

Monograph

Efectos del Ejercicio Intermitente sobre las Variables Fisiológicas en una Población Obesa: Caminata Continua versus Caminata Intervalada

Leanne Campbell¹, Karen Wallman¹ y Danny Green^{1,2}

¹*School of Sport Science, Exercise and Health, the University of Western Australia.*

²*Research Institute for Sport and Exercise Science, Liverpool John Moores University.*

RESUMEN

En el presente estudio se compararon los efectos de 12 semanas de restricción calórica y entrenamiento intervalado (INT), y de la restricción calórica y entrenamiento aeróbico continuo (CON) sobre los resultados fisiológicos en una población de sujetos obesos. Cuarenta y cuatro individuos ($BMI \geq 30 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) fueron asignados aleatoriamente a un grupo INT o un grupo CON. La renuncia de participantes dio como resultado 12 y 14 participantes en los grupos de INT y de CON, respectivamente. Todos los participantes siguieron una dieta estricta que fue cuidadosamente monitoreada. La ejercitación incluyó dos series de 15 min de caminata realizadas en cinco días a la semana. La ejercitación por intervalos consistió de un índice de 2:1 min de ejercitación de baja intensidad (40-45% VO_2pico) y de alta intensidad (70-75% VO_2pico), mientras que el grupo de CON ejercitó entre el 50-55% del VO_2pico . La duración de los ejercicios y la intensidad promedio (% VO_2pico) fueron similares entre los grupos. No hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los dos grupos para ninguna de las variables evaluadas, con excepción de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL-C), que disminuyeron de manera significativa con el transcurso del tiempo sólo en el grupo de INT ($p < 0.05$, $d = 1.03$). La restricción calórica y la ejercitación por intervalos en comparación con la restricción calórica y la ejercitación aeróbica continua dieron como resultado medidas similares, con excepción de los niveles de VLDL-C, que mejoraron de manera significativa sólo en el grupo de INT.

Palabras Clave: entrenamiento por intervalos, grasa corporal, aptitud física, metabolismo

INTRODUCCION

La obesidad es una cuestión pandémica y se ha informado que afecta al menos a 400 millones de adultos en todo el mundo, se predice que para el año 2015 esta cifra ascenderá aproximadamente a 700 millones (Organización Mundial de la Salud, 2005). Un aspecto fundamental es que la obesidad está asociada con numerosas comorbilidades tales como la hipertensión, la diabetes y la hipercolesterolemia, que pueden resultar en una morbilidad cardiovascular o en la mortalidad (Stein y

Colditz, 2004).

Mientras que la restricción calórica es una estrategia común que se utiliza para perder peso, se ha demostrado que la combinación de restricción calórica y ejercitación es una intervención no quirúrgica más efectiva (Curioni y Lourenco, 2005). Esta combinación ha demostrado que reduce la pérdida de la masa libre de grasa (Marks et al., 1995), promueve la pérdida de grasa (King et al., 2001), mantiene o reduce al máximo un descenso del índice metabólico en descanso (RMR: Lennon et al., 1985), reduce los depósitos de tejido adiposo visceral (Ross, 1997) y mejora los lípidos sanguíneos (Dattilo y Kris Etherton, 1992). En gran medida, el ejercicio puede mejorar la aptitud física aeróbica, que puede reducir directamente el riesgo de sufrir comorbilidades asociadas con la obesidad (Mann, 1974). El régimen de ejercicios que en general emplean las poblaciones obesas incluyen ejercicios aeróbicos continuos realizados a una intensidad que va de constantemente baja a moderada (Jacobsen et al., 2003). Sin embargo, este modo de realizar ejercicios puede no ser la modalidad más efectiva para perder peso o mejorar la salud. Los ejercicios de alta intensidad queman más calorías en comparación con los ejercicios de intensidad más baja durante el mismo período de tiempo y también pueden dar como resultado un mayor gasto de energía y oxidación de grasas posteriores al ejercicio (Kaminsky y Whaley, 1993; King, et al., 2002; Tremblay et al., 1994). Además, O'Donovan et al. (2005) reportaron mayores mejoras en el colesterol total, las lipoproteínas de baja densidad (LDL-C) y las lipoproteínas de alta densidad (HDL-C) después de 24 semanas de ejercitación de alta intensidad (80% del VO_{2pico}), en comparación con la ejercitación de intensidad moderada (60% del VO_{2pico}). No obstante, la ejercitación continua de alta intensidad coloca una carga fisiológica mayor en el sistema cardiovascular, y a los individuos obesos y sedentarios puede resultarles difícil de realizar. Esta conjetura está respaldada por Jakicic et al. (2004) y Ballor et al. (1990), quienes reportaron la necesidad de que los participantes obesos dividan sus sesiones de ejercicios en secuencias de series más cortas debido a su incapacidad para realizar una única sesión continua de ejercicios de intensidad de moderada a alta.

Es relevante que el entrenamiento por intervalos incluye series de ejercicios de alta intensidad intercalados con períodos de descanso o ejercicios de menor intensidad que permiten la recuperación parcial (McArdle et al., 2001). La intensidad y la duración de las series por intervalos pueden modificarse para que concuerden con el nivel de aptitud física del individuo, haciendo así que esta forma de entrenamiento sea una opción apropiada para la mayoría de los individuos. Hasta la fecha, los escasos estudios que han comparado el entrenamiento por intervalos con la ejercitación aeróbica continua en la población obesa han informado que el entrenamiento por intervalos dio como resultado un mayor VO_{2pico} y RMR (King et al., 2002), una mayor pérdida de grasa (King et al., 2001; Trapp et al., 2008) y un exceso de consumo de oxígeno posterior (EPOC) que fue más prolongado y de mayor magnitud (Kaminsky y Whaley, 1993). Sin embargo, ninguno de estos estudios incluyó un componente de restricción calórica, mientras que Trapp et al. (2008) no combinaron ni trabajo ni intensidades de ejercicio entre los grupos. Además, Kaminsky y Whaley (1993) evaluaron los efectos de la ejercitación por intervalos solamente en el EPOC. Por lo tanto, el objetivo de este estudio ha sido comparar un programa de 12 semanas de ejercicios por intervalos, intermitente, para realizar en el hogar y restricción calórica (definida como «dieta» en este artículo) con un programa intermitente de ejercitación aeróbica continua y dieta con respecto a la aptitud cardiovascular, la composición corporal, el índice metabólico en descanso y los lípidos sanguíneos de una población obesa.

METODOS

Cuarenta y cuatro individuos obesos (índice de masa corporal : $IMC \geq 30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), de entre 18 y 65 años de edad, que acababan de asociarse a una institución para perder peso, se ofrecieron como voluntarios para este estudio. Se excluyó a los potenciales participantes que hubieran participado de más de 30 min de ejercitación en 3 ocasiones por semana durante los 6 meses previos. Asimismo se excluyó a los participantes que cursaran un embarazo, tomaran ciertas medicaciones (por ejemplo, beta bloqueantes, medicación para la presión sanguínea o la tiroides), fueran diabéticos, tuvieran una presión sanguínea mayor a 160/90, hubieran perdido más de 5 kg en los últimos tres meses, o tuvieran problemas musculoesqueléticos que les impidieran caminar. Se llevó a cabo un análisis de potencia basado principalmente en los resultados de King et al. (2001; tamaño del efecto 0.82) y se calculó que se necesitaban 13 participantes por grupo para detectar un efecto a un alfa de 0.05 con un nivel de confianza del 80% (Cohen, 1988). A los participantes se los agrupó según la edad, el género y el IMC y luego se los clasificó de manera aleatoria en un grupo de ejercitación por intervalos (INT) y dieta o en un grupo de ejercitación aeróbica continua (CON) y dieta utilizando un programa por computadora. El proceso de clasificación resultó en la exclusión de 4 participantes que no pudieron escoger una elección apropiada, mientras que otros 14 participantes se retiraron del estudio por razones relacionadas con restricciones de tiempo (n = 7), compromisos laborales (n = 3), enfermedades (n = 1), vacaciones (n = 1), no se pudo contactar (n = 1) y embarazo (n = 1). Esto resultó en 12 participantes en el grupo de INT (9 mujeres, 3 hombres) y 14 en el grupo de CON (11 mujeres, 3 hombres). Los participantes de ambos grupos llevaron a cabo una dieta calórica estricta similar durante el período de intervención, que fue monitoreado por la institución para perder peso. Los participantes no desconocían el

tratamiento debido a la naturaleza de la intervención. El estudio fue aprobado por el comité de Ética Humana de la Universidad de Australia Occidental (UWA) y todos los participantes firmaron un consentimiento informado.

Medidas Fisiológicas

Antes del comienzo de la intervención, se requirió que los participantes asistieran al laboratorio de rendimiento humano entre las 6.00 y 9.00 hs., donde se confirmó el IMC mediante la medición de la altura (estadiómetro) y la masa corporal (August Sauter GmbH D-7470 Albstadt 1 Ebingen, Alemania Occidental), también se evaluó la presión sanguínea (BP) después de un descanso de 5 min. Dado que el índice metabólico en descanso (RMR) se ve afectado por el ciclo menstrual (Donahoo et al., 2004), a todas las mujeres pre-menopáusicas se les pidió que realizaran su cita durante la fase lútea de sus ciclos menstruales (Kaminsky y Whaley, 1993). A los participantes se les pidió que evitaran realizar ejercicios y que ayunaran durante el período de las 12 hs. anteriores a la prueba de RMR. Durante la prueba de RMR, se les pidió a los participantes que se recostaran sobre una cama durante 30 min. Luego se recolectó el aire espirado durante los 20 min finales en un tanque de gasómetro Tissot (Collins Inc, Braintree, Massachusetts, EUA). Se utilizó un sistema de análisis de gas que consistió de un analizador de gas para oxígeno (Servomex Basic O₂ Analyser, 500A, Susses, Inglaterra) y un analizador de gas para dióxido de carbono (Datax Normcap CO₂ moniotr, CD102, Helsink, Finlandia) para medir muestras de aire espirado. El sistema de análisis de gas se calibró antes de la prueba utilizando tres mezclas gravimétricas de gas certificadas de concentraciones conocidas.

Luego, se determinó la composición corporal a partir de un escaneo total del cuerpo utilizando una máquina GE Lunar Prodigy Vision de absorciometría de rayos x de energía dual (DEXA) (Sistemas Médicos GE, Madison, WI) y un *software* de acompañamiento (enCORE 2004, GE Sistemas Médicos, Lunar, Madison, WI). Este *software* define la región de masa grasa androide en el área del abdomen desde la parte superior de la pelvis (límite inferior) hasta un límite superior de proximidad que es el 20 % de la distancia entre la parte superior de la pelvis y la base del cuello. Los brazos se excluyeron de este análisis. El límite superior de la región de masa grasa genoide está definido en la parte superior de la pelvis, siendo la pelvis y la parte externa de los muslos los límites laterales. El límite inferior para esta región está definido como una línea distal hasta el límite superior que es dos veces la altura de la región androide. Los procedimientos de calibración se llevaron a cabo todos los días antes del escaneo, mientras que se realizaba de manera periódica un control de calidad del escáner DEXA durante la recopilación de los datos. Un análisis de test-retest para la composición corporal utilizando esta máquina en particular ha demostrado una alta confiabilidad ($r = 0.97$).

Los participantes regresaban al laboratorio el día siguiente, donde se determinaba el VO₂pico utilizando un test de ejercicios graduados (GTX) que empleó el protocolo de Balke (McArdle et al., 2001). La velocidad de la caminata se fijó en 5 kph, y el grado aumentaba de manera paulatina cada 3 min hasta que el participante no podía continuar. Durante el GTX, los valores de esfuerzo percibido (RPE: Borg, 1982), BP y la frecuencia cardiaca (HR) se registraron al final de cada etapa, mientras que un fisiólogo del ejercicio clínico llevó a cabo una evaluación de ECG de 12-lead (Cardiofax V Ecaps 12 8370K, Nihon Kohden Corp, Japón). Durante el GTX, el consumo de oxígeno se calculó a partir de la ventilación minuto, que se midió utilizando una ventilometría de flujo de masa y análisis de fracciones de gas espirado en una cámara mezcladora (V_{máx.}, Sensormedics, Yorba Linda, CA). Los analizadores de gas se calibraron antes de cada prueba utilizando gases alfa (α) de referencia estándar mientras que los sensores de flujo se calibraron utilizando un jeringa de un litro, según las especificaciones del fabricante. El VO₂pico individual se determinó mediante el promedio de los dos valores de VO₂ consecutivos más elevados registrados en un período de 20-s durante el período de los 2 min previos al agotamiento voluntario.

Por ultimo, a los participantes se les pidió que proporcionaran una muestra de sangre en ayunas en una clínica comercial de patología que evaluó el colesterol total (TC), los triglicéridos, las HDL-C, las LDL-C, las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL-C) y el índice de riesgo coronario (CRC: divide TC por HDL-C; McArdle et al., 2001). Todas las mediciones de los valores iniciales se repitieron la semana siguiente a completar la intervención.

Control Dietario

Todos los participantes formaron parte de un programa de dieta estricta desarrollado y monitoreado por una organización para bajar de peso. La dieta era baja en carbohidratos (CHO; bajo índice glucémico) y grasas moderadas, con suspensión de macronutrientes de aproximadamente el 50% de CHO, 30% de grasa (mayormente saturadas) y 20% de proteínas. El consumo calórico se restringió de manera individual para todos los participantes en base a la altura y la masa corporal, con restricciones de aproximadamente 1200 kcal. por día para las mujeres y 1400 kcal. para los hombres. Los participantes asistieron a pesajes semanales en la organización para bajar de peso. A fin de muestrear el consumo dietario, a todos los participantes se les pidió que registraran su consumo diario de energía en un diario durante las semanas 1 y 12 de la intervención. Aunque este procedimiento indica un cumplimiento dietario sólo durante el período de tiempo monitoreado, puede considerarse que hace pensar en un consumo dietario general durante el período de intervención. A todos los participantes se les dieron instrucciones sobre cómo registrar el consumo de comida en el diario. La información de este diario se analizó más tarde utilizando un programa de computadora (FoodWorks Professional Edition, Versión 4, Xyris

Intervenciones de Ejercicios

Los ejercicios en ambos grupos consistieron de caminatas para realizar en el hogar que se llevaron a cabo durante cinco días a la semana por un período de 12 semanas. Cada sesión de ejercicios se dividió en dos series de 15 min., con al menos 3hs. de separación entre cada serie de ejercicios. Inicialmente la intensidad de las caminatas en el grupo de CON se estableció en valores de HR que equivalieron al 50% del VO₂pico individual determinado durante el GXT. Después de 6 semanas, la intensidad de los ejercicios se incrementó a 55% del VO₂pico individual a fin de demostrar cualquier mejora en la capacidad aeróbica. Las caminatas del grupo de INT se llevaron a cabo utilizando un índice de 2:1 de ejercicios de intensidad baja (40% del VO₂pico) a moderada (70% del VO₂pico), estas intensidades se incrementaron hasta el 45% y el 75% del VO₂pico después de 6 semanas. Estas intensidades se compararon con los valores individuales de HR determinados durante el GXT. La duración de los ejercicios y la intensidad promedio relativa de los ejercicios (% de VO₂pico individual equivalente a la HR individual ; latidos·min⁻¹) fueron las mismas entre los grupos para cada sesión de ejercicios. Todos los participantes recibieron un monitor de HR (Polar F3 Electro Oy, Kempele, Finlandia) para monitorear y mantener la intensidad correcta del ejercicio (caminata), mientras que todas las sesiones de ejercicios se registraron en una actividad diaria a lo largo de la intervención de 12 semanas. Se realizaron llamadas telefónicas quincenales a todos los participantes durante el transcurso de la intervención a fin de controlar el progreso y el cumplimiento de las sesiones de ejercicios. A todos los participantes se les pidió que no realizaran ningún ejercicio adicional, más que los prescritos para cada intervención.

La información de la actividad diaria de una semana (cantidad de pasos por día) se evaluó durante las semanas 1 y 12 de la intervención utilizando un podómetro (Yamax, Digi-walker, SW-700, Tokyo, Japón). Se ha informado que el podómetro Yamax Digi-walker mide de manera precisa y confiable los pasos durante la caminata y la carrera en individuos con sobrepeso y obesos (Swartz et al., 2003).

Análisis Estadísticos

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico para ciencias sociales, versión 14.0 (Chicago, IL) para Windows con el alfa establecido en $p < 0.05$. Inicialmente se realizaron pruebas t independientes a fin de comparar los grupos en los valores iniciales. Todos los datos se analizaron utilizando el test de Levene para la igualdad de varianzas. Los valores iniciales y los resultados posteriores a la intervención para todas las variables se analizaron utilizando un ANOVA para medidas repetidas de diseño combinado de 2 (grupo) por 2 (tiempo). Si el efecto de una intervención era significativa ($p \leq 0.05$) se realizaban pruebas t *post-hoc*. La magnitud del efecto del tratamiento también se evaluó utilizando el tamaño de los efectos (ES) y los umbrales (< 0.5 = pequeño; $0.5 - 0.79$ = moderado; ≥ 0.8 = grande; Cohen, 1988) *d* de Cohen. Sólo se reportaron ES moderados a grandes.

RESULTADOS

Todos los resultados se reportaron como media \pm desviación estándar. No hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los grupos en los valores iniciales para la edad, la masa corporal, la altura y el IMC (Tabla 1).

	CON	INT
Edad (años)	44.4 (10.4)	43.8 (10.4)
Masa corporal (kg.)	93.1 (17.7)	87.6 (10.7)
Altura (m.)	1.65 (0.09)	1.65 (0.08)
Índice de masa corporal (kg·m⁻²)	33.9 (5.0)	32.5 (3.8)

Tabla 1. Características físicas iniciales de los sujetos del grupo CON (n=14) y del grupo INT (n=12). Los datos son medias (\pm DE).

Aptitud Física Aeróbica

Antes de la intervención, no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los dos grupos para el VO₂pico (ml·kg⁻¹·min⁻¹) ni

el tiempo hasta el agotamiento en un GXT (Tabla 2). Aunque no hubo efectos de interacción significativos para estas variables al término de la intervención ($p > 0.05$), hubo efectos principales significativos para el VO_{2pico} ($p < 0.001$, $d = 0.77$ y 0.98 para los grupos de INT y de CON, respectivamente), así como también para el tiempo hasta el agotamiento ($p < 0.001$; $d = 1.10$ y 1.30 para el grupo de INT y el grupo de CON, respectivamente). En la Tabla 2 se muestran los detalles de la HR en descanso (bpm), la presión sanguínea diastólica (DBP) y los últimos valores de RPE. No hubo diferencias significativas entre los grupos para ninguna de estas variables en los valores iniciales, al término de la intervención, ni con el transcurso del tiempo ($p > 0.05$).

Resultados de los Lípidos e Índice de Riesgo Coronario

No hubo diferencias significativas entre los grupos en los valores iniciales para ninguna de las mediciones de lípidos sanguíneos evaluados ($p > 0.05$; Tabla 3). Se hallaron efectos principales significativos para el tiempo ($p < 0.05$) para el TC, los triglicéridos, las LDL y las VLDL-C, con diferencias en los valores con el transcurso del tiempo resultando en ES moderados y grandes para los triglicéridos y las VLDL-C sólo en el grupo de INT ($d = 0.64$ y $d = 1.03$, respectivamente). Se halló un significativo efecto de interacción para las VLDL-C ($p < 0.05$), con un análisis *post-hoc* que mostró una disminución significativa en esta medida sólo en el grupo de INT ($p < 0.05$; ES = 1.03; 39.1% vs 18.7% de disminución en el grupo de INT vs CON).

No hubo una diferencia significativa en el CRC entre los grupos en los valores iniciales, tampoco hubo un efecto de interacción significativo al término de la intervención ($p > 0.05$; Tabla 3). No obstante, hubo un efecto principal significativo para el tiempo ($p < 0.05$), con la disminución del CRC con el transcurso de la intervención reflejada por un ES moderado ($d = 0.58$) sólo en el grupo de INT.

	Grupo de CON		Grupo de INT	
	Pre Intervención	Post Intervención	Pre Intervención	Post Intervención
VO_{2pico} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	25.5 (3.6)	29.3 (3.7)	27.3 (5.2)	31.5 (6.5)
Tiempo hasta el agotamiento	14.9 (3.4)	19.5 (3.2)	14.9 (4.0)	19.6 (4.0)
Frecuencia cardiaca en reposo ($latidos \cdot min^{-1}$)	75 (13)	77 (12)	76 (11)	77 (9)
Presión sanguínea sistólica (mmHg)	114.0 (13.6)	114.8 (15.6)	123.3 (17.9)	118.4 (14.6)
Presión sanguínea diastólica (mmHg)	77.4 (7.4)	79.2 (6.4)	80.6 (11.4)	77.0 (8.3)
Valores finales del esfuerzo percibido	17.6 (1.9)	17.9 (1.7)	17.9 (1.9)	17.8 (1.9)

Tabla 2. Valores iniciales y resultados fisiológicos posteriores a la intervención para el grupo de CON ($n=14$) y el grupo de INT ($n=12$). Los datos son medias (\pm DE).

	Grupo de CON		Grupo de INT	
	Pre Intervención	Post Intervención	Pre Intervención	Post Intervención
Colesterol total (mM/L)	5.06 (1.10)	4.59 (0.93)	6.46 (2.07)	5.66 (1.9)
Triglicéridos (mM/L)	1.31 (0.62)	1.15 (0.98)	1.67 (0.83)	1.09 (0.39)
Lipoproteínas de alta densidad (mM/L)	1.45 (0.33)	1.46 (0.35)	1.51 (0.28)	1.52 (0.53)
Lipoproteínas de baja densidad (mM/L)	0.62 (0.53)	0.57 (0.54)	0.95 (0.34)	0.54 (0.12) *
Índice de riesgo coronario	3.69 (1.12)	3.25 (0.93)	4.50 (1.44)	3.66 (1.69)

Tabla 3. Valores pre y post intervención para los lípidos en los grupos CON ($n=13$) e INT ($n=12$). Los datos son medias (\pm DE). $p < 0.05$ diferencia significativa entre los valores pre y post intervención.

Composición Corporal

No hubo diferencias significativas entre los grupos para la masa corporal, la masa grasa o la masa magra en los valores iniciales ($p > 0.05$, Tabla 4). Aunque no hubo efectos de interacción significativos para estas variables al término de la intervención ($p > 0.05$; Tabla 4), hubo efectos principales significativos para el tiempo, para la masa corporal ($p < 0.001$) y la masa grasa ($p < 0.001$). Se halló un ES grande para la disminución en la masa grasa en el transcurso de la intervención en ambos grupos ($d = 1.10$ y 0.92 en el grupo de INT y de CON, respectivamente), mientras que se registró un ES moderado para la disminución en la masa corporal en el transcurso de la intervención sólo en el grupo de INT ($d = 0.79$). Además, si bien no hubo diferencias significativas entre los grupos para la masa grasa ginecoide y la masa grasa androide en los valores iniciales ni al término de la intervención ($p > 0.05$; Tabla 4), se halló un significativo efecto principal para el tiempo para la masa grasa ginecoide ($p < 0.001$), con disminuciones en esta medida que se reflejan por medio de un ES grande en ambos grupos ($d = 0.94$ y 0.84 en el grupo de INT y de CON, respectivamente).

Índice Metabólico en Descanso

Los valores del índice metabólico en descanso ($\text{kcal}\cdot\text{d}^{-1}$) fueron similares entre los grupos de INT y de CON antes de la intervención (1488 ± 256 y $1452 \pm 312 \text{ kcal}\cdot\text{d}^{-1}$, respectivamente; $p > 0.05$). Además, no hubo diferencias significativas en el RMR entre los grupos después de la intervención ni con el transcurso del tiempo (1434 ± 239 y $1406 \pm 192 \text{ kcal}\cdot\text{d}^{-1}$ para los grupos de INT y de CON, respectivamente; $p > 0.05$). Tampoco hubo diferencias significativas en el cociente respiratorio en descanso (RQ) entre los grupos de INT y de CON en los valores iniciales (0.81 ± 0.07 y 0.78 ± 0.05 , respectivamente; $p > 0.05$), al término de la intervención (0.83 ± 0.05 y 0.80 ± 0.05 , respectivamente; $p > 0.05$) ni con el transcurso del tiempo ($p > 0.05$).

El Cumplimiento y los Diarios

Según los diarios de ejercicios, el cumplimiento de la ejercitación fue del 88% y el 93% para los grupos de INT y de CON, respectivamente, sin haber diferencias significativas entre estos valores ($p > 0.05$). Al término de la intervención, todos los participantes aún estaban inscritos en la institución para pérdida de peso. Además, no hubo ninguna diferencia significativa en la cantidad total promedio de pasos dados por día (incluyendo los pasos del ejercicio y los incidentales), según la evaluación del podómetro, entre los grupos de INT y de CON durante la semana 1 (10954 ± 4150 pasos y 9522 ± 2245 pasos, respectivamente; $p > 0.05$), y la semana 12 (11659 ± 4182 pasos y 10567 ± 4476 pasos, respectivamente, $p > 0.05$), o con el transcurso del tiempo ($p > 0.05$). Asimismo, la evaluación de un diario de autoinforme de comidas no reveló diferencias significativas en el consumo de energía ($\text{kcal}\cdot\text{d}^{-1}$) entre los grupos de INT y de CON durante la semana 1 (1195 ± 83 y $1173 \pm 97 \text{ kcal}\cdot\text{d}^{-1}$, respectivamente) o la semana 12 (1255 ± 289 y $1193 \pm 62 \text{ kcal}\cdot\text{d}^{-1}$, respectivamente), ni con el transcurso del tiempo ($p > 0.05$).

DISCUSION

	Grupo de CON		Grupo de INT	
	Pre Intervención	Post intervención	Pre Intervención	Post Intervención
Masa corporal (kg)	93.1 (17.7)	85.4 (18.0)	87.6 (10.7)	79.1 (9.2)
Masa grasa (g)	41660 (7915)	34382 (8133)	37681 (7729)	29181 (8082)
Masa magra (g)	47070 (11567)	46905 (11452)	46781 (7986)	46755 (8250)
Masa grasa androide (g)	3951 (1109)	3194 (1176)	3642 (857)	2600 (742)
Masa grasa ginecoide (g)	7643 (1488)	6373 (1525)	6799 (1513)	5429 (1395)

Tabla 4. Valores pre y post intervención para la composición en los grupos CON ($n=14$) e INT ($n=12$). Los datos son medias (\pm DE). $p < 0.05$ diferencia significativa entre los valores pre y post intervención.

Otra medición de salud que en general es problemática en los individuos obesos está relacionada con un perfil de lípidos sanguíneos que no ayudan a una función sana (O'Donovan et al., 2005). Los valores normales para los lípidos sanguíneos son los siguientes: TC $< 5.5 \text{ mM/L}$, triglicéridos $< 1.8 \text{ mM/L}$, HDL-C = $1.1 - 3.5 \text{ mM/L}$, LDL-C $< 3.5 \text{ mM/L}$ y VLDL-C $< 1.04 \text{ mM/L}$ (Safeer y Ugalat, 2002). Es relevante que los resultados de este estudio demostraron que 12 semanas de dieta y ejercitación por intervalos dio como resultado valores de TC y LDL-C que se acercan a valores normales en grupo de INT. Además, se demostró una mejora significativa en las VLDL-C con el transcurso del tiempo sólo en el grupo de INT. Estos

resultados pueden deberse a que los valores iniciales estuvieron en el rango superior para estas mediciones en el grupo de INT, mientras que estas mediciones se encontraron dentro de los límites normales en el grupo de CON. Asimismo, la disminución significativa en las VLDL-C con el transcurso del tiempo en el grupo de INT puede explicar el CRC más bajo (NS; ES = 0.58; 18.7% vs 11.9% de disminución en el grupo de INT vs el grupo de CON) que se produjo en el transcurso de la intervención en este grupo. Los resultados de este estudio respaldan otros estudios que han informado mejoras en los lípidos sanguíneos, ya sea después de un programa de ejercicios (Weintraub et al., 1989; Sugiura et al., 2002) o bien al seguir una intervención dietaria (Dattilo and Kris-Etherton, 1992). Weintraub et al. (1989) sugirieron que las mejoras en los lípidos sanguíneos como resultado del ejercicio pueden deberse a una actividad lipoproteínica mayor y una consecuente reducción en los niveles de triglicéridos. La ausencia de diferencias significativas en los lípidos sanguíneos entre los dos grupos después de la intervención puede haberse debido al corto período de intervención que se utilizó, así como también a la utilización de las intensidades de ejercicio en el grupo de INT, que no fueron lo suficientemente altas como para generar un cambio. Por ejemplo, O'Donovan et al. (2005) informaron una mejora significativa en el TC, las LDL-C y las HDL-C después de 24 semanas de ejercicios realizados al 80% del VO_{2pico} .

Las disminuciones en la masa grasa total y la masa grasa ginecoide se vieron reflejadas por medio de los efectos principales para el tiempo, así como también de ES moderados y grandes en ambos grupos. Además, la disminución en la masa corporal con el transcurso del tiempo (sólo un efecto principal significativo) se vio reflejada por medio de un ES moderado sólo en el grupo de INT. Es muy probable que este resultado para la masa corporal en el grupo de INT refleje la mayor pérdida de masa grasa total y masa grasa androide en este grupo (~22.5% y 28.5%) en comparación con el grupo de CON (~17% y 19.2%), combinado con cambios mínimos con el transcurso del tiempo entre los grupos para la masa magra y la masa grasa ginecoide. Estos resultados respaldan otros estudios similares que informaron una pérdida de la masa corporal (Schmidt et al., 2001; Volek et al., 2005) y pérdida de masa grasa (King et al., 2001) luego de intervenciones de ejercicios (King et al., 2001; Schmidt et al., 2001) y de una dieta e intervención de ejercicios (Volek et al., 2005).

Se esperaba que el grupo de INT perdiera más masa grasa (incluyendo masa grasa ginecoide y androide) en comparación con el grupo de CON, debido a reportes de una mayor quema de grasas asociada a una intensidad de ejercicios más elevada en comparación con los ejercicios de menor intensidad (Tremblay et al., 1994; King et al., 2001; King et al., 2002). Aunque los cambios en la composición corporal no fueron significativamente diferentes entre los grupos del presente estudio, el porcentaje de cambio experimentado para la pérdida de masa grasa total y grasa androide y ginecoide fue más elevado en el grupo de INT. Como se destacó anteriormente, las intensidades más elevadas de ejercicio, que pudieron haber resultado en una mayor mejora en la aptitud física aeróbica y por lo tanto una mayor oxidación de las grasas, pudieron haber sido necesarias para generar cambios significativos en la composición corporal en el grupo de INT en comparación con el grupo de CON.

Aunque se ha reportado que una restricción calórica disminuye la masa magra (Pritchard et al., 1997), dando como resultado una disminución en el RMR (Jakicic, 2002), se ha demostrado que la inclusión del componente de la ejercitación a una intervención dietaria mantiene (Tremblay et al., 1994) o atenúa esta disminución de la masa magra (Pritchard et al., 1997). Esto a su vez puede preservar el RMR (Treuth et al., 1996). En el presente estudio se halló que, aunque al parecer los participantes mantuvieron su dieta estricta (como se sugirió mediante los valores de consumo de kcal. registrados durante las semanas 1 y 12 y la necesidad de realizar pesajes regulares en una institución para perder peso), la masa magra y el RMR no se vieron alterados de manera significativa con el transcurso de la intervención. Una explicación para la falta del incremento significativo en la masa magra, y en consecuencia en el RMR en el grupo de INT en comparación con el grupo de CON, pudo haberse debido a que el modo de ejercitación utilizado en esa caminata es probable que no haya inducido a incrementos significativos en la masa muscular. Asimismo King et al. (2001) también reportaron la ausencia de cambios significativos en la masa libre en las mujeres obesas después de un programa de caminata de 8 semanas. Además, dado que se ha demostrado que el ejercicio de alta intensidad (85% - 95% del VO_{2pico}) incrementa el RMR, en comparación con el ejercicio de menor intensidad (King et al., 2002; Poehlman y Danforth, 1991), en el presente estudio pudo haber sido necesaria la utilización de una ejercitación de mayor intensidad (>75% VO_{2pico}) a fin de generar un incremento significativo en el RMR en el grupo de INT.

Las intervenciones de ejercicios en una población con sobrepeso u obesa a menudo están asociadas con altos índices de desgaste y escaso cumplimiento (Dishman, 2001; Jakicic y Gallaher, 2003), con un índice del 53% de desgaste reportado para un estudio de 8 semanas en el que el ejercicio lo realizaban participantes obesos en un laboratorio (King et al., 2001). Esto se compara con un índice del 35% de desgaste (30% para el grupo de CON y 40% para el grupo de INT) en el presente estudio de 12 semanas, con un cumplimiento del ejercicio del 87.7% y 92.9% (NS) para el grupo de INT y el grupo de CON, respectivamente. Aunque estos índices pueden compararse con los reportados en un estudio similar de 12 semanas de ejercitación que realizaron Murphy et al., (2002; 88.2 % y 91.3 para ejercicios de alta y baja intensidad, respectivamente), los índices menores de desgaste pueden haberse debido a que el programa se realizó en el hogar y/o a la utilización de sesiones de ejercicios separadas, lo que les proporcionó a los participantes flexibilidad para realizar los ejercicios. Esta mayor libertad para realizar los ejercicios es importante, pues se ha informado que la falta de tiempo es la razón más común que se da al discontinuar un programa de ejercicios (Dishman, 2001). No obstante, se sabe que el

cumplimiento de la ejercitación (intensidad, frecuencia, duración) en un programa para realizar en el hogar depende totalmente de que el participante informe de manera precisa estos detalles, siendo esta una limitación del presente estudio.

CONCLUSION

Este estudio ha sido novedoso en cuanto a que evaluó dieta y ejercitación (ejercicios por intervalos contra ejercitación aeróbica continua) en una población obesa, utilizando un protocolo de ejercicios para realizar en el hogar que requirió que los participantes realizaran sus ejercicios en dos series separadas de 15 min. Los resultados mostraron que al compararla con una dieta y ejercitación aeróbica continua, la combinación de dieta y ejercicios por intervalos dio como resultado una mejora significativa en los niveles de VLDL-C. Los resultados también sugirieron que un programa de ejercicios para realizar en el hogar que les permitiera a los participantes dividir sus sesiones de ejercicios en dos series al día dio como resultado índices más bajos de desgaste que los programas en laboratorios. Los estudios futuros deberían incluir un grupo de control, una cohorte más grande, un período de intervención más extenso, así como también la evaluación de la utilización de ejercicios de intensidad más elevada durante la ejercitación por intervalos.

Puntos Clave

- La ejercitación por intervalos y restricción calórica de doce semanas dio como resultado una mejora significativa en las lipoproteínas de muy baja densidad en una población obesa, en comparación con la ejercitación aeróbica continua y restricción calórica.
- Ya sean doce semanas de ejercitación por intervalos o de ejercitación continua dieron como resultado mejoras similares en la aptitud física aeróbica en una población obesa.

AGRADECIMIENTOS

La totalidad de los costos financieros de este proyecto fueron cubiertos por la Facultad de Ciencias del Deporte, el Ejercicio y la Salud de la Universidad de Australia Occidental. Se agradece al Dr Robert Vial por permitir que se recluten los participantes de su agencia SureSlim. Asimismo se agradece la asistencia recibida del Dr Andrew Maiorana (Doctor: Hospital Royal Perth), quien monitoreó la prueba de ECG de 12-lead.

REFERENCIAS

1. Adeniran, S. and Toriola, A (1988). Effects of continuous and interval running programs on aerobic and anaerobic capacities in schoolgirls aged 13 to 17 years. *Journal of Sports Medicine* 28(3), 260-266
2. Ballor, D., McCarthy, J. and Wilterdink, E (1990). Exercise intensity does not affect the composition of diet- and exercise-induced body mass. *The American Journal of Clinical Nutrition* 51, 142-146
3. Blair, S., Kohl, H., Barlow, C., Paffenbarger, R., Gibbons, L. and Macera, C (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *The Journal of the American Medical Association* 273(14), 1093-1098
4. Borg, G (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 14, 377-381
5. Cohen, J (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd edition. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates. Curioni, C. and Lourenco, P. (2005). Long-term weight loss after diet and exercise; A systematic review. *International Journal of Obesity* 29(10), 1168-1174
6. Dattilo, A. and Kris-Etherton, P (1992). Effects of weight reduction on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition* 56, 320-328
7. Dishman, R (2001). The problem of exercise adherence: fighting sloth in nations with market economies. *Quest* 53, 279-294
8. Donahoo, W., Levine, J. and Melanson, E (2004). Variability in energy expenditure and its components. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolism* 7(6), 599-605
9. Jacobsen, D., Donnelly, J., Snyder-Heelan, K. and Livingston, K (2003). Adherence and attrition with intermittent and continuous exercise in overweight women. *International Journal of Sports Medicine* 24(6), 459-464
10. Jakicic, J (2002). The role of physical activity in prevention and treatment of body weight gain in adults. *The Journal of Nutrition*

11. Jakicic, J. and Gallagher, K (2003). Exercise considerations for the sedentary, overweight adult. *Exercise and Sport Science Review* 31(2), 91-95
12. Jakicic, J., Marcus, B., Gallagher, K., Napolitano, M. and Lang, W (2004). Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women. A randomized trial. *The Journal of the American Medical Association* 290, 323-1330
13. Kaminsky, L. and Whaley, M (1993). Effects of interval-type exercise on excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) in obese and normal-weight women. *Medicine, Exercise. Nutrition and Health* 2, 106-111
14. King, J., Broeder, C., Browder, K. and Panton, L (2002). A comparison of interval vs. steady-state exercise on substrate utilization in overweight women. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 34, S130
15. King, J., Panton, L., Broeder, C., Browder, K., Quindry, J. and Rhea, L (2001). A comparison of high intensity vs. low intensity exercise on body composition in overweight women. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 33, 228
16. Kraus, W., Houmard, J., Duscha, B., Knetzger, K., Wharton, M., McCartney, J., Bales, C., Henes, S., Samsa, G., Otvos, J., Kul-karni, K. and Slentz, C (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine* 347(19), 1483-1492
17. Lennon, D., Nagle, F., Stratman, F., Shrago, E. and Dennis, S (1985). Diet and exercise training effects on resting metabolic rate. *International Journal of Obesity* 9(1), 39-47
18. Mann, G (1974). The influence of obesity on health. *New England Journal of Medicine* 291, 226-232
19. Marks, B., Ward, A., Morris, D., Castellani, J. and Rippe, J (1995). Fat-free mass is maintained in women following a moderate diet and exercise program. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 27(9), 1243-1251
20. McArdle, W., Katch, F. and Katch, V (2001). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance. 5th edition. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins*
21. Murphy, M., Nevill, A., Neville, C., Biddle, S. and Hardman, A (2002). Accumulating brisk walking for fitness, cardiovascular risk, and psychological health. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 34(9), 1468-1474
22. O'Donovan, G., Owen, A., Bird, S., Kearney, E., Nevill, A., Jones, D. and Woolf-May, K (2005). Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate or high-intensity exercise of equal energy cost. *Journal of Applied Physiology* 98, 1619-1625
23. Poehlman, E. and Danforth, E (1991). Endurance training increases metabolic rate and norepinephrine appearance rate in older individuals. *American Journal of Physiology* 261(2), E233-239
24. Pritchard, J., Nowson, C. and Wark, J (1997). A worksite program for overweight middle-aged men achieves lesser weight loss with exercise than with dietary change. *Journal of the American Dietetic Association* 97(1), 37-42
25. Ross, R (1997). Effects of diet and exercise-induced weight loss on visceral adipose tissue in men and women. *Sports Medicine* 24, 55-64
26. Safeer, R. and Ugalat, P (2002). Cholesterol treatment guidelines update. *American Family Physician* 65, 871-880
27. Schmidt, W., Biwer, C. and Kalscheuer, L (2001). Effects of long versus short bout exercise on fitness and weight loss in overweight females. *Journal of the American College of Nutrition* 20, 494-501
28. Sokmen, B., Beam, W., Witchey, R. and Adams, G (2002). Effects of interval versus continuous training on aerobic and anaerobic variables. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 34, S91
29. Stein, C. and Colditz, C (2004). The epidemic of obesity. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 89, 2522-2525
30. Stein, R., Michielli, D., Glantz, M., Sardy, H., Cohen, A., Goldberg, N. and Brown, C (1990). Effects of different exercise training intensities on lipoprotein cholesterol fractions in healthy middle aged men. *American Heart Journal* 119, 277-283
31. Sugiura, H., Sugiura, H., Kajima, K., Mirbod, S., Iwata, H. and Matsu-oka, T (2002). Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: randomized controlled trial. *BMC Womens Health* 2(1), 3
32. Swartz, A., Bassett, D., Moore, J., Thompson, D. and Strath, S (2003). Effects of body mass index on the accuracy of an electronic pedometer. *International Journal of Sports Medicine* 24, 588-592
33. Trapp, E., Chisholm, D., Freund, J. and Boutcher, S (2008). The effects of high intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity* 32, 684-691
34. Tremblay, A., Simonaeu, J. and Bouchard, C (1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism* 43(7), 814-818
35. Treuth, M., Hunter, G. and Williams, M (1996). Effects of exercise intensity on 24-h energy expenditure and substrate oxidation. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 28(9), 1138-1143
36. Volek, J., VanHeest, J. and Forsythe, C (2005). Diet and exercise for weight loss: a review of current issues. *Sports Medicine* 35(1), 1-9
37. Weintraub, M., Rosen, Y., Otto, R., Eisenberg, S. and Breslow, J (1989). Physical exercise conditioning in the absence of weight loss reduces fasting and post-prandial triglyceride-rich lipoprotein lipase. *Circulation* 79, 007-1014
38. World Health Organization (2005). Obesity and overweight. Available from URL. <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/obesity/en/> Accessed 28th March 2008

Cita Original

Leanne Campbell, Karen Wallman and Danny Green. The Effects of Intermittent Exercise on Physiological Outcomes in an Obese Population: Continuous Versus Interval Walking. *Journal of Sports Science and Medicine* (2010) 9, 24 - 30.