicar que el presente estudio si bien aplica actividades de alta intensidad, estas son lúdicas considerando como eje central el juego, lo cual permite una mayor cercanía al contexto escolar y por tanto se debe seguir investigado su efecto en la composición corporal¹⁸. Por otra parte, recientes estudios indican que las actividades de alta intensidad necesitan de un periodo superior a siete semanas de intervención para modificar la composición corporal en adolescentes^{20,44}.

Fortalezas y limitaciones

La fortaleza de nuestro estudio es la implementación de una intervención de AF basado en juegos de alta intensidad en el ámbito escolar con un efecto significativo en la ACR. Sin embargo, también existen limitaciones debido al tipo de estudio (cuasiexperimental) y a la naturaleza del contexto de la investigación como, por ejemplo, los periodos de tiempo acotados para realizar intervenciones, y la posibilidad de contar con un mayor número de participantes. Para futuros estudios, sería interesante considerar un programa de AF de alta intensidad basado en juegos a largo plazo¹⁴.

Conclusiones

Este estudio demuestra que un programa de AF basado en juegos de alta intensidad de ocho semanas, aplicado durante las clases de EF al GE, es efectivo en la mejora de la ACR en adolescentes y este resultado fue significativamente diferente a la evolución presentada por el GC en esta variable. Por otro lado, no hubo diferencias significativas en los parámetros antropométricos entre el pre y post test de ambos grupos. Finalmente, según los resultados obtenidos, la utilidad y contribución de este estudio es la aplicación práctica de la incorporación de juegos de alta intensidad en el ámbito escolar, especialmente en las clases de EF, pudiendo ser una estrategia eficiente en el tiempo para el estricto horario escolar.

Referencias

1. Reyes-Amigo T, Soto-Sánchez J. *Fitness Cardiorrespiratorio En La Infancia y La Adolescencia*. 1st ed. (Universidad de Playa Ancha, ed.); 2021.
2. Ruiz JR, Ortega FB, Castillo R, et al. Physical Activity, Fitness, Weight Status, and Cognitive Performance in Adolescents. *J Pediatr*. 2010;157(6):917-922.e5. DOI:10.1016/j.jpeds.2010.06.026
3. Sollerhed A-C, Horn A, Culpan I, Lynch J. Adolescent physical activity-related injuries in school physical education and leisure-time sports. *J Int Med Res*. 2020;48(9):030006052095471. DOI:10.1177/0300060520954716
4. Neil-Sztramko SE, Caldwell H, Dobbins M. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;(9). DOI:10.1002/14651858.CD007651.pub3
5. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *Lancet Child Adolesc Heal*. 2020;4(1):23-35. DOI:10.1016/S2352-4642(19)30323-2
6. Dobbins M, Husson H, DeCorby K, Larocca R. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Collab Libr*. 2013;18(2). DOI:10.1002/14651858.CD007651.pub2
7. Center Disease Control. *Strategies to Improve the Quality of Physical Education*.; 2010.
8. Sallis JF, McKenzie TL, Beets MW, Beighle A, Erwin H, Lee S. Physical education's role in public health: Steps forward and backward over 20 years and HOPE for the future. *Res Q Exerc Sport*. 2012;83(2):125-135. DOI:10.5641/027013612800745329
9. Vega DM, Saldías MP, Viciania J. Comparison of moderate-to-vigorous physical activity levels between physical education, school recess and after-school time in secondary school students: An accelerometer-based study. *Kinesiology*. 2017;49(2):242-251. DOI:10.26582/k.49.2.1
10. Martínez J, Contreras O, Aznar S, Lera A. Niveles de actividad física medido con acelerómetro en alumnos de 3º ciclo de educación primaria: actividad física diaria y sesiones de educación física. *Rev Psicol del Deport*. 2012;21:117-123. DOI: no disponible.

11. Moreno L, Concha F, Kain J. Intensidad de movimiento de escolares durante clases de educación física de colegios municipales: resultados según el profesional que efectúa las clases. *Rev Chil Nutr.* 2012;39(4):123-128. DOI:10.4067/S0717-75182012000400003
12. Bendiksen M, Williams CA, Hornstrup T, et al. Heart rate response and fitness effects of various types of physical education for 8- to 9-year-old schoolchildren. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(8):861-869. DOI:10.1080/17461391.2014.884168
13. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *Lancet Glob Heal.* 2018;6(10):e1077-e1086. DOI:10.1016/S2214-109X(18)30357-7
14. Ketelhut S, Kircher E, Ketelhut SR, Wehlan E, Ketelhut K. Effectiveness of Multi-activity, High-intensity Interval Training in School-aged Children. *Int J Sports Med.* 2020;41(4):227-232. DOI:10.1055/a-1068-9331
15. Solera-Martínez M, Herraiz-Adillo Á, Manzanares-Domínguez I, De La Cruz LL, Martínez-Vizcaíno V, Pozuelo-Carrascosa DP. High-intensity interval training and cardiometabolic risk factors in children: a meta-analysis. *Pediatrics.* 2021;148(4). DOI:10.1542/peds.2021-050810
16. 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.* 2015;34(3):190-198. DOI:10.1080/02640414.2015.1048521
17. Weston, K.; Azevedo, L.; Bock, S.; Weston, M.; George, P. & Batterham A. Effect of novel, school-based high-intensity interval training (HIT) on cardiometabolic health in adolescents: Project FFAB (Fun Fast Activity Blasts)-an exploratory controlled, before-and-after trial. *PLoS One.* 2016;11:1-18. DOI:10.1371/journal.pone.0159116
18. Reyes-Amigo T, Palmeira A, Martins C, et al. Effectiveness of High-Intensity Games versus Moderate-Intensity Games on Cardiorespiratory Fitness and Anthropometric Variables in Children. *Adv Phys Educ.* 2022;12(01):60-74. DOI:10.4236/ape.2022.121005
19. Eddolls W, McNarry M, Stratton G, Winn C, Mackintosh K. High-intensity interval training interventions in children and adolescents: A systematic review. *Sport Med.* 2017;47:2363-2374. DOI:10.1007/s40279-017-0753-8
20. Logan GRM, Harris N, Duncan S, Schofield G. A review of adolescent high-intensity interval training. *Sport Med.* 2014;44(8):1071-1085. DOI:10.1007/s40279-014-0187-5
21. 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(7):1019-1027. DOI:10.1007/s00431-018-3149-3
22. Reyes-Amigo T, Labisa-Palmeira A. Moderators of the effect of high-intensity and moderate-intensity games in schoolchildren on cardiorespiratory fitness and body composition. *Motricidade.* 2020;16(2):156-169. DOI:10.6063/motricidade.17253
23. Malik A, Williams C, Bond B, Weston K, Barker A. Acute cardiorespiratory, perceptual and enjoyment responses to high-intensity interval exercise in adolescents. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(10):1335-1342. DOI:10.1080/17461391.2017.1364300
24. Matsudo S, Matsudo V. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: Concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol.* 1994;6(4):451-455. DOI:10.1002/ajhb.1310060406
25. Artero EG, España-Romero V, Castro-Piñero J, et al. Reliability of field-based fitness tests in youth. *Int J Sports Med.* 2011;32(3):159-169. DOI:10.1055/s-0030-1268488
26. Leger L, Mercier D, Godoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic

- fitness. *J Sports Sci.* 1988;6(1):93-101. DOI:10.1080/02640418808729800
27. Ruiz J, Ramirez-Lechuga J, Ortega F, et al. Artificial neural network-based equation for estimating VO₂max from the 20 m shuttle run test in adolescents. *Artif Intell Med.* 2008;44(3):233-245. DOI:10.1016/j.artmed.2008.06.004
28. Marshall SJ, Biddle SJH, Gorely T, Cameron N, Murdey I. Relationships between media use, body fatness and physical activity in children and youth: A meta-analysis. *Int J Obes.* 2004;28(10):1238-1246. DOI:10.1038/sj.ijo.0802706
29. Vasquez F, Diaz E, Lera L, Vasquez L, Anziani A, Burrows R. Agreement of anthropometric equations with the 4-component model in the prediction of body fat in obese schoolchildren. *Nutr Diet.* 2012;69(2):145-151. DOI:10.1111/j.1747-0080.2012.01589.x
30. 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(2):35-40. DOI:10.1016/j.jesf.2018.11.003
31. Reyes-Amigo T, Gómez M, Gallardo M, Palmeira ; Antonio, Rodolfo T, Amigo R. 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. DOI: no disponible.
32. Brøgger R, Mathisen G, Pettersen S. Effect of high intensity activity on children's aerobic power. *J Phys Educ Sport.* 2013;13(4):511-516. DOI:10.7752/jpes.2013.04080
33. Reyes-Amigo, T.; Soto-Sanchez, J. & Palmeira A. Efecto de juegos intermitentes de alta intensidad sobre la aptitud cardiorrespiratoria y la composición corporal en escolares: Protocolo de un estudio aleatorio controlado. *Gymnasium.* 2018;3(1):1-10. DOI: no disponible.
34. Berthoin S, Gerbeaux M, Guerrin F, Lensel-Corbeil G, Vandendorpe F. Estimation of the maximum aerobic speed. *Sci Sport.* 1992;7:85-91. DOI:10.1016/S0765-1597(05)80179-0
35. Berthoin S, Baquet G, Dupont G, Van Praagh E. Critical velocity during continuous and intermittent exercises in children. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98(2):132-138. DOI:10.1007/s00421-006-0253-2
36. Alonso-Fernández D, Fernández-Rodríguez R, Gutiérrez-Sánchez Á. Efecto de un programa HIIT versus entrenamiento continuo extensivo en individuos inexpertos. *Apunt Educ Fis y Deport.* 2017;(130):84-94. DOI:10.5672/apunts.2014-0983.es.(2017/4).130.07
37. Camacho-Cardenosa A, Brazo-Sayavera J, Camacho-Cardenosa M, Maros-Serrano M, Timón R, Olcina G. Effects of High Intensity Interval Training on Fat Mass Parameters in Adolescents. *Rev Esp Salud Pública.* 2016;90:e1-e9. DOI: no disponible.
38. Baquet G, Berthoin S, Gerbeaux M, Praagh E Van. High-intensity aerobic training during a 10 week one hour physical education cycle: effects on physical fitness of adolescents aged 11 to 16. *Int J Sports Med.* 2001;22:295-300. DOI:10.1055/s-2001-14343
39. Cao M, Tang Y, Li S, Zou Y. Effects of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiometabolic Risk Factors in Overweight and Obesity Children and Adolescents: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(22):11905. DOI:10.3390/ijerph182211905
40. Selmi O, Ouergui I, Levitt DE, Nikolaidis PT, Knechtle B, Bouassida A. Small-Sided Games are More Enjoyable Than High-Intensity Interval Training of Similar Exercise Intensity in Soccer. *Open Access J Sport Med.* 2020;Volume 11:77-84. DOI:10.2147/oajsm.s244512
41. Cao M, Quan M, Zhuang J. Effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on cardiorespiratory fitness in children and adolescents: A meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(9):1-13. DOI:10.3390/ijerph16091533

42. McNarry MA, Lambrick D, Westrupp N, Faulkner J. The influence of a six-week, high-intensity games intervention on the pulmonary oxygen uptake kinetics in prepubertal obese and normal-weight children. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40(10):1012-1018. DOI:10.1139/apnm-2015-0051
43. Mucci P, Baquet G, Nourry C, Deruelle F, Berthoin S, Fabre C. Exercise testing in children: Comparison in ventilatory thresholds changes with interval-training. *Pediatr Pulmonol*. 2013;48(8):809-816. DOI:10.1002/ppul.22646
44. Costigan S, Eather N, Plotnikoff R, Hillman C, Lubans D. High-Intensity Interval Training for Cognitive and Mental Health in Adolescents. *Med Sci Sport Exerc*. 2016;48(10):1985-1993. DOI:10.1249/MSS.0000000000000993
45. Baquet G, Gamelin F, Mucci P, Thévenet D, Van Praagh E, Berthoin S. Continuous vs. interval aerobic training in 8- to 11-year-old children. *J Strength Cond Res*. 2010;24(5):1381-1388. DOI:10.1519/JSC.0b013e3181d1575a
46. Biddle S, Batterham A. High-intensity interval exercise training for public health: a big HIT or shall we HIT it on the head? *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2015;12(1):95. DOI:10.1186/s12966-015-0254-9
47. Galdames-Maliqueo S, Huerta-Ojeda Á, Chiroso-Ríos L, Cáceres-Serrano P, Reyes-Amigo TR. Efecto de un método de Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad sobre el consumo máximo de oxígeno en escolares chilenos. *Univ y Salud*. 2017;19(3):359. DOI:10.22267/rus.171903.98
48. Carrasco Beltrán H, Reigal Garrido RE, Ulloa Díaz D, Jesús Chiroso Ríos I, Chiroso Ríos LJ. Effects of small-sided exercises on body composition and maximal oxygen uptake in adolescents. *Rev Med Chil*. 2015;143(6):744-750. DOI:10.4067/S0034-98872015000600007
49. Martínez-Vizcaíno V, Soriano-Cano A, Garrido-Miguel M, et al. The effectiveness of a high-intensity interval games intervention in schoolchildren: A cluster-randomized trial. *Scand J Med Sci Sports*. Published online December 24, 2021. DOI:10.1111/sms.14113
50. Howe A, Freedson S, Feldman A, et al. Energy expenditure and enjoyment of common children's games in a simulated free-play environment. *J Pediatr*. 2010;157(6):936-942. DOI:10.1016/j.jpeds.2010.06.041
51. Lau P, Wong D, Ngo J, Liang Y, Kim C, Kim H. Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *Eur J Sport Sci*. 2015;15(2):182-190. DOI:10.1080/17461391.2014.933880
52. Huerta A, Galdames S, Cataldo M, Barahona G, Rozas T, Cáceres P. Effects of a high intensity interval training on the aerobic capacity of adolescents. *Rev Med Chile*. 2017;145:972-979. DOI: 10.4067/s0034-98872017000800972
53. de Menezes-Junior F, Correa de Jesus Í, Ferreira V, Wiens A, Mota J, Leite N. Effect of different interval training protocols on adiposity indicators in overweight-obese children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Rev da Educ Física*. 2020;31(1):e-3161. DOI:10.4025/jphyseduc.v31i1.3161

Afiliaciones

¹ Escuela de Educación Física, Deporte y Recreación, Facultad de Educación, Universidad Bernardo O'Higgins, Chile.

² Centro de Investigación en Actividad Física, Salud y Ocio, Laboratorio de Investigación Integrado y Traslacional en Población y Salud, Facultad del Deporte, Universidad de Porto, Portugal.

³ Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Laboratorio de Investigación en Actividad física y Deporte, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Playa Ancha, Chile.

Declaración de Autoría

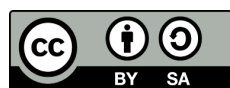
Contribuciones de los autores: P.F.V, diseño del estudio, método y preparación final del manuscrito. A.B., preparación final del manuscrito. T.R.A., diseño del estudio, método, análisis de datos, discusión y conclusión.

Conflicto de interés

Ninguno de los autores presenta conflicto de interés.

Becas y fondos

Financiamiento del Convenio de Desempeño UPA 1301 mediante el Concurso de Tesis de Pregrado (2016), Universidad de Playa Ancha, Chile.



Derechos de autor © Los Autor(es). Este trabajo se publica bajo la Licencia Creative Commons Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>