PubliCE, (PubliCE) 2018, 17(1)

Article

Efectos del Entrenamiento Aeróbico versus el Entrenamiento de Fuerza en la Composición Corporal y los Parámetros Bioquímicos Sistémicos de Adultos con Sobrepeso u Obesos

Aline Aparecida Pereira[1], Gabriel Ferreira Souza e Santos[1], Ronaldo Júlio Baganha[1], José J onas de Oliveira[1], Alex Harley Crisp[1], Alexandre de Souza e Silva[2], Luís Henrique Sales Oliveira[2] y Rozangela Verlengia[1]

[1]*Programa de Posgrado en Ciencias del Movimiento Humano - Universidad Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba, São Paulo, Brasil*
[2]*Departamento de Educación Física, Centro Universitario de Itajubá (FEPI), Itajubá, Minas Gerais, Brasil*

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar los efectos del entrenamiento aeróbico versus el entrenamiento de fuerza sobre la composición corporal y los parámetros bioquímicos en 37 adultos con sobrepeso/obesos. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a 3 grupos: control (n = 11); entrenamiento aeróbico (EA n = 11) y entrenamiento de fuerza (EF n = 15). El protocolo de entrenamiento se realizó 3 veces•sem-1, de 30 a 50 min durante un período de 12 semanas. El EA se realizó en una cinta caminadora, con una intensidad que variaba entre el 65 y el 80% de la FCmáx. El EF consistió en 8 ejercicios, de 3 a 4 series con 10 a 20 repeticiones máximas. Antes y después del período de entrenamiento, la composición corporal se estimó por bioimpedancia. Se analizaron las concentraciones séricas en ayunas de glucosa, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL, triglicéridos, alanina aminotransferasa y aspartato aminotransferasa. Los resultados indican que el EA mostró una mayor reducción en la masa corporal (-1,79 vs 0,41 kg), el IMC (-0,74 vs 0,11 kg•m-2) y la masa grasa corporal (-2,64 vs 0,83 kg) (P<0,05) en comparación con el EF. El porcentaje de grasa difirió significativamente solo entre el grupo EA versus grupo control (-2,78 versus -0,18%). El período de 12 semanas de EA fue más eficiente para la reducción de la masa corporal total, el IMC y la masa de grasa corporal en comparación con el EF en adultos con sobrepeso y obesos.

Palabras Clave: Grasa Corporal, Ejercicio Físico, Pérdida de Peso

INTRODUCCIÓN

La prevalencia del sobrepeso y la obesidad está aumentando en todo el mundo (36). De hecho, un meta-análisis reciente con datos de 195 países reveló que la prevalencia de obesidad se ha duplicado en más de 70 países desde 1980, y por el

año 2015, más de 600 millones de adultos fueron clasificados como obesos (16). Este es un problema grave porque los estudios epidemiológicos continúan indicando que un alto índice de masa corporal (IMC kg·m-2) es un factor de riesgo para varias enfermedades crónicas como hipertensión arterial sistémica (12,15), diabetes mellitus tipo II (41) diferentes tipos de cáncer (29), trastornos musculo-esqueléticos (24,25), enfermedades hepáticas (47) y enfermedades renales (19).

El desarrollo del sobrepeso y la obesidad es complejo e involucra factores socioculturales, de comportamiento, fisiológicos, genéticos, epigenéticos y otros que contribuyen a su causalidad y persistencia (22). Sin embargo, independientemente de estos diferentes factores, también se ha sugerido que el principal factor relacionado con el desarrollo del sobrepeso y la obesidad es el alto consumo de alimentos ricos en calorías asociado con la inactividad física y un estilo de vida sedentario (18).

Mientras que el ejercicio aeróbico regular y/o el entrenamiento de fuerza ayudan a prevenir y/o controlar el desarrollo de trastornos cardiometabólicos asociados con el sobrepeso y la obesidad (10,23,34), y a mejorar la composición corporal (6,18) y los parámetros bioquímicos (11,35,45), todavía hay preguntas que necesitan respuestas. Por ejemplo, ¿los resultados son los mismos o similares con ejercicio aeróbico solo versus entrenamiento de fuerza? Esta es una pregunta importante, dado que los resultados de diferentes estudios que indican los efectos del entrenamiento aeróbico (EA) versus entrenamiento de fuerza (EF) en la composición corporal y los parámetros bioquímicos son controvertidos (1,5,21,39,40). Algunos indican que el EA produce más resultados positivos que el EF (17). Otros estudios (27,39) indican que el EF es mejor que el EA, y aún no hay diferencia entre EA y EF (1,5,6,21,35,40,45).

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue comparar los efectos de un programa de entrenamiento aeróbico o de fuerza de 12 semanas sobre la composición corporal y los parámetros bioquímicos sistémicos de adultos obesos y con sobrepeso.

MÉTODOS

Sujetos

Sesenta adultos de ambos sexos sirvieron como sujetos en este estudio. El rango de edad fue de 19 a 45 años. Se clasificaron como: con sobrepeso u obesos, fueron reclutados de acuerdo con su IMC, que era ≥25 kg·m-2. Todos los sujetos firmaron un formulario de consentimiento informado después de recibir instrucciones sobre el protocolo experimental. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de investigación local de la Universidad Metodista de Piracicaba (protocolo 95/2015).

Criterios de Inclusión y No Inclusión

Los criterios de inclusión fueron: (a) tener un IMC ≥25,0 kg·m-2; (b) ser capaz de participar en ejercicios aeróbicos y entrenamiento de fuerza, confirmado por la presentación de un certificado médico; y (c) no hacer ejercicio regularmente por más de 6 meses. Los criterios de no inclusión fueron: (a) portadores de diabetes mellitus tipo II, enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias, (b) mujeres con un ciclo menstrual irregular; (c) tomar medicamentos antihipertensivos, hipoglucemiantes orales, estatinas y medicamentos para la tiroides; (d) personas que necesitan apoyo alimentario (e) portadores de cáncer de cualquier tipo; y (f) portadores de osteoporosis, artritis, osteoartritis y síndromes miofaciales.

Diseño Experimental

Este estudio fue un estudio de intervención, aleatorizado, de 12 semanas, diseñado para verificar la efectividad del EA y el EF en los cambios en la composición corporal y los parámetros bioquímicos de adultos con sobrepeso u obesos. Inicialmente, se realizaron mediciones antropométricas (altura, masa corporal e IMC), análisis de composición corporal y extracción de sangre para la caracterización inicial de los sujetos.

Luego, los sujetos se dividieron aleatoriamente en 3 grupos: (a) control (n = 20); (b) entrenamiento aeróbico (EA, n = 20); y (c) entrenamiento de fuerza (EF, n = 20). Antes del entrenamiento inicial, los sujetos del EA y el EF completaron 3 sesiones de familiarización realizadas en 3 días separados con un intervalo de 48 horas. El grupo EA realizó actividades en cinta caminadora entre 10 y 15 minutos con intensidad auto-seleccionada, mientras que el grupo EF realizó 2 series de 8 a 12 repeticiones con intensidad auto-seleccionada en cada uno de los ejercicios de fuerza. Los sujetos en el GC fueron instruidos para no realizar ningún ejercicio regular.

Los sujetos de todos los grupos fueron instruidos para continuar su patrón alimentario durante el período de entrenamiento. Cuatro días después de la última sesión de entrenamiento, se evaluaron las medidas antropométricas, la composición corporal y la muestra de sangre para determinar los efectos de las intervenciones propuestas en el estudio.

Protocolo de Entrenamiento

Las características del protocolo de EA y EF se muestran en la Tabla 1. Los protocolos de entrenamiento se realizaron 3 veces·sem-1 y antes de cada sesión todos los sujetos comenzaron con un calentamiento de 5 minutos, que consistió en una caminata en la cinta que no superó el 50% de la FCmáx para el grupo EA y 1 serie de 12 repeticiones en cada uno de los ejercicios provistos en el programa de EF con una intensidad del 50% de 12 RM (repetición máxima) para el grupo EF.

El EA se realizó en una cinta caminadora Modelo A RT 250 con una intensidad que variaba entre el 65 y el 80% de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx), que se estimó (26) y se controló mediante un monitor de frecuencia cardíaca (Polar FT1®, Polar, Finlandia). El EF se realizó con 3 a 4 series, repeticiones entre 10 y 20 RM usando una máquina de ejercicios Modelo RT. Los ejercicios de EF se realizaron siguiendo una orientación alternada por segmento (consultar Tabla 1). El tiempo total de cada sesión se equilibró entre los grupos.

Medición de la Composición Corporal

La composición corporal se estimó utilizando un analizador de bioimpedancia vertical. El equipo (In Body 230, Bio Space, Seúl, Corea) utiliza la impedancia bioeléctrica multifrecuencia en ocho puntos táctiles. Las mediciones se llevaron a cabo con sujetos vestidos con ropa ligera y sin zapatos ni calcetines. Las pruebas para los análisis pre-operativos y post-operativos se realizaron en la mañana a la misma hora del día en una habitación con temperatura controlada (24 °C). Las siguientes instrucciones fueron provistas a los sujetos antes de las evaluaciones: (a) ayunar; (b) no beber agua 3 horas antes de la prueba; (c) no realizar ejercicio físico 24 horas antes de la prueba; (d) orinar y/o defecar al menos 30 minutos antes de la prueba; y (e) no usar accesorios de metal (por ejemplo, pendientes y relojes) durante la evaluación (28).

Extracción de Sangre y Análisis Bioquímicos

La extracción de sangre se obtuvo de una vena antecubital con extracción de vacío en tubos que se dejaron coagular a temperatura ambiente durante 30 minutos. El suero se separó por centrifugación (2000 rev·min-1) durante 20 minutos a 4 ºC y se almacenó en un ultracongelador a -80 °C en el laboratorio hasta su análisis. Las concentraciones séricas de glucosa, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL y triglicéridos se analizaron mediante equipos automatizados y utilizando kits comerciales (Beckman Coulter, EEUU) de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se estimó la lipoproteína de baja densidad (LDL) (14). Los sujetos recibieron instrucciones de ayunar por 12 horas antes de la extracción de sangre.

Los valores de referencia adoptados fueron: glucosa <100 mg·dL-1; colesterol total ≤200 mg·dL-1; triglicéridos <150 mg·dL-1; colesterol HDL ≥40 a 50 mg·dL-1 para hombres y 50 a 60 mg·dL-1 para mujeres; colesterol LDL <193 mg·dL-1; AST <35 mg·dL-1; ALT <53 mg·dL-1 (29).

Análisis Estadísticos

Inicialmente, se determinaron los valores de la diferencia absoluta (valores pre y post) y el porcentaje [post (valor post x 100 ÷ valor pre) - 100]. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando Graph Pad Prism 7. La normalidad de la varianza de datos se confirmó mediante el test de Shapiro-Wilk. El ANOVA unidireccional se usó para detectar diferencias en los parámetros entre los grupos. La prueba *post hoc* de Tukey o Dunn se utilizó para comparar las diferencias de parámetros entre antes y después del entrenamiento dentro del grupo. La probabilidad estadística menor a 0,05 fue considerada estadísticamente significativa. Todos los datos se expresaron como media ± error estándar de la media (media ± EE).

Tabla 1. *Protocolos de Entrenamiento Para Grupo Aeróbico y Grupo de Fuerza en las 12 Semanas de Entrenamiento*

Semanas	1	2	3	4 - 5	6 - 8	9 - 12
Entrenamiento de Fuerza (EF)						
Press de Banca	3^{S} x 15-20^{RMs}	4 x 12-15	4 x 12	4 x 10-12	4 x 10-12	4 x 10-12
Curl de Bíceps con Barra	3 x 15-20	4 x 12-15	4 x 12	4 x 10-12	4 x 10-12	4 x 10-12
Extensión de Piernas	-	-	-	4 x 10-12	4 x 10-12	4 x 10-12
Pull Down	3 x 15-20	4 x 12-15	4 x 12	4 x 10-12	4 x 10-12	4 x 10-12
Curl de Piernas	3 x 15-20	3 x 12-15	4 x 12	4 x 10-12	4 x 10-12	4 x 10-12
Prensa de Piernas 45º	3 x 15-20	4 x 12-15	4 x 12	4 x 10-12	4 x 10-12	4 x 10-12
Extensión de Codo en Polea	3 x 15-20	3 x 12-15	4 x 12	4 x 10-12	4 x 10-12	4 x 10-12
Abdominales	3 x 15-20	3 x 12-15	4 x 12	4 x 10-12	4 x 10-12	4 x 10-12
Intervalo de Descanso (seg)	80	60	60	60	60	60
Duración de la Sesión (min)	35	40	45	50	50	50
Entrenamiento Aeróbico (EA)						
Intensidad (%FCMáx)	65	70	70	70	75	80
Duración de la Sesión (min)	35	40	45	50	50	50

RESULTADOS

Después de la aleatorización de los 60 sujetos (20 en cada uno de los grupos de control, aeróbico y de entrenamiento de fuerza), se excluyeron 23 sujetos y/o se dieron por vencidos a seguir entrenando. Esto dejó 9 en el grupo de control, 9 en el grupo EA y 5 en el grupo EF. Las exclusiones se produjeron debido a una ausencia de más del 20% en los días de entrenamiento y/o ausencia en los días de recolección de datos. La Tabla 2 presenta las características de los 37 sujetos que completaron el estudio.

Las características de los sujetos en el período pre-intervención (inicial) se muestran en la Tabla 2. No se observaron diferencias significativas (P≥0,05) al inicio entre los 3 grupos en términos de edad, composición corporal y parámetros bioquímicos.

Tabla 2. *Características de los Sujetos en el Período de Pre-Entrenamiento (Inicial) (media ± EE).*

Variables	Control (n=11)	EA (n=11)	EF (n=15)
Sexo (M/F)	5 / 6	3 / 8	6 / 9
Edad (años)	27,00 (1,47)	30,27 (1,50)	32,13 (1,95)
Masa Corporal (kg)	78,98 (3,10)	74,22 (3,64)	85,41 (3,53)
IMC ($kg \cdot m^{-2}$)	27,82 (0,71)	27,88 (0,97)	29,86 (1,06)
Sobrepeso/Obeso	10 / 1	9 / 2	10 / 5
Masa Grasa (kg)	26,33 (1,53)	28,41 (2,08)	29,21 (2,57)
Grasa (%)	33,91 (1,76)	38,67 (2,46)	34,38 (2,71)
Masa Muscular (kg)	29,00 (1,84)	25,17 (1,95)	31,75 (2,18)
Masa Libre de Grasa (kg)	51,76 (2,98)	45,53 (3,21)	56,26 (3,55)
Agua Corporal Total (kg)	37,85 (2,19)	33,34 (2,38)	41,21 (2,59)
Glucosa ($mg \cdot dL^{-2}$)	83,80 (2,11)	84,09 (3,49)	82,93 (3,26)
Colesterol Total ($mg \cdot dL^{-2}$)	174,50 (10,02)	197,91 (11,21)	180,86 (8,05)
HDL ($mg \cdot dL^{-2}$)	52,33 (3,12)	51,91 (2,92)	44,00 (2,48)
LDL ($mg \cdot dL^{-2}$)	98,10 (5,47)	120,55 (9,35)	109,86 (7,03)
TG ($mg \cdot dL^{-2}$)	97,10 (9,92)	133,80 (23,13)	135,84 (12,08)
ALT (U/L)	11,30 (1,33)	15,09 (2,76)	12,54 (1,41)
AST (U/L)	17,60 (1,61)	19,27 (1,75)	16,23 (1,07)

***EA** = Entrenamiento Aeróbico; **EF** = Entrenamiento de Fuerza; **M** = Hombre; **F** = Mujer; **IMC** = Índice de Masa Corporal; **CT** = Colesterol Total; **HDL** = Lipoproteína de Alta Densidad; **LDL** = Lipoproteína de Baja Densidad; **TG** = Triglicéridos; **TGP** = Transaminasa Glutámica Pirúvica; **TGO** = Transaminasa Glutámica Oxalacética. Los valores se expresan como media ± EE*

Composición Corporal

Después del período de intervención, se observaron diferencias en la composición corporal (Tabla 3). El grupo EA presentó alteraciones en la masa corporal, el IMC (kg·m-2) y la masa grasa en comparación con el grupo EF ($P \leq 0,05$). Cuando se analizó la masa grasa, el grupo EA tuvo un cambio mayor ($P < 0,05$) en comparación con los grupos EF y Control. El porcentaje de grasa disminuyó en el grupo EA en relación con el grupo Control ($P \leq 0,05$). Los otros parámetros, el agua corporal total, la masa libre de grasa y el músculo esquelético no difirieron entre los grupos después del período de intervención.

Parámetros Bioquímicos

Después del período de intervención no se observaron diferencias en los parámetros bioquímicos (Tabla 4).

***Tabla 3.** Variación de los Parámetros de Composición Corporal Después del Período de Intervención (media ± EE).*

Variables	Control (n=11)		EA (n=11)		EF (n=15)	
	Diferencia Absoluta	Diferencia Porcentual	Diferencia Absoluta	Diferencia Porcentual	Diferencia Absoluta	Diferencia Porcentual
Masa Corporal (kg)	-0,23 (0,58)	-0,42 (0,81)	-1,79 (0,73)*	-2,34 (1,00)	0,41 (0,46)	0,44 (0,55)
IMC (kg·m⁻²)	-0,10 (0,21)	-0,42 (0,81)	-0,74 (0,27)*	-2,34 (1,00)	0,11 (0,15)	0,44 (0,55)
Masa Grasa (kg)	-0,01 (0,52)	0,40 (1,88)	-2,64 (0,77)*#	-8,77 (2,54)	-0,83 (0,46)	-2,11 (2,19)
Grasa (%)	-0,18 (-0,18)	-0,31 (1,55)	-2,78 (0,78)#	-7,07 (1,85)	-1,17 (0,55)	-2,49 (2,17)
Masa Muscular (kg)	0,45 (0,23)	1,58 (0,81)	0,45 (0,34)	2,27 (1,49)	0,70 (0,32)	2,57 (1,06)
Masa Libre de Grasa (kg)	0,66 (0,38)	1,28 (0,74)	1,11 (0,49)	2,67 (1,24)	1,19 (0,52)	2,40 (0,94)
Agua Corporal Total (kg)	0,51 (0,28)	1,38 (0,72)	0,82 (0,36)	2,68 (1,22)	0,87 (0,37)	2,40 (0,91)

***EA** = Entrenamiento Aeróbico; **EF** = Entrenamiento de Fuerza; **IMC** = Índice de Masa Corporal. *Diferencia significativa entre los grupos EA y EF. **#**Diferencia significativa entre los grupos EA x Control (P≤0,05).*

***Tabla 4.** Variación de Parámetros Bioquímicos Después del Período de Intervención (media ± EE).*

	(n=11)		(n=11)		(n=15)	
	Diferencia Absoluta	Diferencia Porcentual	Diferencia Absoluta	Diferencia Porcentual	Diferencia Absoluta	Diferencia Porcentual
Glucosa (mg·dL⁻²)	1,10 (1,90)	1,50 (2,22)	1,73 (2,15)	2,84 (2,42)	4.64 (2.57)	6,84 (3,46)
CT (mg·dL⁻²)	- 2,00 (3,46)	- 0,86 (2,67)	- 9,64 (6,52)	- 3,76 (2,88)	- 2.86 (5.73)	- 0,72 (3,78)
HDL (mg·dL⁻²)	- 7,20 (2,26)	- 13,40 (3,47)	- 5,36 (2,27)	- 9,38 (4,38)	- 3.57 (1.60)	- 7,46 (4,18)
LDL (mg·dL⁻²)	1,94 (4,04)	2,45 (4,11)	- 1,49 (5,55)	- 0,07 (5,19)	0.01 (5.80)	0,97 (6,50)
TG (mg·dL⁻²)	16,50 (7,72)	19,97 (8,08)	- 22,60 (16,44)	- 10,94 (10,54)	- 10.85 (9.38)	- 7,71 (6,47)
CT/HDL	0,48 (0,09)	15,25 (2,95)	0,23 (0,14)	7,49 (3,82)	0.35 (0.13)	8,16 (2,75)
HDL/LDL	- 0,09 (0,02)	- 14,83 (3,41)	- 0,05 (0,02)	- 7,82 (4,63)	- 0.02 (0.02)	- 5,62 (4,56)
TGP (U/L)	1,89 (1,25)	21,69 (10,44)	0,82 (1,19)	17,14 (9,41)	3.29 (1.23)	31,05 (12,73)
TGO (U/L)	2,10 (1,97)	12,43 (8,66)	- 0,82 (1,61)	0,13 (8,96)	0.50 (1.14)	6,22 (4,73)

***EA** = Entrenamiento Aeróbico; **EF** = Entrenamiento de Fuerza; **CT** = Colesterol Total; **HDL** = Lipoproteína de Alta Densidad; **LDL** = Lipoproteína de Baja Densidad; **TG** = Triglicéridos; **TGP** = Transaminasa Glutámica Pirúvica; **TGO** = Transaminasa Glutámica Oxalacética*

DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue comparar los efectos de 12 semanas de EA *versus* EF sobre la composición corporal y los parámetros bioquímicos de adultos con sobrepeso u obesos. Los principales hallazgos de este estudio fueron que el EA de

12 semanas fue más eficiente para disminuir la masa corporal, el IMC y la masa grasa en comparación con el EF, y el % de grasa en comparación con el grupo Control sin diferencias significativas en masa muscular, masa libre de grasa, agua corporal total y parámetros bioquímicos sistémicos entre grupos. Estos resultados confirman parcialmente la hipótesis de que el grupo EA daría lugar a un mayor cambio en la masa grasa corporal.

Composición Corporal

Ampliamente utilizados en la práctica, el EA y el EF promueven adaptaciones en diferentes magnitudes a través de diferentes mecanismos y ambos métodos contribuyen positivamente a cambios en la composición corporal y en los parámetros bioquímicos. De hecho, los hallazgos en el presente estudio indican que el EA es más eficiente para reducir la masa corporal, el IMC, (9) y la masa grasa (46) en adultos no entrenados y con un exceso de masa corporal en relación con el EF. Donges et al. (9) y Willis et al. (46) investigaron los efectos del EA y el EF durante un período de 10 y 32 semanas y concluyeron que el EA era más eficiente en comparación con el EF para la reducción de la masa corporal total y la masa grasa del adulto no entrenado y con sobrepeso.

Curiosamente, es importante señalar que Donges et al. (9) indicaron que se necesitaba un programa de entrenamiento que incluyera EF para aumentar la masa magra en individuos obesos y con sobrepeso de mediana edad. Sin embargo, con respecto a la masa muscular y la masa libre de grasa en el presente estudio, no hubo evidencia de diferencias entre los diferentes protocolos de EA y EF. Una vez más, algunos estudios (4,9,46) han encontrado una mayor efectividad del EF para aumentar la masa libre de grasa en sujetos con sobrepeso y obesos. De acuerdo con nuestros resultados, otros estudios tampoco observaron alteraciones significativas entre el EA y el EF (6,35,39). Con estos resultados, el tiempo de intervención del estudio probablemente no fue suficiente para la magnitud de la respuesta sobre la masa libre de grasa y la masa muscular para ser evidenciada entre los modelos de entrenamiento. También es importante resaltar que los sujetos que participaron en el presente estudio no realizaron ejercicio físico regular durante más de 6 meses (como criterio de inclusión). Por lo tanto, incluso el entrenamiento aeróbico de intensidad moderada en el corto período de 12 semanas indujo una magnitud similar de aumento de la masa libre de grasa.

Otra variable importante de la composición corporal es el porcentaje de grasa. En el presente estudio, no se encontraron diferencias entre EA y EF. Sin embargo, la reducción en el porcentaje de grasa del grupo EA (-7,07%) fue más evidente en comparación con el grupo EF (-2,49%). Estos resultados indican que los cambios en la masa grasa en el EA contribuyeron a esta diferencia, y la magnitud de los cambios sobre la masa libre de grasa fue similar entre los grupos. El agua corporal total no difirió después del período de intervención, señalando que cualquier variación de la composición corporal representó variaciones en los componentes. La mejora de los componentes de la composición corporal después del período de entrenamiento se ha evidenciado en varios estudios (1,9,21,46) y de esta manera, podemos afirmar que la práctica regular del ejercicio físico es importante para la salud metabólica (38).

Parámetros Bioquímicos

Nuestros resultados indican que no hubo diferencias significativas entre el EA y el EF
para los parámetros bioquímicos sistémicos (específicamente, glucosa, CT, LDL, HDL, TG, TGO y TGP) después del período de intervención. Sin embargo, varios estudios (7,11,13,37) describen cambios en estos parámetros.

La concentración de glucemia en ayunas presenta cambios positivos con la práctica regular tanto de ejercicio aeróbico como ejercicio de fuerza. Sin embargo, esta condición es más evidente en individuos con hiperglucemia (17,33) y asociada con una dieta restrictiva (17). Se ha demostrado que el EA tiene ventajas sobre el EF en la reducción de la concentración glucémica en ayunas (13). Estos resultados no son similares a los nuestros y una posible justificación sería la ausencia de control de la alimentación en el presente estudio asociado con la presencia de la condición normoglucémica antes del período de intervención. En cuanto a las concentraciones de triglicéridos, colesterol total y sub-fracciones, la investigación indica una disminución en los TG (7,11,17,37,45), el colesterol total (11,37,45) y la LDL (11,37) con un aumento en la HDL (7,17,32,45).

Un programa regular de EA y EF realizado por mujeres obesas con trastornos alimentarios dio como resultado una reducción de glucosa, CT y TG, pero sin ninguna diferencia entre los protocolos de entrenamiento (13). Estos hallazgos indican efectos positivos de ambos protocolos sobre los parámetros bioquímicos sistémicos. Este resultado también se confirmó en los programas de entrenamiento realizados por hombres con factores de riesgo para el síndrome metabólico (4). Se ha sugerido que el entrenamiento físico regular modula positivamente el perfil de lipoproteínas (43), aunque estos cambios se han observado a partir de la semana 20 de entrenamiento (8). Por lo tanto, la bibliografía indica que los programas de EA y EF son eficientes en la mejora de los parámetros bioquímicos en condiciones de alteraciones de éstos en el período de pre-entrenamiento, que estuvo ausente en los sujetos del presente estudio.

No se observaron diferencias en las variaciones de las enzimas TGO y TGP. El sobrepeso y la obesidad pueden estar relacionados con enfermedades hepáticas como la Enfermedad del Hígado Graso No Alcohólico (NAFALD). Un meta-

análisis de (47) señaló que entre 1989 y 2015, la NAFALD tuvo un aumento del 25,24% en su prevalencia, y la obesidad se relacionó con el 51,4%. Se ha demostrado una reducción en las concentraciones de AST y ALT después del EA y el EF (40) y no se ha mostrado ninguna modificación (3), lo que sugiere que posiblemente otros factores, como la dieta, puedan influir en la modulación además del entrenamiento. En nuestro estudio, no se observaron cambios en las concentraciones de estas enzimas, posiblemente debido al hecho de que los sujetos estaban dentro de los parámetros de referencia (32). Por lo tanto, en base a los resultados antes mencionados, parece que las variaciones de los parámetros bioquímicos después del período de EA y EF son más evidentes en condiciones de hiperglucemia y dislipidemia.

Los resultados del presente estudio indican que 12 semanas de EA y EF no modifican los parámetros bioquímicos sistémicos de sujetos con sobrepeso u obesidad metabólicamente sanos. Sin embargo, se debe resaltar que la prevención de trastornos metabólicos está estrechamente relacionada con la práctica regular de ejercicio físico y la reducción de la inactividad física (44). De hecho, está claro que la presencia de un estilo de vida inactivo y/o sedentario es una condición de salud indeseable y, para agravar esta situación, se ha demostrado una alta prevalencia global de inactividad física en adultos (2,20). Sin duda, una condición relacionada con la reducción de la esperanza de vida (31) y, por lo tanto, es necesario que las agencias y los profesionales de la salud fomenten la práctica regular del ejercicio físico y el abandono del estilo de vida inactivo y/o sedentario para el mantenimiento y recuperación de la salud metabólica (30).

Limitaciones del Estudio

Como punto fuerte del estudio, destacamos el hecho de que fue aleatorizado y controlado mediante un analizador de bioimpedancia vertical que muestra una buena correlación, como la densitometría de rayos X de energía dual (DEXA) en sujetos adultos sanos (26). Por otro lado, nuestro estudio no está exento de limitaciones que deberían mencionarse. En primer lugar, no se evaluó la ingesta de alimentos de los sujetos, aunque a todos los voluntarios se les indicó que mantuvieran el patrón alimentario habitual a lo largo del estudio. Una posible diferencia entre los sujetos puede haber influido en los resultados. En segundo lugar, la alta tasa de abandono y el reducido número de muestra al final del estudio pueden haber tenido una influencia negativa en el análisis estadístico de los datos.

CONCLUSIÓN

El programa de EA realizado durante un período de 12 semanas fue el más eficiente de los dos programas de entrenamiento para producir una disminución en la masa corporal total, el IMC y la masa grasa corporal de los sujetos (es decir, en comparación con el EF en adultos obesos y con sobrepeso).

AGRADECIMIENTOS

Apoyo financiero Fundação de Apoio a Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (FAP / UNIMEP) - (Proceso CONSEP n. ° 154/16). CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) para las becas de maestría. Los sujetos que participaron en este estudio y el Centro Universitario de Itajubá – FEPI.

Dirección de correo: Aline Aparecida Pereira, MD, Post-graduate Program in Human Movement Sciences – Methodist University of Piracicaba (UNIMEP). Rodovia do Açúcar, km 156, Zip code 13.400-911, Piracicaba São Paulo, Brazil. Email: lih.pereiraap@gmail.com

REFERENCIAS

1. Abouassi H, Slentz CA, Mikus CR, et al. (2015). The effects of aerobic, resistance, and combination training on insulin sensitivity and secretion in overweight adults from STRRIDE AT/RT: A randomized trial. *APS. 2015;118(12):1474-1482.*
2. Arena R, Sagner M, Byrne NM, et al. (2017). Novel approaches for the promotion of physical activity and exercise for prevention and management of type 2 diabetes. *Nature. 2017; 71(7):858*.
3. Bacchi E, Negri C, Targher G, et al. (2013). Both resistance training and aerobic training reduce hepatic fat content in type 2 diabetic subjects with nonalcoholic fatty liver disease (the RAED2 Randomized Trial). *Hepatology. 2013;58(4):1287-1295*.

4. Banz WJ, Maher MA, Thompson WG, et al. (2003). Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. *Experimental Biology and Medicine. 2003; 228(4):434-440.*
5. Benito PJ, Bermejo LM, Peinado AB, et al. (2015). Change in weight and body composition in obese subjects following a hypocaloric diet plus different training programs or physical activity recommendations. *APS. 2015;118(8):1006-1013.*
6. Carnero EA, Amati F, Pinto RS, et al. (2014). Regional fat mobilization and training type on sedentary, premenopausal overweight and obese women. *Obesity. 2014:22(1):86-93.*
7. Chaudhary S, Kang MK, Sandhu JS, et al. (2010). The effects of aerobic versus resistance training on cardiovascular fitness in obese sedentary females. *ASJSM. 2010:1(4):177-184.*
8. Couillard C, Després JP, Lamarche B, Bergeron J, et al. (2001). Effects of endurance exercise training on plasma HDL cholesterol levels depend on levels of triglycerides: Evidence from men of the Health, Risk Factors, Exercise Training and Genetics (HERITAGE) Family Study. *ATVB. 2001;21(7):1226-1232.*
9. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. (2010). Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, c-reactive protein, and body composition. *ACSM. 2010;2(42):304-313.*
10. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, et al. (2009). A College of Sports Medicine Position Stand. *Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(2):459-471.*
11. Elerian AE, Ali ME, Ali N. (2016). Comparison between the effect of endurance and strengthening exercises on plasma lipoprotein in central obese female subjects. *RJPBCS. 2016;7(3): 1613-1622.*
12. Emerging Risk Factors Collaboration, Wormser D, Kaptoge S, Angelantonio ED, et al. (2011). Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease: Collaborative analysis of 58 prospective studies. *Lancet. 2011; 377(9771):1085-1095.*
13. Fenkci S, Sarsan A, Rota S, Ardic F. (2006). Effects of resistance or aerobic exercises on metabolic parameters in obese women who are not on a diet. *Adv Ther. 2006;23(3):404-413.*
14. Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. (1972). Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem. 1972;18:499-502.*
15. Gadde KM, Martin CK, Berthoud, HR, et al. (2018). Obesity: Pathophysiology and management. *JACC. 2018;71(1):69-84.*
16. GBD 2015. Obesity Collaborators. (2017). Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *NEJM. 2017;377(1):13-27.*
17. Geliebter A, Ochner CN, Dambkowski CL, Hashim SA. (2014). Obesity-related hormones and metabolic risk factors: A randomized trial of diet plus either strength or aerobic training versus diet alone in overweight participants. *J Diabetes Obesity. 2014;1(1):1-7.*
18. González-Muniesa P, Mártinez-González M, Hu FB, et al. (2017). Obesity. *Nature Rev - Dis Prim. 2017;3:1-18.*
19. Hall JE, Henegar JR, Dwyer TM, et al. (2004). Is obesity a major cause of chronic kidney disease? ARRT. *2004;11(1):41-54.*
20. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, et al. (2012). Global physical activity levels: Surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet. 2012;380(9838):247-257.*
21. Herring LY, Wagstaff C, Scott A. (2014). The efficacy of 12 weeks supervised exercise in obesity management. *Clin Obes. 2014;4(4):220-227.*
22. Heymsfield SB, Wadden TA. (2017). Mechanisms, pathophysiology, and management of obesity. *NEJM. 2017;376(3):254-266.*
23. Jakicic JM, Otto AD. (2006). Treatment and prevention of obesity: What is the role of exercise? Nutr Rev. *2006;64(2 Pt 2):S57-61.*
24. Jiang L, Rong J, Wan Y, et al. (2011). The relationship between body mass index and hip osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Joint Bone Spine. 2011;78(2): 150-155.*
25. Jiang L, Tian W, Wang Y, et al. (2012). Body mass index and susceptibility to knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Joint Bone Spine. 2012;79(3):291-297.*
26. Karelis AD, Chamberland G, Aubertin-Leheudre M, Duval C. (2013). Validation of a portable bioelectrical impedance analyzer for the assessment of body composition. *Nutr Metabol. 2013;38(999):27-32.*
27. Kim H, Lee HJ, So B, et al. (2016). Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: A pilot study. *Physiol Res. 2016;65(2):271-279.*
28. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis part I: Review of principles and methods. *Clin Nutr. 2004;23(5):1226-1243.*
29. Lauby-Secretan B, Scoccianti C, Loomis D, et al. (2016). Body fatness and cancer - viewpoint of the IARC Working Group. *N Engl J Med. 2016;375(8):794-798.*
30. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, et al. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet. 2012;380(9838):219-229.*
31. Lewis BA, Napolitano MA, Buman MP, et al. (2017). Future directions in physical activity intervention research: Expanding our focus to sedentary behaviors, technology, and dissemination. *J Behav Med. 2017;40(1):112-126.*
32. Myers GL, Christenson RH, Cushman M, et al. (2009). National Academy of Clinical Biochemistry Laboratory Medicine Practice guidelines: Emerging biomarkers for primary prevention of cardiovascular disease. *Clin Chem. 2009;55(2):378-384.*
33. Perlmuter CL, Flanagan BP, Shah PH, et al. (2009). Glycemic control and hypoglycemia: Is the loser the winner? Diabetes Care. *2009;32(3):e32-e32.*
34. Petersen AMW, Pedersen BK. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol. 2005;98(4):1154-1162.*
35. Potteiger JA, Claytor RP, Hulver MW, et al. (2012). Resistance exercise and aerobic exercise when paired with dietary energy restriction both reduce the clinical components of metabolic syndrome in previously physically inactive males. *EJAP. 2012;112(6):2035-2044.*
36. Roberto CA, Swinburn B, Hawkes C, et al. (2015). Patchy progress on obesity prevention: Emerging examples, entrenched barriers, and new thinking. *Lancet. 2015;385(9985): 2400-2409.*
37. Romero Moraleda B, Morencos E, Peinado AB. et al. (2013). Can the exercise mode determine lipid profile improvements in obese

patients? Nutrición Hospitalaria. *2013;28(3):607-617.*
38. Saltin B, Pilegaard H. (2002). Metabolic fitness: Physical activity and health. *Ugeskrift for Laeger. 2002;164(16):2156-2162.*
39. Sawczyn S, Mishchenko V, Moska W, et al. (2015). Strength and aerobic training in overweight females in Gdansk, Poland. *Open Med. 2015;10(1):152-162.*
40. Shamsoddini A, Sobhani V, Ghamar Chehreh ME, et al. (2015). Effect of aerobic and resistance exercise training on liver enzymes and hepatic fat in Iranian men with nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatitis Monthly. 2015;15(10):e31434.*
41. Singh GM, Danaei G, Farzadfar F, et al. (2013). The age-specific quantitative effects of metabolic risk factors on cardiovascular diseases and diabetes: A pooled analysis. *PLoS One. 2013; 8(7):e65174.*

Cita Original

Pereira AA, Santos GFS, Baganha RJ, Oliveira JJ, Crisp AH, Silva AS, Oliveira LHS, Verlengia R. Efectos del Entrenamiento Aeróbico versus el Entrenamiento de Fuerza en la Composición Corporal y los Parámetros Bioquímicos Sistémicos de Adultos con Sobrepeso u Obesos. JEPonline 2018;21(2):227-239.