Efectos agudos de los ejercicios interválicos de alta intensidad en el *fitness* cardiorrespiratorio de mujeres sedentarias con exceso de peso

Roberto C. Rebolledo-Cobos[1], Yaneth Herazo-Beltrán[2], Lilibeth Sánchez-Güete[2], Deyner Pineda-Amaya[2], Arturo Llerena-Rodríguez[2], Laura Ardila-Pereira[3], Luz Adriana Sarmiento-Rubiano[4], Ana Caro-Freile[1]

[1]Programa de Fisioterapia. Universidad Metropolitana. Barranquilla-Colombia. [2]Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Simón Bolívar. Barranquilla-Colombia. [3]Programa de Fisioterapia. Universidad Libre. Barranquilla-Colombia. [4]Programa de Nutrición. Universidad Metropolitana. Barranquilla-Colombia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00173

Recibido: 24/04/2023
Aceptado: 25/03/2024

Resumen

Introducción: La obesidad es una entidad clínica que requiere intervenciones que impacten parámetros asociados a muerte prematura, como lo son la aptitud o *fitness* cardiorrespiratorio, un indicador fisiológico relacionado con la capacidad de realizar y tolerar actividades físicas. El ejercicio de resistencia aeróbica induce beneficios para la salud a mediano y corto plazo, siendo el ejercicio de intervalos de alta intensidad una alternativa efectiva con sesiones más cortas que las tradicionales.
Objetivo: Determinar el efecto agudo de una semana de ejercicios interválicos de alta intensidad en el *fitness* cardiorrespiratorio de mujeres adultas sedentarias y con exceso de peso.
Material y método: Se planteó un estudio cuasiexperimental, en 40 mujeres adultas sedentarias con exceso de peso. Fueron divididas en dos grupos, un grupo realizó una semana con cuatro sesiones de ejercicios por intervalos intensos (grupo HIIT; n = 20; 24,75 ± 5,52 años) y otro con ejercicios aeróbicos continuos (grupo ECMI; n = 20; 24,40 ± 5,33 años). Antes y después de la semana de ejercicios fueron medidos el *fitness* cardiorrespiratorio, el *fitness* muscular y la composición corporal.
Resultados: La comparación de medias de las características antropométricas y *fitness* muscular intra y entre grupos, antes y después del periodo de ejercicios no mostró diferencias estadísticas, así como las variaciones internas en el periodo de ejercicios (*p*-valor <0,05). El promedio del VO_2 del grupo HIIT y ECMI mostraron aumentos del 68,14% y 63,79%, respectivamente, siendo estadísticamente significativa estas variaciones (*p*-valor <0,001). No se mostraron diferencias estadísticas en la comparación de medias antes y después del programa de ejercicio entre los grupos (*p*-valor >0,05).
Conclusión: En las mujeres sedentarias con exceso de peso estudiadas, una semana con HIIT o ECMI mejoró el *fitness* cardiorrespiratorio. En comparación, el grupo HIIT con sesiones de menor duración pueden generar las mismas o mejores adaptaciones que las sesiones con ejercicios aeróbicos convencionales de larga duración.

Palabras clave:
Actividad física. Ejercicio. Ejercicio interválico de alta intensidad. Ejercicio aeróbico. Obesidad. Estilo de vida sedentario.

Acute effects of high-intensity interval exercise on cardiorespiratory fitness in sedentary women with overweight

Summary

Introduction: Obesity is a clinical entity that requires interventions that impact parameters associated with premature deaths such as fitness or cardiorespiratory fitness, a physiological indicator related to the ability to perform and tolerate physical activities. Aerobic resistance exercise induces health benefits in the medium and short term, with high-intensity interval exercise being an effective alternative with shorter sessions than traditional ones.
Objective: Determine the acute effect of one week of high-intensity interval training on the cardiorespiratory fitness of sedentary and overweight adult women.
Material and method: A quasi-experimental study is proposed, in 40 sedentary adult women with excess weight. They were divided into two groups, one group carried out a week with four sessions of intense interval exercises (HIIT group; n = 20; 24.75 ± 5.52 years) and another with continuous aerobic exercises (ECMI group; n = 20; 24.40 ± 5.33 years). Before and after the week of exercises, cardiorespiratory fitness, muscular fitness, and body composition were measured.
Results: The comparison of means of the anthropometric characteristics and muscle fitness within and between groups, before and after the exercise period, did not show statistical differences, as well as internal variations in the exercise period (*p*-value <0,05). The average VO_2 of the HIIT and ECMI groups showed increases of 68.14% and 63.79%, respectively, these variations being statistically significant (*p*-value <0,001). No statistical differences were shown in the comparison of means before and after the exercise program between the groups (*p*-value >0,05).
Conclusion: In the overweight sedentary women studied, one week of HIIT or ECMI improved cardiorespiratory fitness. In comparison, the HIIT group with sessions of shorter duration can generate the same or better adaptations than sessions with conventional long-duration aerobic exercises.

Key words:
Physical activity. Exercise High-intensity interval training. Aerobic exercise. Obesity. Sedentary lifestyle.

Correspondencia: Roberto Rebolledo-Cobos
E-mail: rrebolledo@unimetro.edu.co

Introducción

El sobrepeso y la obesidad han sido reconocidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como los problemas de salud pública más visibles y, al mismo tiempo, más ignorados a nivel mundial, logrando afectar a más de 500 millones de adultos[1]. Un índice de masa corporal (IMC) elevado se ha asociado consistentemente con múltiples problemas para la salud de las mujeres, como mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV), diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), cáncer de mama y trastornos reproductivos[2].

Durante los últimos 30 años, la prevalencia de la obesidad ha aumentado constantemente en todo el mundo[3]. Actualmente en los Estados Unidos, más del 30% de mujeres se clasifican como obesas[2], estimándose que el coste médico anual total del tratamiento de la obesidad representa el 9,1 % de los costos anuales en salud pública[1]. En Colombia, de acuerdo con la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) 2015, la prevalencia de obesidad y sobrepeso en mujeres es del 22,4% y 59,5%, respectivamente[4]. El análisis del estilo de vida ha recibido gran atención para la compresión directa del detrimento de la salud física, mental y reproductiva de las mujeres adultas[5]. Más allá de un elevado IMC, la poca realización de la actividad física (AF), han amplificado las posibilidades de desenvolver ECV de forma prematura[6]. La inactividad física (IF) es una problemática global, se estima que al menos el 35% de las mujeres no cumplen con un mínimo de AF[6].

La fisiopatología de la obesidad tiende a incluir a la escasa realización de AF, puesto que la disponibilidad de energía no se canaliza al trabajo muscular y tiende potenciar las posibilidades de la extensión del tejido adiposo[7]. La obesidad es una entidad clínica que requiere intervenciones cuidadosas que logren impactar parámetros que aumentan el riesgo de muerte prematura, como la aptitud o *fitness* cardiorrespiratorio (FITCR), siendo un importante indicador fisiológico relacionado con la capacidad máxima de una persona para consumir oxígeno (VO_2max) como respuesta a las demandas energéticas del organismo[7,8]. Las personas obesas con alteraciones metabólicas tienden a tener un FITCR bajo, teniendo un riesgo entre un 24% y 33% más alto de mortalidad[8].

La *American Heart Association* (AHA) recomienda además de la pérdida de peso en pacientes obesos, el aumento del FITCR para reducir la gravedad de los factores de riesgo cardiometabólicos[9]. Los beneficios para la salud asociados con niveles más altos de FITCR son actualmente un elemento clave en la discusión sobre la obesidad, la AF y las ECV, además de ser quizás el predictor más fuerte de mortalidad[8]. Recientes hallazgos han demostrado que se producen cambios significativos en las proyecciones de mortalidad incluso con pequeñas adaptaciones en el FITCR[7].

El ejercicio de resistencia aeróbica conduce a numerosos beneficios para la salud a mediano y corto plazo, optimizando la tolerancia al esfuerzo debido a los cambios fisiológicos subsecuentes. Existe suficiente evidencia que refleja la influencia favorable de esta modalidad de ejercicio en el aumento del FITCR, reduciendo el riesgo de muerte prematura[10]. Los ejercicios aeróbicos continuos de intensidad moderada (ECMI) a menudo se considera la forma de prescripción más efectiva de reducir los factores de riesgo de ECV. Sin embargo, en los últimos años, el ejercicio de intervalos de alta intensidad (HIIT, por sus siglas en inglés) han denotado ser efectivos en lograr adaptaciones del FITRC de forma rápida, pues esta modalidad incluye periodos breves de ejercicios de alta intensidad seguido de espacios más largas de ejercicio menos intenso como recuperación activa[11].

La evidencia actual que compara los efectos entre HIIT y ECMI sigue sin ser concluyente, y en poblaciones vulnerables no se ha dilucidado cual modalidad abona mayores beneficios a corto plazo en el FITCR. Por ello, parámetros como la duración, volumen, frecuencia y modalidad específica de prescripción sigue en discusión, prevaleciendo dudas frente al periodo de tiempo donde las respuestas pueden generar beneficios en poblaciones relativamente vulnerables como las mujeres con sobrepeso y obesidad[11]. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto agudo de una semana de HIIT y ECMI en el FITCR de dos grupos de mujeres adultas sedentarias y con factores de riesgo relacionados con el exceso de peso.

Material y método

Se plantea un estudio cuasiexperimental, en el cual se contempla analizar en dos grupos de mujeres adultas con exceso de peso, las adaptaciones y respuestas fisiológicas que promueven dos modalidades de ejercicio físico prescritas en cuatro sesiones, las cuales a su vez están distribuidas en un periodo de una semana. Es importante señalar que este tipo de investigación es cuali/cuantitativa, es de carácter descriptiva, que la recolección de la muestra es probabilística o con conveniencia de grupo.

Sujetos

La totalidad de la concurrencia de mujeres que concurren al Parque Boulevard Villa Carolina de la ciudad de Barranquilla (Colombia) fueron invitadas a participar en el estudio de forma verbal. De las 93 mujeres interesadas fueron incluidas en el estudio 65, las cuales cumplieron con los criterios de inclusión: edad entre 18 y 59 años, IMC mayor a 25 y menor a 40, físicamente inactivas a través del cuestionario internacional de actividad física (IPAQ) y un año sin participar en programas de ejercicio físico. Finalmente fueron excluidas 22 que presentaban enfermedades crónicas incapacitantes, cuestionario PARQ and You con algún apartado positivo y con restricción médica a actividades vigorosas. De las 45 mujeres que cumplieron con los criterios establecidos, fueron divididas en dos grupos, distribuidas aleatoriamente de acuerdo con dos subcategorías para la constitución de grupos equivalentes: características antropométricas y edad.

Recolección de información

Los procedimientos fueron realizados por evaluadores capacitados en el área, siendo profesionales en las ciencias de la actividad física y la salud. La recolección de la información en la que se basa este primer momento del estudio se realizó en una unidad de acondicionamiento físico, citando a los sujetos estudiados entre las 9:00 y 11:00 am una semana antes de iniciar el programa de ejercicios, se emplearon los cuestionarios y pruebas que se detallan a continuación.

Evaluación inicial

Caracterización general: Fue aplicado en forma de entrevista un cuestionario sencillo destinado a la tipificación de aspectos concernientes a la identificación personal y caracterización sociodemográfica del sujeto, incluyendo las siguientes variables: edad, sexo, estado civil, procedencia y el estrato socioeconómico. Del mismo modo, en esta entrevista se determinó el historial de salud de cada uno de los sujetos participantes, recolectando información concerniente a su estado de salud actual, antecedentes y los tratamientos farmacológicos que utilizan.

Evaluación antropométrica

Para la determinación del peso fue empleado una balanza electrónica (*Balance Industrielles*, Montreal, Canadá) y para la medición de altura en pie con un tallímetro de pared (*Perspective Enterprises, Portage,* USA.). A partir de entonces, se calculó el IMC (masa [kg]/altura [m^2]). El perímetro abdominal (media de dos medidas) se determinó utilizando una cinta Gulick en la mitad de la distancia entre la última costilla y la cresta ilíaca. A través de un impedanciómetro bioeléctrico marca Tanita (TBF-300WA *Wrestling Body Composition Analyzer*) fue determinada la composición corporal, calculando el porcentaje de grasa corporal, masa magra y grasa.

Nivel de actividad física

Fue empleado el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), en su versión corta, con el fin de determinar el nivel de actividad física de las mujeres participantes, para categorizar la población en dos categorías, inactivo y físicamente activo.

Evaluación del fitness muscular

Fue realizada inmediatamente después de la evaluación antropométrica. Fueron empleados en orden, las siguientes pruebas de las mujeres que conformarán los diferentes grupos: Fuerza prensil: empleando un dinamómetro digital Takei TKK 5401 se valoró la fuerza de prensión máxima en ambas manos. Se consideró el mejor resultado de 3 intentos para cada mano y se plantearon análisis con la media resultante de ambas manos. La resistencia muscular de tronco: se midió a través de la prueba de abdominales máximos, donde el sujeto permaneció decúbito supino con rodillas flexionadas y los brazos extendidos a lo largo del cuerpo. Fue registrado el número de elevaciones y descensos del tronco realizados correctamente hasta llegar al fallo. Resistencia muscular de miembros inferiores: el sujeto estudiado tomó una posición sentada con la espalda contra la pared, los pies planos sobre el suelo y un ángulo de 90º en las caderas y las rodillas. Se registró el máximo de tiempo en segundos sosteniendo la posición sin modificaciones. Flexibilidad: se utilizó la prueba de *sit-and-reach*, el sujeto sentado en el suelo y valiéndose de un soporte de madera estandarizado, se determinó la máxima distancia alcanzada con la punta de los dedos medios mediante la flexión anterior del tronco.

Evaluación del fitness cardiorrespiratorio – FITCR

La prueba de Rockport o caminata de una milla se utilizó para estimar una aproximación del consumo de oxígeno (VO_2). Esta prueba requiere que los sujetos caminen la distancia de una milla (1.608 m) lo más rápido posible, fue empleada la prueba original en un espacio al aire libre, con superficie complemente plana en distancias de desplazamiento demarcadas. Para dicha prueba, se necesitó la monitorización de la frecuencia cardiaca al final de la prueba y el tiempo total necesitado para cumplir dicho recorrido. La fórmula que se utilizó fue: 132,6 - (0,17 x masa corporal en kg) - (0,39 x edad) + (6,31 x constante de sexo)- (3,27 x tiempo en minutos) - (0,156 x frecuencia cardiaca al final de la prueba). El resultado se expresó en $ml/kg^{-1}/min^{-1}$.

Evaluación final

Los procedimientos de evaluación final se realizaron 48 horas después de la última sesión del programa de ejercicios para ambos grupos. Consistió en las mismas pruebas de valoración de fuerza, flexibilidad, FITCR y las características antropométricas descritas anteriormente.

Programa de ejercicios

Una vez evaluados los participantes del estudio, se realizó el proceso de intervención, durante una semana, una frecuencia de 4 sesiones separadas por un día de descanso. Previamente al inicio del programa, fueron distribuidas en dos grupos. El grupo de intervención realizó ejercicios bajo el esquema de intervalos de alta intensidad y el grupo control ejecutó ejercicios aeróbicos continuos. La frecuencia cardiaca máxima (FCmax) fue el factor que determinó la intensidad propuesta durante la ejecución de los ejercicios (208 – [edad x 0,7]) y la escala de percepción de esfuerzo de 0 a 10 se empleó para monitorear la intensidad percibida en su ejecución. No se dieron recomendaciones nutricionales y se solicitó no realizar actividad física adicional al programa de ejercicios dirigido. A continuación, se detallan las características generales de la semana de ejercicios y la estructura de las sesiones.

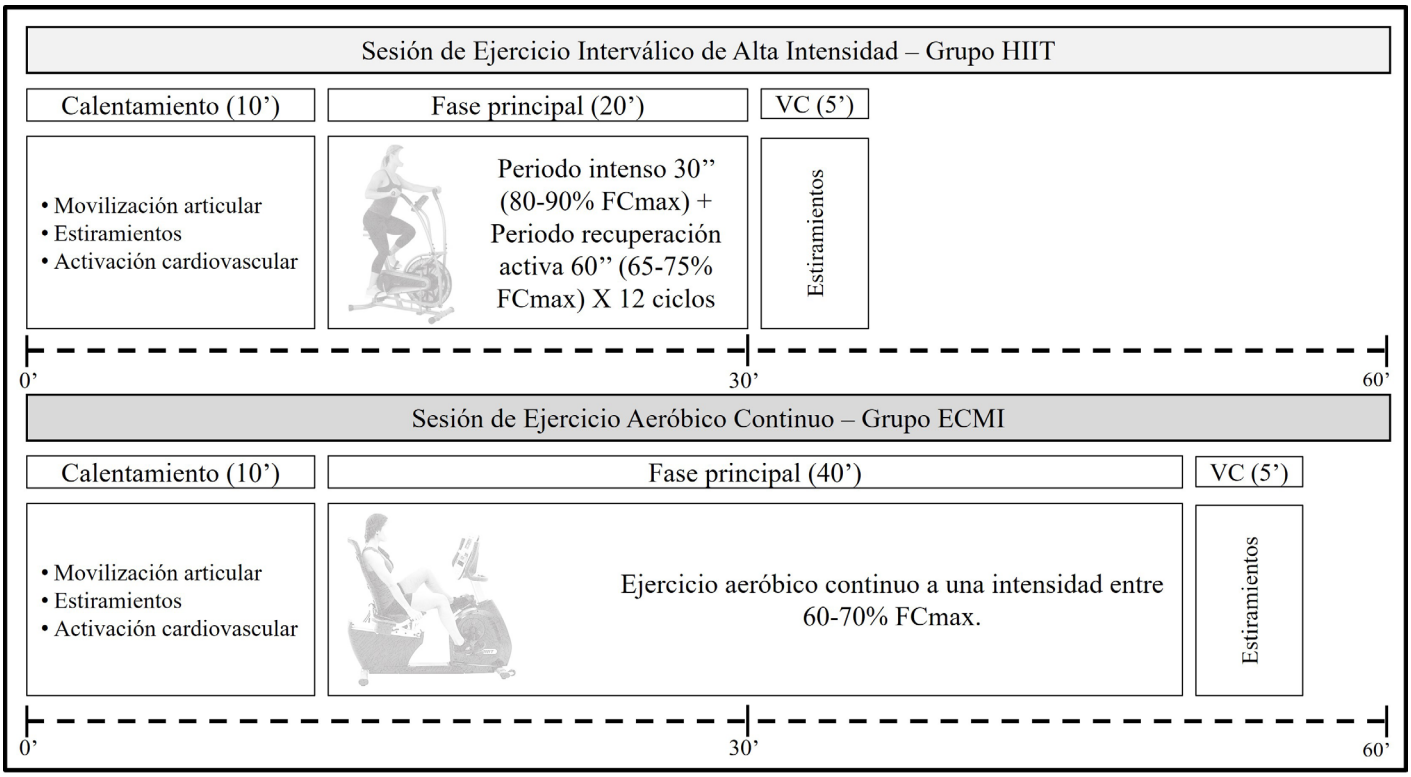
Grupo HIIT

Las 4 sesiones durante la semana del programa tuvieron una duración de 35 minutos, todas estuvieron estandarizadas y conformadas por 3 fases (Figura 1). Fase de calentamiento: consistió en movilización articular (2 min), ejercicios de estiramientos libres (3 min) y seguida de activación cardiovascular (5 min) en caminadora al 60% de la FC_{max}; fase principal: consistió en 20 min de ejercicios en una bicicleta de aire *(air bike)* donde en ciclos de 30 seg. se llevó al sujeto a intensidades entre el 80% y 90% de la FC_{max}, seguidos de periodos de recuperación activa de 1 min con intensidades entre el 75% y 65% de la FC_{max}, repitiéndose en 12 oportunidades; y fase de enfriamiento: consistió en 5' de ejercicios de estiramientos libres centrados en las extremidades inferiores, espalda baja y hombros.

Grupo ECMI

Las 4 sesiones durante la semana del programa tendrán una duración de 55 minutos, todas estuvieron estandarizadas y conformadas por 3 fases (Figura 1). Fase de calentamiento: consistió en movilización articular (2 min), ejercicios de estiramientos libres (3 min) y seguida de activación cardiovascular (5 min) en caminadora al 60% de la FC_{max}; fase

Figura 1. Estructura de las sesiones de ejercicios para los grupos objeto de estudio.



HIIT: ejercicio interválico de alta intensidad; ECMI: ejercicio continuo de moderada intensidad; VC: vuelta a la calma.

principal: fueron 40 min de ejercicio aeróbico continuo en una bicicleta recumbent donde el sujeto trato de mantener un ritmo constante que refleje una intensidad entre 60% a 70% de la FC_{max}; y fase de enfriamiento; se ejecutaron 5 min de ejercicios de estiramientos libres centrados en las extremidades inferiores, espalda baja y hombros.

Análisis de datos

Se realizó el análisis de datos utilizando el paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS) versión 20,0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Inicialmente los datos obtenidos en la caracterización inicial fueron organizados según sus frecuencias absolutas y relativas, en este análisis se incluyen los datos relacionados con la caracterización sociodemográfica, la determinación de los antecedentes de salud y la valoración antropométrica y de composición corporal. Fueron empleados registros de estadística descriptiva con medidas de medias y respectivas desviaciones estándar para los momentos pre y post intervención en los resultados de la valoración antropométrica, de composición corporal, de fuerza y de FITCR. La prueba de normalidad utilizada fue la de Shapiro-Wilk y la de homogeneidad, la prueba de Levene. Posteriormente, se utilizó la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) *two-way,* para comparaciones intra-grupos (cambios entre momentos de valoración) y entre grupos (diferencias entre los grupos en ambos momentos de valoración). Cuando fue pertinente, fue considerada como prueba post hoc la prueba de Bonferroni. El nivel de significancia fue de p <0,05, considerándolo en todos los análisis propuestos.

Consideraciones éticas

Este estudio se realizó de acuerdo con los principios éticos establecidos en la resolución 008430 de 1993, expedida por el Ministerio de Salud de la República de Colombia; consideramos que esta investigación es de riesgo mínimo porque a los usuarios participantes en la investigación de acuerdo con la condición presentada, se le elaborará un programa teniendo en cuenta su nivel de sobrepeso y su historial en actividades físicas, para la dosificación de las cargas. Además, se tuvo en cuenta la declaración de Helsinki donde se reglamentan los principios éticos para estudios de investigación que involucran seres humanos con previo consentimiento informado. El presente estudio contó con el aval del comité científico y de ética número 530 de 2022 de la Universidad Metropolitana de Barranquilla.

Resultados

La totalidad de las mujeres estudiadas mostraron resultados de inactividad física de acuerdo con la evaluación por el cuestionario internacional de actividad física. Del mismo modo, solo 4 mujeres del total (10,0%) manifestaron ser hipertensas, una morbilidad que no afectó el desarrollo de los procedimientos ya que no existía restricción médica y seguían un estricto tratamiento farmacológico. En la Tabla 1, se pueden observar los resultados de la caracterización general de la población, destacándose que la mitad de los sujetos estudiados tenían menos de 24 años, el 55,0% eran empleadas y el 72,5% eran solteras.

Tabla 1. Características generales de la población objeto de estudio.

Característica	FA (N)	FR (%)
Edad		
18-23	20	50,0
24-29	11	27,5
≥30	9	22,5
Ocupación		
Estudiante	10	25,0
Empleada	22	55,0
Desempleada	8	20,0
Estado civil		
Casada	7	17,5
Soltera	29	72,5
Unión libre	4	10,0
Estado nutricional		
Sobrepeso	17	42,5
Obesidad grado 1	15	37,5
Obesidad grado 2	8	20,0
Obesidad abdominal		
No	23	57,5
Sí	17	42,5

FA: frecuencia absoluta; FR: frecuencia relativa.

El promedio de edad del grupo HIIT fue de 24,75 ± 5,52 años y en el grupo ECMI de 24,40 ± 5,33 años, sin mostrar diferencias estadísticas en la comparación de medias (*p*-valor = 0,839). En la Tabla 2 se pueden observar la comparación de medias de las características antropométricas y *fitness* muscular intra y entre grupos antes y después del periodo de ejercicios. Inicialmente se puede describir que antes de iniciar el protocolo de ejercicios, los resultados de la evaluación inicial no mostraron diferencias entre ninguno de los grupos en los parámetros de composición corporal, así mismo, al finalizar la semana de ejercicios tampoco se lograron observar diferencias estadísticas a la comparación de medias para ninguna variable (*p*-valor >0,05). Entre las variaciones internas de los momentos de evaluación del grupo HIIT y ECMI, tampoco mostraron variaciones importantes demostradas desde el punto de vista estadístico (*p*-valor >0,05). No obstante, se destaca la variación en parámetros de composición corporal, donde la grasa visceral mostró una reducción del 5,36% y 9,05% en los grupos HIIT y ECMI, respectivamente.

También en la Tabla 2 se muestran la comparación de medias de los resultados de las pruebas de *fitness* muscular intra y entre grupos antes y después del periodo de ejercicios. En la descripción inicial referente a las diferencias entre grupos en los momentos antes y después del periodo de ejercicios, no mostró diferencias desde el punto estadístico (*p*-valor >0,05). No obstante, las variaciones de los parámetros de análisis intra-grupos mostraron diferencias significativas. En el grupo ECMI, las variaciones de fuerza de prensión manual y la prueba de flexibilidad mostraron ser estadísticamente significativas (*p*-valor <0,05), mostrando un aumento del 15,01% y 36,58%, respectivamente. Así mismo, los parámetros del grupo HIIT mostraron variaciones estadísticamente significativas (*p*-valor <0,05), siendo las variaciones de la prueba de sentadilla isométrica (aumento del 46,19%) y de flexibilidad (aumento del 44,06%) las que más evolucionaron respecto a su valor de base. Así mismo, la prueba de fuerza de prensión manual (aumento del 16,55%) y abdominales máximos (aumento del 36,50%) también mostraron variaciones significativas desde el punto de vista estadístico (*p*-valor <0,05).

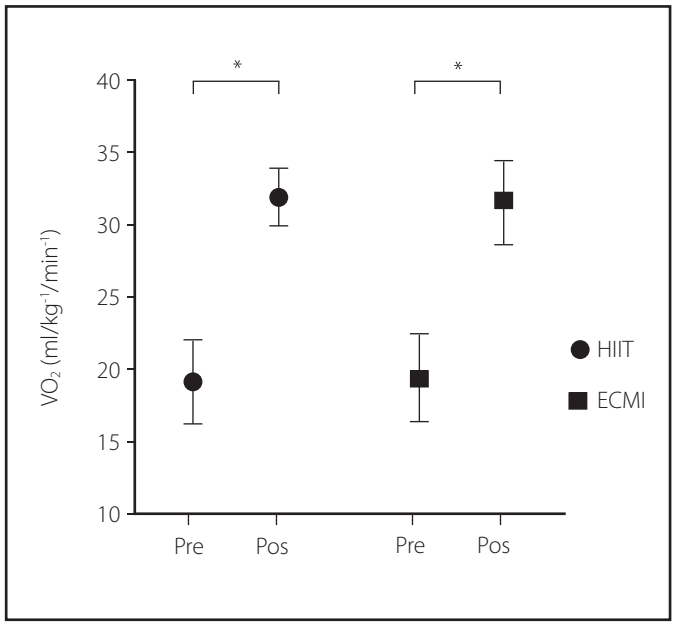
Finalmente, en la Figura 2 se exponen los promedios de los resultados de la prueba de FITCR antes y después intervención en ambos grupos estudiados. El promedio del VO_2 del grupo HIIT al inicio del programa de ejercicios fue de 19,18 ± 3,02 ml/kg^{-1}/min^{-1}, mientras que al finalizar fue de 32,25 ± 1,98 ml/kg^{-1}/min^{-1}, mostrando un aumento de 68,14% siendo estadísticamente significativamente esta variación

Tabla 2. Comparación de medias de las características antropométricas y *fitness* muscular intra y entre grupos antes y después del periodo de ejercicios.

Parámetros	Grupo experimental - HIIT			Grupo control - ECMI			Entre grupos	
	Pre	Pos	*P*-valor	Pre	Pos	*P*-valor	*P*-valor	
	Media ± DE	Media ± DE		Media ± DE	Media ± DE		Pre	Pos
Antropométricos								
Peso corporal (k)	77,50 ± 10,16	76,05 ± 9,72	0,641	78,52 ± 14,79	77,86 ± 14,85	0,881	0,801	0,652
IMC (k/m^2)	30,80 ± 3,51	29,97 ± 3,11	0,432	31,56 ± 5,28	31,11 ± 5,32	0,786	0,595	0,415
% grasa corporal	39,67 ± 4,42	38,77 ± 4,53	0,526	39,87 ± 4,62	37,84 ± 4,64	0,174	0,892	0,525
% grasa visceral	9,32 ± 2,41	8,82 ± 2,42	0,518	10,47 ± 3,46	9,52 ± 3,53	0,396	0,231	0,469
Masa magra (k)	42,87 ± 3,33	42,21 ± 2,99	0,517	41,69 ± 3,51	42,67 ± 3,70	0,398	0,284	0,671
PA (cm)	86,35 ± 7,59	84,30 ± 7,26	0,388	85,35 ± 7,42	83,25 ± 7,11	0,366	0,676	0,646
Fitness muscular								
Prensión manual (k)	30,80 ± 5,90	35,9 ± 4,40	0,003	33,30 ± 3,10	38,30 ± 4,80	<0,001	0,098	0,110
Sit-and-reach (cm)	-5,9 ± 2,91	-3,3 ± 3,48	0,014	-6,15 ± 3,40	-3,9 ± 3,33	0,041	0,804	0,581
Abs máximos (reps)	13,15 ± 4,22	17,95 ± 5,58	0,003	14,75 ± 7,36	19,35 ± 7,78	0,062	0,404	0,517
90° isométricos (seg)	18,40 ± 7,81	26,90 ± 11,51	0,009	21,15 ± 11,06	28,75 ± 12,86	0,052	0,369	0,634

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; PA: perímetro abdominal; Abs: ejercicio de abdominales.

Figura 2. Promedios de los resultados de la prueba de *fitness* cardiorrespiratorio antes (pre) y después (pos) de la semana de ejercicios en ambos grupos estudiados.



*Diferencia estadística <0,001.

(*p*-valor <0,001). Así mismo, el grupo ECMI mostró resultados similares, antes de iniciar el programa de ejercicios de una semana la media del FITCR de este grupo fue de 19,50 ± 3,15 ml/kg^{-1}/min^{-1}, al finalizar fue de 31,94 ± 2,95 mostrando una variación del 63,79% siendo estadísticamente significativa la comparación (*p*-valor <0,0001). No se mostraron diferencias estadísticas en la comparación de medias antes (*p*-valor = 0,478) y después (*p*-valor = 0,515) del programa de ejercicio entre los grupos.

Discusión

Los principales hallazgos del presente estudio evidenciaron que una semana con ejercicios físicos aeróbicos orientados apropiadamente en frecuencia, intensidad y duración, mejora el FITCR de forma significativa en mujeres físicamente inactivas con sobrepeso u obesidad. Las dos modalidades de ejercicio propuestas mostraron efectos benéficos en este marcador de salud física en una proporción e impacto similar, no obstante, en comparación con el diseño de las sesiones del grupo con ECMI, el grupo con HIIT mostró mayores adaptaciones, considerando también que la parte principal de la sesión de ejercicios se ejecutaba durante un periodo de tiempo menor. Esto apoya la noción científica que relaciona la exposición fisiológica a la alta intensidad de ejercicio con importantes adaptaciones subagudas a nivel cardiovascular y respiratorio que se traducen en mayor tolerancia al esfuerzo[12].

En este contexto, estudios previos exponen que el HIIT es una alternativa segura para mejorar parámetros fisiológicos relacionados directamente con el FITCR[13-15], no obstante, aún se requieren más trabajos en subpoblaciones específicas para generalizar los efectos benéficos que ofrecen y garantizar su superioridad adaptativa frente a otras modalidades. Aun así, la evidencia científica deja al descubierto la efectividad de este método en múltiples periodos de entrenamiento. Por ejemplo, Sloth *et al.* (2013), comprobaron que el HIIT aplicado durante 4-8 semanas mejora el FITCR entre un 4% y un 15% en sujetos sin entrenamiento físico previo[16]. Del mismo modo, ejercicios por intervalos con intensidades entre el 85-95% de la FC_{max} han mostrado eficaces para mejorar el VO_2 máximo en diferentes colectivos, influenciando positivamente este marcador en personas sanas y con enfermedades crónicas[14,17].

Recientemente, Ryan *et al.*, en el 2020, expusieron que los efectos en el metabolismo energético de esta modalidad de ejercicio están influenciados por la intensidad de la sesión de ejercicios de forma aguda y no necesariamente por las adaptaciones a largo plazo[18]. Es decir, el potencial efecto benéfico del ejercicio de intervalos intensos no se limita a los cambios morfológicos sistémicos crónicos, sino que estimula ajustes hormonales benéficos a la salud vascular y metabólica en el periodo de reorganización fisiológica subsecuente a la sesión de ejercicios. Abonando a esta misma línea que enmarca los hallazgos del presente estudio, pero orientado específicamente al FITCR, el recientemente publicado metaanálisis de Rosenblat *et al.* (2022), el cual sintetizó la evidencia actual y expuso lo efectivo que se muestra el HIIT desde una semana de entrenamiento, mejorando marcadores fisiológicos relacionados con la salud cardiovascular como el VO_{2max} y siendo esto especialmente impactante en población físicamente inactiva[13]. Otros cambios relacionados con el FITCR como la fracción de eyección o volumen sistólico están influenciados por periodos largos de entrenamiento. Sin embargo, el mismo estudio expone una extensa gama de posibilidades de prescripción de los intervalos intensos en cuanto a la duración y los tipos de ejercicios (cicloergómetro, esprints, etc.), así como en la densidad y duración de los periodos de recuperación pasivos o activos, y otros parámetros que aún requieren mayor exploración desde el punto de vista científico.

Por otro lado, al establecer comparaciones con otras modalidades de entrenamiento, algunos trabajos han realizado algunas aproximaciones donde se ha tratado de comparar los efectos de HIIT con los efectos provocados por la modalidad estándar, el ECMI. Tal es el caso de un metaanálisis que demostró que, en adultos jóvenes o de edad media aparentemente sanos, el HIIT impacta con mayor significancia el FITCR que el ECMI[19]. Esto se suma a muchos otros beneficios han sido atribuidos al HIIT, tales como la mejora de la sensibilidad a la insulina, eficiencia de la población mitocondrial, aumento de la actividad enzimática oxidativa, mejora la función pulmonar, optimización en la función y morfología cardiaca, mejora la función endotelial, estabilización en la presión arterial y disminución del colesterol total[13,15,18-20].

Tal vez los beneficios relativos a la mejora del perfil lipídico y a la salud metabólica hayan sido los más estudiados junto a los ya mencionados, relativos al consumo de oxígeno, aun así, en la presente investigación encontró mejoras significativas en las variaciones de fuerza y flexibilidad intragrupo, lo cual, constituye un elemento importante en los objetivos del entrenamiento físico en poblaciones con factores de riesgo cardiometabólicos. Al respecto Alzar-Teruel *et al.* (2022), relaciona en su investigación que, en cuanto a la composición corporal y la fuerza muscular, no encontraron diferencias[21]. Otras investigaciones están en

la línea de estos resultados, habiendo concluido que los efectos agudos del entrenamiento, parámetros como el volumen o la frecuencia de este no afecta significativamente las adaptaciones en la fuerza[22], lo que si es cierto es que el HIIT demostró mayor adherencia dado que la sesión de ejercicios se ejecutaba durante un periodo de tiempo menor.

Finalmente, los autores consideramos el diseño metodológico sencillo del presente estudio como una fortaleza más allá de las barreras propias de la investigación cuasiexperimental, relacionadas con el control de factores que pudieron influenciar los resultados finales como la realización de actividad física adicional y la calidad de los periodos de recuperación. Del mismo modo, los autores promovemos el direccionamiento de estudios con enfoques metodológicos direccionados a dilucidar las respuestas agudas y subagudas de las modalidades de ejercicio físico emergentes. Aunque se podría considerar una debilidad la no medición del FITCR a través de la ergoespirometría, la limitación en recursos y herramientas no deberían convertirse en barreras científicas absolutas, especialmente en los países en vía de desarrollo, donde existen talentosos investigadores en las ciencias de la actividad física y el deporte que pueden, sin la tecnología de punta, aportar en la clarificación de interesantes preguntas de investigación y empezar a rellenar los vacíos en el conocimiento con ciencia aplicada.

Conclusiones

Del presente trabajo se pudo concluir que de forma una semana de HIIT y ECMI mejoraron el FITCR de dos grupos de mujeres adultas sedentarias y con exceso de peso. Las dos modalidades de ejercicio propuestas mostraron efectos agudos benéficos en este marcador de salud, no obstante, en comparación con el diseño de las sesiones del grupo con ECMI, el grupo con HIIT mostró mayores adaptaciones, es decir, una sesión de intervalos intensos de ejercicio con menor duración que la estructura de las sesiones con ejercicios aeróbicos convencionales, puede generar las mismas o mejores adaptaciones en el FITCR en la población estudiada.

Financiación

El presente trabajo contó con el soporte económico en conjunto de los fondos para investigaciones científicas de las universidades Metropolitana y Simón Bolívar.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. Skrypnik D, Bogdański P, Mądry E, Karolkiewicz J, Ratajczak M, Kryściak J, *et al.* Effects of endurance and endurance strength training on body composition and physical capacity in women with abdominal obesity. *Obes Facts.* 2015;8:175-87.
2. The Lancet Public Health. Tackling obesity seriously: the time has come. *Lancet Public Health*. 2018;3:e153.
3. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet.* 2016;387:1377-96.
4. Zea M, Herrán O. Meal pattern in the Colombian population: results of the national nutrition survey. ENSIN, 2015. *J Nutr Metab*. 2022; 2022:1047524.
5. Mollaioli D, Ciocca G, Limoncin E, Di Sante S, Gravina G, Carosa E, *et al.* Lifestyles and sexuality in men and women: the gender perspective in sexual medicine. *Reprod Biol Endocrinol.* 2020;18:10.
6. Dipietro L, Zhang Y, Mavredes M, Simmens S, Whiteley J, Hayman L, *et al.* Physical activity and cardiometabolic risk factor clustering in young adults with obesity. *Med Sci Sports Exerc.* 2020;52:1050-6.
7. Imboden M, Harber M, Whaley M, Finch W, Bishop D, Fleenor B, *et al*. The association between the change in directly measured cardiorespiratory fitness across time and mortality risk. *Prog Cardiovasc Dis.* 2019;62:157-62.
8. Mongraw-Chaffin M, Foster M, Anderson C, Burke G, Haq N, Kalyani R, *et al.* Metabolically healthy obesity, transition to metabolic syndrome, and cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71:1857-65.
9. Klein S, Burke L, Bray G, Blair S, Allison D, Pi-Sunyer X, *et al.* Clinical implications of obesity with specific focus on cardiovascular disease: a statement for professionals from the American heart association council on nutrition, physical activity, and metabolism: endorsed by the American college of cardiology foundation. *Circulation.* 2004;110:2952-67.
10. Oppert J, Bellicha A, van Baak M, Battista F, Beaulieu K, Blundell J, *et al.* Exercise training in the management of overweight and obesity in adults: Synthesis of the evidence and recommendations from the European association for the study of obesity physical activity working group. *Obes Rev*. 2021;22:e13273.
11. Myers J, Kokkinos P, Nyelin E. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Nutrients.* 2019;11:1652.
12. Su L, Fu J, Sun S, Zhao G, Cheng W, Dou C, *et al.* Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: a meta-analysis. *PLoS One.* 2019;14:e0210644.
13. Rosenblat M, Granata C, Thomas S. Effect of interval training on the factors influencing maximal oxygen consumption: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2022;52:1329-52.
14. Ramírez-Vélez R, Hernández-Quiñones P, Tordecilla-Sanders A, Álvarez C, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M, *et al.* Effectiveness of HIIT compared to moderate continuous training in improving vascular parameters in inactive adults. *Lipids Health Dis.* 2019;18:42.
15. Taylor J, Holland D, Keating S, Leveritt M, Gomersall S, Rowlands A, *et al.* Short-term and long-term feasibility, safety, and efficacy of high-intensity interval training in cardiac rehabilitation: the FITR heart study randomized clinical trial. *JAMA Cardiol.* 2020;5:1382-9.
16. Sloth M, Sloth D, Overgaard K, Dalgas U. Effects of sprint interval training on VO2max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23:e341-52.
17. Støren Ø, Helgerud J, Sæbø M, Støa E, Bratland-Sanda S, Unhjem RJ, et al. The effect of age on the VO2max response to high-intensity interval training. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49:78-85.
18. Ryan B, Schleh M, Ahn C, Ludzki A, Gillen J, Varshney P, *et al.* Moderate-intensity exercise and high-intensity interval training affect insulin sensitivity similarly in obese adults. *J Clin Endocrinol Metab.* 2020;105:e2941–59.
19. Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO_2max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Med*. 2015;45:1469-81.
20. Alzar-Teruel M, Aibar-Almazán A, Hita-Contreras F, Carcelén-Fraile M, Martínez-Amat A, Jiménez-García J, *et al.* High-intensity interval training among middle-aged and older adults for body composition and muscle strength: A systematic review. *Front Public Health.* 2022;10:992706.
21. Alzar-Teruel M, Aibar-Almazán A, Hita-Contreras F, Carcelén-Fraile M, Martínez-Amat A, Jiménez-García J, *et al.* High-intensity interval training among middle-aged and older adults for body composition and muscle strength: A systematic review. *Front Public Health.* 2022;10:992706.
22. Slimani M, Paravlic A, Granacher U. A Meta-Analysis to determine strength training related dose-response relationships for lower-limb muscle power development in young athletes. *Front Physiol.* 2018;9:1155.