PubliCE, (PubliCE) 1997

Research

El Efecto de Carreras de Endurance sobre las Adaptaciones al Entrenamiento en Mujeres que participan en un Programa de Sobrecarga

Stella L Volpe[1], Janet Walberg-Rankin[2], Kelsie Webb Rodman[2] y Don R Sebolt[2]

[1]Departamento de Ciencias de la Nutrición, Universidad de California en Berkeley, Berkeley, California 94720.
[2]Departamento de Salud Y Educación Física, Instituto Politécnico de Virginia y Universidad Estatal, Blacksburg, Virginia 24061.

RESUMEN

Veinticinco mujeres sedentarias, entre 18 y 30 años de edad, fueron estudiadas para determinar los efectos de un programa de carreras de endurance sobre el desarrollo de la fuerza de pierna a través de un programa de entrenamiento de sobrecarga. Las participantes fueron asignadas de manera aleatoria a un grupo de entrenamiento de sobrecarga (S), de entrenamiento de sobrecarga + pedestrismo (PS), o a un grupo control (C). Los grupos entrenaron aproximadamente 1 hora por día, tres veces por semana durante 9 semanas. El peso corporal fue medido semanalmente. El porcentaje de masa grasa (%MG), la masa corporal magra (MCM), el perímetro de muslo (PM), y el perímetro 7.62 cm por sobre la rótula (PSR) fueron medidos pre y post entrenamiento solamente. Se midió 1 Repetición Máxima (1 RM) a las participantes antes del entrenamiento, a intervalos de dos semanas durante el mismo, y luego de dicho entrenamiento. No se observaron diferencias significativas durante el período experimental en el peso corporal, % MG, MCM, y PM en ningún grupo. Los grupos experimentales tuvieron un PSR post-test significativamente mayor en comparación con el grupo C. Se observaron mejorías significativas con respecto a los niveles pre-test en la fuerza dinámica: 56% para S y 66% para PS. Los grupos S y PS también lograron una fuerza significativamente mayor de piernas que el grupo C. En conclusión, el programa de endurance o resistencia no interfirió con la fuerza de piernas o las ganancias en perímetros alcanzados a través del entrenamiento con pesas, en mujeres previamente sedentarias.

Palabras Clave: entrenamiento de la resistencia, entrenamiento de la fuerza, ejercicio de fuerza-resistencia

INTRODUCCION

La adaptación al ejercicio está relacionada con el tipo de estímulo de entrenamiento en el cual uno participa (16). Por ejemplo, el ejercicio aeróbico como el pedestrismo o carrera, la natación, y el ciclismo provocan un aumento en las mitocondrias musculares, de la mioglobina, del máximo consumo de oxígeno, y en la capacidad de realizar esfuerzos

prolongados, sin un incremento asociado en la fuerza o en la hipertrofia muscular (17). Sin embargo, el ejercicio anaeróbico, como puede ser el entrenamiento con pesas, que supone una resistencia aumentada, provoca incrementos en la fuerza y una hipertrofia en las células musculares 5). El entrenamiento con pesas no produce, o produce muy poco, incremento en el máximo consumo de oxígeno (16).

A pesar de que el ejercicio aeróbico y el entrenamiento con pesas difieren bastante en sus respuestas fisiológicas, la incorporación de ambos programas en un entrenamiento podría resultar más beneficioso que simplemente elegir uno sobre el otro. Por eso, un individuo podría aumentar la hipertrofia muscular y/ o la resistencia muscular incrementando simultáneamente la mioglobina, las mitocondrias, y el máximo consumo de oxígeno.

Pocos investigadores han estudiado los efectos de la combinación de una actividad aeróbica con el entrenamiento de sobrecarga. Dudley y Djamil (9) y Hickson (16) han evaluado los efectos del entrenamiento intervalado combinado con trabajos de sobrecarga con programas sólo de una clase o de otra. A pesar de que observaron aumentos en la fuerza en el programa de sobrecarga + entrenamiento de endurance, el desarrollo de esta cualidad no fue tan grande como el observado en los sujetos que sólo entrenaban con sobrecarga. Por lo tanto, estos investigadores concluyeron que el entrenamiento de endurance perjudica el desarrollo de la fuerza lograda a través del trabajo con pesas.

El propósito de este estudio fue evaluar los efectos de un programa de carreras de endurance sobre el desarrollo de la fuerza de pierna lograda con un programa de sobrecarga. Esta investigación se llevó a cabo con mujeres que no estaban (al momento), entrenando con sobrecarga o realizando trabajos de resistencia aeróbica.

METODOLOGIA

Sujetos

Antes de seleccionar los sujetos, se obtuvo el permiso del Instituto Politécnico de Virginia y del Comité Institucional de la Universidad Estatal para la Revisión de Investigaciones que comprometen Seres Humanos. Los 18 de actividades sujetos experimentales que participaron en este estudio fueron estudiantes universitarias que se ofrecieron voluntariamente para participar de un curso de actividades físicas denominado Fisicoculturismo y Capacidad Física. Las estudiantes fueron asignadas aleatoriamente a uno de dos grupos: sobrecarga (S) (n= 8) o pedestrismo + sobrecarga (PS) (n= 10). Los siete sujetos en el grupo control (C) fueron estudiantes reclutadas de cursos de actividades deportivas recreativas (por ej., bowling y golf) y, por lo tanto, de la misma población general.

Los criterios para la selección de sujetos fueron: (a) que las participantes sean mujeres entre 18 y 30 años de edad; (b) que no hubieran estado participando en programas de sobrecarga o de acondicionamiento aeróbico durante al menos 6 meses; (c) que no tuvieran problemas ortopédicos; (d) que no tuvieran presión arterial elevada (> 140/90 mm Hg); y (e) que no fueran fumadoras (que no hayan fumado nunca o por lo menos durante los últimos 6 meses o más).

Todas las participantes recibieron tanto una explicación escrita como oral del estudio, incluyendo los riesgos, beneficios, y procedimientos, antes de realizar cualquier test. Aquellas que estuvieron de acuerdo en participar completaron un cuestionario con la historia médica para asegurar que ninguna tuviera un riesgo mayor de realizar los programas de ejercicios (que no hayan tenido historias previas de dolor de pecho, dificultades para respirar, infarto de miocardio, etc.).

Procedimientos experimentales

Las participantes fueron pre-testeadas antes del programa de entrenamiento para medir las siguientes variables: peso corporal, porcentaje de masa grasa (%MG) y masa corporal magra (MCM) a través del peso hidrostático, perímetros del muslo (punto medial - PM - y 7.62 cm por sobre la rótula - PSR -), y fuerza máxima dinámica de la pierna (una repetición máxima [1 RM] en una máquina Universal de "press" de pierna y de extensores de pierna. Con fines de confiabilidad, las mujeres fueron retesteadas en fuerza de piernas y perímetros del muslo, al menos dentro de las 72 horas desde la medición inicial. Se eligió un período de descanso de 3 días, ya que de 24 a 48 horas luego de 1 RM se han reportado elevados dolores musculares, lo cual podría influir en la fuerza muscular (11). Las estimaciones de confiabilidad tuvieron un rango de r = 0.95 a r = 0.99. Las mujeres del grupo experimental también fueron testeadas, antes y después, con una carrera de 12 minutos. A pesar de que ésta no fue una medición dependiente del estudio, se llevó a cabo para demostrar que el programa de entrenamiento aeróbico fue lo suficientemente intenso como para producir mejorías cardiovasculares.

Las participantes fueron pesadas semanalmente en una balanza calibrada con un 0.25 kg de precisión. Se llevó a cabo mediciones de peso hidrostático en la forma descrita por Katch y McArdle (22). Las mujeres fueron medidas en posición de decúbito en una red soportada por cuatro células de carga, en un tanque rectangular de acero. El volumen residual fue

medido por la técnica de dilución de oxígeno descripta por Wilmore y cols. (33). El perímetro medial del muslo (PM) se midió como lo describe Jackson y cols. (20). También se realizó otra medición de perímetro muscular, 7.62 cm por sobre la rótula (PSR), ya que el ejercicio de extensión de piernas podría causar hipertrofia muscular en esta zona.

Para la evaluación de 1 RM, las participantes realizaron primero una entrada en calor de 5 repeticiones a un peso sub-maximal de 90 libras. Luego el peso era incrementado de 20 a 40 libras, de acuerdo a la facilidad con la cual se había levantado el peso anterior. Se realizaron tres a cinco series, con 1 minuto de recuperación entre las mismas. El mayor peso que se podía levantar con propiedad una vez, era registrado como 1 RM. Con el fin de observar los aumentos en la fuerza y reajustar la prescripción en la intensidad del levantamiento, cada 2 semanas, a lo largo de las 9 semanas de estudio, se actualizaban los valores del RM. Por lo tanto, se tomaron 1 RM en las semanas 0, 2, 4, 6, 8, y 9. El grupo C fue medido para las mismas variables dependientes que los grupos experimentales. Sin embargo, ellas sólo fueron evaluadas dos veces, en las semanas 0 y 9 del estudio.

Programa de entrenamiento

Los grupos experimentales realizaban sus sesiones de entrenamiento a la misma hora tres veces por semana. Los grupos S y PS llevaron a cabo las primeras dos fases del modelo de periodización descrito por Stone y O'Bryant (28) sobre máquinas Nautilus y Universal. Se eligió el modelo de periodización debido a que los datos científicos muestran que los programas de periodización producen "un desarrollo superior de fuerza y potencia en sujetos relativamente novatos" (3). Si bien el modelo de Stone y O'Bryant (28) consta de cuatro fases, sólo se utilizaron las primeras dos (hipertrofia y fuerza básica), ya que no queríamos variar el trabajo a lo largo de las 9 semanas de entrenamiento. La hipertrofia o "fase de adaptación" es un programa de alto volumen y baja intensidad (muchas repeticiones con poca carga). La fase de fuerza básica es un programa de volumen moderado y alta intensidad (bajo número de repeticiones con mayor carga).

Durante las primeras dos semanas, el entrenamiento de S consistió en 8 a 12 repeticiones al 60% de 1 RM para cada sujeto. También se incorporaron microciclos; es decir, los lunes y viernes los sujetos realizaban tres series de 8 a 12 repeticiones en la máquina para piernas (Tabla 1) y dos series de 8 a 12 repeticiones en la máquina para brazos (Tabla 1). Los miércoles realizaban tres series para brazos y dos para piernas. Luego de las dos primeras semanas de la fase de adaptación, los sujetos aumentaban la intensidad al 75% de 1 RM. Las repeticiones luego bajaban de 4 a 6, y se realizaban cuatro series de piernas los lunes y viernes, y tres series en la máquina de brazos. Los miércoles se hacían tres series de piernas y cuatro de brazos.

El grupo PS corría en un área cerrada 25 minutos durante la primer mitad de la sesión al 75% de la frecuencia cardíaca máxima estimada (método de Karvonnen). Se tomaba periódicamente el pulso durante la carrera para asegurar que las participantes estuvieran corriendo a su frecuencia cardíaca específica. Debido a que las mujeres estaban desentrenadas, durante las primeras dos semanas corrieron/caminaron durante 20 minutos.

Durante estas dos semanas iniciales la mitad corrió y caminó aproximadamente el 50% de los 20 minutos, hasta que progresaron y pudieron correr los 25 minutos hacia la cuarta semana. La duración de la carrera se mantuvo durante el resto del estudio. Más o menos dos a tres mujeres siguieron caminando por intervalos cortos durante la cuarta semana; sin embargo, hacia la quinta semana pudieron correr los 25 minutos seguidos. Luego de la carrera, el grupo PS realizaba ejercicios de fortalecimiento de piernas y cuatro ejercicios a su elección en la máquina para tren superior durante 30 minutos. Se aplicó el mismo protocolo de entrenamiento de sobrecarga que en el grupo S. Todas las sesiones de ejercicio fueron monitoreadas y cada participante llevaba un registro de la rutina exacta para cada sesión.

Universal	Nautilus
Tren inferior "Press" de piernas Extensores de piernas Flexores de piernas	Tren inferior Flexores de piernas
Tren superior Flexores de brazos "Press" de banca "Press" de Tríceps Hombros Tracción en descenso de Dorsal ancho "Press" militar	Tren superior Elevación de Pectorales "Press" de pecho Elevación de Hombros "Press" militar Abdominales

Tabla 1. *Aparatos de sobrecarga utilizados*

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos incluyeron un análisis de la variancia para mediciones repetidas (ANOVA) para las siguientes variables dependientes: peso corporal semanal y fuerza de piernas cada dos semanas (sólo en grupos S y PS), peso corporal pre y post-test, variables de fuerza de piernas, PM, PSR, porcentaje de grasa corporal, y MCM para los grupos S, PS, y C. Se realizó el test post-hoc de Tukey para comprobar si se observaban interacciones significativas. Se estableció a priori un nivel de significancia a nivel de 0.05. Todos los datos fueron analizados utilizando el Sistema de Análisis Estadístico (SAS) (SAS Institute, Carey, NC, EEUU).

RESULTADOS

Los ANOVA para mediciones repetidas, calculados para la carrera de 12 minutos mostraron que el grupo PS realizó un número de vueltas (11.5 +/- 0.61) significativamente mayor ($p < 0.05$) en el post-test que las participantes en el grupo S (6.53 +/- 0.49). Por lo tanto, el programa de pedestrismo utilizado en este estudio fue lo suficientemente intenso como para producir mejorías en el sistema cardiovascular.

En la Tabla 2 se presentan las características promedio de las participantes. No se observaron diferencias significativas en las características iniciales entre ninguno de los grupos. Para todos los grupos, el peso corporal pre y post-test y el semanal no cambió significativamente con el tiempo. No obstante, hubo una tendencia de S a aumentar y de PS a disminuir el peso corporal, lo cual podría relacionarse con un mayor gasto calórico en este último grupo (Tabla 2).

El porcentaje de grasa corporal y la MCM no cambiaron significativamente con el tiempo en ningún grupo. En la Tabla 3 se presentan los promedios de la masa grasa y de los valores de la MCM. El perímetro medial del muslo no fue significativamente diferente entre grupos (Tabla 4). Sin embargo, S y PS tuvieron un PSR post-test significativamente superior ($p <0.05$) al del grupo C (Tabla 4).

Los aumentos en la fuerza dinámica de piernas en el "press" de piernas, en las mediciones cada dos semanas, fueron significativos con el tiempo ($p < 0.05$) para S y PS, sin observarse diferencias significativas entre estos dos grupos (Tabla 5). Los grupos S y PS aumentaron la fuerza de pierna en 56% y 67% por sobre los valores basales, respectivamente. El mayor incremento en los valores bisemanales para el "press" de piernas fue de 19.3% para S y de 16.2% para PS. Esto ocurrió entre las semanas 2 y 4 del período de entrenamiento. Los análisis estadísticos usando sólo los datos pre y post-entrenamiento revelaron que S y PS alcanzaron una fuerza de piernas post-test en el "press" de piernas significativamente superior ($p < 0.05$) a la del grupo C (Tabla 5). Los grupos S y PS también mostraron un incremento significativo ($p < 0.05$) con el tiempo en la fuerza dinámica de piernas en la máquina de extensores de piernas, sin observarse diferencias significativas entre los grupos en los valores bisemanales (Tabla 6). Los porcentajes de aumento por sobre los valores

previos al test fueron similares a los incrementos para el "press" de piernas: S aumentó su fuerza de piernas en 55%, mientras que PS aumentó la fuerza de piernas en el aparato de extensores en un 66%. Como con el "press" de piernas, el mayor aumento en la máquina de extensores también ocurrió entre las semanas 2 y 4, aumentando S un 23.4% y PS un 21.7%. Además, S y PS alcanzaron una fuerza de piernas post-test significativamente mayor ($p < 0.05$) en los extensores de piernas que el grupo C (Tabla 6).

Grupo	n	Peso previo (kg)		Peso posterior (kg)		Estatura (cm)		Edad (años)	
		Media	ESM	Media	ESM	Media	ESM	Media	ESM
S	8	58.7	3.7	62.7	3.4	164.7	2.5	21.0	0.5
PS	10	62.0	2.9	59.7	2.9	165.5	2.2	20.1	0.3
C	7	58.7	4.2	58.4	4.2	162.0	2.2	24.3	1.5

Tabla 2. *Características de las participantes.*
ESM= Error de Estimación Standard (SEM)

	Grupo					
	S (n = 8)		PS (n = 10)		C (n = 7)	
	Media	ESM	Media	ESM	Media	ESM
%de masa grasa						
Pre-test	25.4	3.5	24.5	1.9	22.5	2.9
Post-test	25.5	3.5	24.8	1.5	22.1	2.7
Masa corporal magra (Kg)						
Pre-test	43.1	1.3	46.6	1.6	45.1	2.6
Post-test	44.7	1.3	47.1	1.5	45.0	2.6

Tabla 3. *Porcentaje de masa grasa y valores de masa corporal magra a través de peso hidrostático.*
ESM= Error de Estimación Standard (SEM)

	Grupo					
	S (n = 8)		PS (n = 10)		C (n = 7)	
	Media	ESM	Media	ESM	Media	ESM
Perímetro medial de muslo (cm)						
Pre-test	55.9	2.8	57.2	1.2	56.1	2.0
Post-test	56.1	2.5	56.9	1.2	55.6	1.7
A los 7.62 cm por sobre la rotula (cm)						
Pre-test	42.9	2.2	43.1	0.7	41.9	1.5
Post-test	43.7	2.2*	43.7	0.6*	41.9	1.3

Tabla 4. *Perímetros medialesde muslo (PM) y a los 7.62 cm sobre la rótula (PSR).*
ESM= Error de Estimulacion Standard (SEM)

(*) Significativamente mayor que C, p < 0.05.

	Grupo					
	S (n = 8)		PS (n = 10)		C (n = 7)	
	Media	ESM	Media	ESM	Media	ESM
Pre-test	98.4	6.3	98.3	4.1	102.4	7.0
2	100.1	6.1	108.6	5.2		
4	119.3	6.2	126.2	6.4		
6	128.1	6.4	144.4	8.9		
8	137.1	6.3	146.4	8.9		
Post-test	155.2	13.2	163.2	8.5	102.2	8.9

Tabla 5. *Valores pre y post-test, con frecuencia bisemanal, del "press" de piernas (kg).*
ESM= Error de Estimación Standard (SEM)
(') Significativamente mayor que C, y que los valores de pre-test, p < 0.05.

	Grupo					
	S (n = 8)		PS (n = 10)		C (n = 7)	
	Media	ESM	Media	ESM	Media	ESM
Pre-test	35.0	3.6	34.2	1.4	29.2	2.7
2	37.1	3.1	38.0	2.4		
4	45.9	2.7	46.3	2.3		
6	48.9	2.7	49.2	1.7		
8	51.0	2.9	52.3	3.5		
Post-test	54.3	3.0*	56.8	3.1*	33.4	2.0

Tabla 6. *Valores pre y post-test, con frecuencia bisemanal, de los valores de extensores de piernas (kg).*
ESM= Error de Estimación Standard (SEM)
(*) Significativamente mayor que C y que los valores pre-test, p< 0.05.

DISCUSION

El peso corporal, el porcentaje graso, y la MCM no se vieron alterados significativamente en respuesta al entrenamiento con sobrecarga por si sólo, o en combinación con la carrera de endurance. A pesar de que algunos investigadores (19,31) han reportado cambios significativos en el porcentaje de masa grasa y en la MCM en mujeres que entrenaban con sobrecarga, otros (24,26) no han observado cambios en estos parámetros.

Brown y Wilmore (2) observaron disminuciones significativas en el porcentaje graso en los sujetos obesos, pero no en los magros. Por lo tanto, el porcentaje normal inicial de masa grasa (23.3%) de las participantes en este estudio podría haber sido la razón por la cual no hubo cambios significativos en esta variable. En segundo lugar, debido a que las mujeres eran previamente sedentarias, aparentemente el peso corporal disminuiría significativamente con el ejercicio. Sin embargo, podrían haber aumentado su ingesta calórica durante el estudio, lo cual les habría ayudado a mantener su peso y su

porcentaje graso. De cualquier manera, otros investigadores también han reportado cambios no significativos en la composición corporal (24,26).

En la presente investigación no se observaron incrementos en el PM, pero los grupos experimentales mostraron un PSR post-test significativamente mayor que el grupo C. Cureton y cols. (6) reportaron aumentos significativos en la hipertrofia relativa, tanto en hombres como en mujeres, luego de un programa de entrenamiento con sobrecarga. Sin embargo, otros (2,21,24,26) han observado disminuciones o ningún cambio en los perímetros de tórax, brazos, y pantorrillas en mujeres, pero sí un incremento en estos parámetros en hombres, luego de un programa de sobrecarga. Estas inconsistencias en la literatura con respecto a los perímetros pueden deberse a los distintos programas de entrenamiento de la fuerza.

Otra explicación posible de los cambios no significativos observados en el perímetro podría estar relacionada con el hecho que las mujeres aumentan la fuerza principalmente a través de mecanismos neurológicos, con menos hipertrofia del músculo (4). Los hombres, en cambio, la aumentan principalmente a través de la hipertrofia, lo cual se atribuye a la cantidad diez veces mayor que tienen de testosterona en comparación con las mujeres, así como al tamaño más grande de las fibras musculares, lo que significa una mayor capacidad de desarrollar fuerza debido al número más elevado de filamentos contráctiles (4,7). Esto no significa que las mujeres no desarrollan o no desarrollarán hipertrofia. Los investigadores (7,8) han reportado que, dada la misma intensidad de entrenamiento, las mujeres aumentarán la fuerza y mostrarán una hipertrofia muscular similares a las de los hombres, cuando se expresen ambas con relación al tamaño muscular inicial.

Las participantes en el presente y en otros estudios pueden no haber mostrado un aumento en el PM con un incremento significativo en la fuerza debido a una mayor adaptación neurológica y/o a su nivel inicial de capacidad física. Debido a que nuestras sujetos eran previamente sedentarias, les podría haber llevado un mayor período de tiempo antes de observar hipertrofia significativa en perímetros específicos.

En el presente estudio, la fuerza dinámica de piernas fue significativamente mayor en los grupos experimentales, sin observarse diferencias estadísticas entre los mismos. Otros (2,16) han reportado incrementos en la fuerza a partir de un programa de entrenamiento de la sobrecarga. Los porcentajes de aumento en el presente estudio son comparables a los reportados por otros estudios (12,13,28) que entrenaron en sobrecarga a sus sujetos con duraciones e intensidades similares a las nuestras. Sin embargo, los investigadores (9,16) que compararon el entrenamiento con sobrecarga vs. sobrecarga más ejercicios de endurance o resistencia han reportado desarrollos desparejos en la fuerza en los sujetos previamente sedentarios que entrenaban sobrecarga + endurance.

Stone y cols. (29) han presentado algunos posibles mecanismos que podrían explicar cómo el ejercicio aeróbico podría interferir con el desarrollo de la fuerza. En primer lugar, la actividad aeróbica podría causar una disminución en la miosina ATP-asa en las fibras rápidas (FT). En segundo lugar, Stone y cols. (29) sostienen que el entrenamiento aeróbico podría reducir la concentración de enzimas anaeróbicas necesarias para el entrenamiento con sobrecarga. Finalmente, Stone y cols. (29) piensan que agregar ejercicios de endurance a un programa de sobrecarga podría llevar a un estado de sobreentrenamiento. Con este último mecanismo en mente, nosotros elegimos diseñar las rutinas de manera que tuvieran una duración similar en los grupos experimentales.

La consecuencia de mantener la duración del ejercicio es que el gasto calórico no fue igual para los tratamientos. El gasto calórico promedio para las mujeres que entrenan con sobrecarga es de 6.5 kcal/ min (14,15). Por lo tanto, con una hora de ejercicios de pesas podrían combustionar aproximadamente 390 kcals. El costo calórico de correr a 8 minutos por milla durante 25 minutos está estimado en 250 kcal para una mujer de 60 kg (27). Por lo tanto, se estimó que el grupo PS gastó 445 kcal/hora mientras que el grupo S metabolizó aproximadamente 400 kcal/hora. Debido a que estos son valores estimados, el gasto calórico real para cada sujeto podría variar de acuerdo a factores como el peso corporal y la capacidad física inicial.

Es posible que no se observaran diferencias significativas en la fuerza dinámica de pierna entre S y PS debido a la similar duración de las sesiones de ejercicio para estos grupos. Esta duración similar podría haber disminuido la fatiga muscular que podría haberse hecho presente si PS hubiera ejercitado el doble que S. Gettman y col s. (13) no observaron diferencias significativas en la fuerza entre los grupos con sobrecarga + carrera vs. sobrecarga solamente, los cuales realizaban ejercicios durante aproximadamente la misma duración. En segundo término, nuestras participantes entrenaban tres veces a la semana, en comparación con el programa de Hickson (16), 6 veces en la semana. En nuestro estudio, las mujeres tuvieron períodos de recuperación entre sesiones de 1 a 2 días.

Otra posibilidad que podría explicar el desarrollo desparejo de la fuerza en los trabajos de Dudley y Djamil (9) y de Hickson (16) es que los sujetos tenían dolores musculares. Se han reportado molestias musculares de 12 a 48 hs. después de una serie intensa de entrenamiento de resistencia, carrera intensa de endurance, o entrenamiento intervalado (11,32).

A pesar de que el entrenamiento isoquinético, utilizado por Dudley y Djamil (9), produce poco o ningún dolor muscular ya

que sólo se realizan contracciones concéntricas (32), ésto no excluye que los sujetos hayan podido sufrir dolores musculares después de los 5 minutos en el ergómetro. Por lo tanto, si los sujetos en el grupo combinado tuvieron molestias musculares, podrían no haber rendido el 100% en los tests de fuerza de 1 RM, y en los días en que entrenaban con sobrecarga, perjudicando posiblemente su capacidad para mejorar a altas velocidades en la máquina Cybex. Además, debido a que los grupos experimentales en nuestro estudio entrenaban tres veces semanales, los dolores musculares podrían no haber sido tan grandes, ya que tenían 1 a 2 días de recuperación.

El vaciamiento de las reservas de glucógeno en los sujetos del grupo combinado podría ser otra explicación de los perjuicios en el desarrollo de la fuerza (23,25) reportados en los estudios tanto de Dudley y Djamil (9), como de Hickson (16). Es posible que sus sujetos experimentaran una deplección glucogénica crónica, lo cual es reportado luego de series intensas de endurance o resistencia (19). Este vaciamiento crónico de glucógeno podría reducir la capacidad de entrenamiento de la fuerza de los grupos combinados, en ambos estudios. Houston y cols. (18) observaron que si el nivel inicial de glucógeno muscular está reducido, ésto podría llevar a la “fatiga prematura” y, por lo tanto, a una disminución en la performance, lo que podría haber ocurrido tanto en el estudio de Dudley y Djarnil (9), como en el de Hickson (16).

En el presente estudio, las participantes en el grupo PS realizaron ejercicios a un ritmo confortable, 75% de la frecuencia cardíaca máxima estimada, el cual (se ha comprobado) aumenta el '102 máx. (1). El ritmo y la duración de la carrera en el programa para el grupo PS están relacionados con la utilización de grasas como combustible en el programa para el grupo PS están relacionados con la utilización de grasas como combustible principal. Es poco probable que se haya agotado el glucógeno muscular con esta duración e intensidad de esfuerzo (30). Por lo tanto, cuando el grupo PS realizó los tests de 1 RM, sus reservas glucogénicas no podrían haber estado depletadas como en los otros estudios.

Aplicaciones Prácticas

A partir de los resultados del presente estudio, concluimos que un programa de carreras de endurance de bajo nivel que acompañe a un entrenamiento con sobrecarga de intensidad moderada, no va en detrimento del desarrollo de la fuerza de piernas en mujeres jóvenes previamente sedentarias. Sin embargo, el régimen de ejercicios no cambió significativamente el peso corporal, el porcentaje graso, el índice de MCM, y el perímetro medial de muslo. A pesar de que nosotros no observamos diferencias en el desarrollo de la fuerza entre los grupos S y PS, otros científicos que han investigado los efectos del ejercicio de endurance sobre el entrenamiento con sobrecarga han reportado una falta de desarrollo de la fuerza en el grupo combinado. La explicación de estas diferencias en los resultados es poco clara. Sin embargo, el ejercicio aeróbico en otros estudios fue realizado a altas intensidades, lo cual podría haber causado fatiga muscular local, dolor muscular, y/o vaciamiento crónico del glucógeno muscular. Se hacen necesarios más estudios para determinar si otras intensidades y duraciones de ejercicio aeróbico interfieren con el desarrollo de la fuerza en mujeres.

Las mujeres de edad universitaria, previamente sedentarias que deseen combinar los trabajos de sobrecarga con el ejercicio de endurance o resistencia aeróbica deberían beneficiarse con tal programa. Es posible que los cambios en la composición corporal ocurran luego de un período más largo de entrenamiento que el utilizado en el presente estudio.

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine (1991). Guide lines for Exercise Testing and Prescription (4th ed.). *Philadelphia: Lea & Febiger*
2. Brown, C.H., and J.H. Wilmore (1974). The effects of maximal resistance training on the strength and body composition of wornen athletes. *Med. Sci. Sports 6:174-177*
3. Charniga, A., V. Cambetta, W. Kraemer, H. Newton, H.S. O'Bryant, G. Palmieri, J. Pedemonte, D. Ptaff, and M.H. Stone (1986). Periodization: Part 2. *Nat. Strength Cond. Assoc. J. 8(6):17-24*
4. Costill, D.L (1986). Inside Running. *Indianapolis: Benchmark Press. pp. 153-181*
5. Costill, D.L., E.F. Coyle, W.F Fink, G.R. Lesmes, and F.A. Witzmann (1979). Adaptations in skeletal muscle following strength training. *Appl. Phys.: Resp. Envir Exer Phys. 460):9699. 6*
6. Cureton, K.J., M.A. Collins, D.W. Hill, F.M. McElhannon, and P.L. Davis (1986). Exercise-induced muscle hypertrophy in men and wornen. *Med. Sci. Sports Exerc. 18:577. 7*
7. Cureton, K.J., J. Gieck, B. Glass, E.G. Hall, P. O'Shea, K. Stark, J. Steinberg, J.H. Wilmore, and D.K. Wood (1985). Strength training and conditioning for the fernale athlete. *Nat. Strength Cond. Assoc. J. 7(3):10-29*
8. Drinkwater, B.L (1984). Wornen and exercise: Physiological aspects. *Exer Sport Sci. Rev. 12:21-51*
9. Dudley, C.A., and R. Djarnil (1985). Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise. *J. Appl. Phys. 59:1446-1451*
10. Dudley, C.A., and S.J. Fleck (1987). Strength and endurance training: Are they mutually exclusive?. *Sports Med. 4:79-85*
11. Evans, W.J., C.N. Meredith, J.C. Cannon, C.A. Dinarello, W.R. Frontera, VA. Hughes, B.H. Jones, and H.G. Knuttgen (1986).

Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men. *Appl. Phys. 61:1864-1868*
12. Gettman, L.R., M.L. Pollock, J.L. Durstine, A. Ward, J. Ayres, and A.D. Linnerud (1976). Physiological responses of men to 1,3, and 5 day per week training programs. *Res. Quar 47:638-646*
13. Gettman, L.R., P Ward, and R.D. Hagan (1982). A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Med. Sci. Sports Exerc. 14:229-234*
14. Hempel, L.S., and CI. Wells (1985). Cardiorespiratory cost of the Nautilus express circuit. *Phys. Sportsmed. 13(4):19-25*
15. Hickson,J.F., J.J.Buono, J.H.Wilmore, and S.H. Constable (1984). Energy cost of weight training exercise. *Nat. Stren9th Cond. Assoc. J. 6(5):22- 23*
16. Hickson, R.C (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *EurJ.Appl. Phys.45:255-263*
17. Holloszy, J.O., and F.W. Booth (1976). Biochemical adaptations to endurance exercise in muscle. *Ann. Rev. Physiol. 38:273-275*
18. Houston, M.E., D.A. Marrin, H.J. Creen, and J.A. Thornson (1981). The effect of rapid weight loss on physiological functions in wrestlers. *Phys. Sportsnted. 9011:73-78*
19. Hunter, G.R (1985). Changes in body composition, body build and performance associated with different weight training frequencies in males and fernales. *Nat. Strength Cond. Assoc. J. 7(1):26-28*
20. Jackson, A., M. Pollock, and A. Ward (1980). Generalized equations for predicting body density of wornen. *Med. Sci. Sports Exerc.12:175-182*
21. Katch, FI, and S.S. Drumm (1986). Effects of different modes of strength training on body composition and anthropometry. *Clin. Sports Med.: Training 5:413-459*
22. Katch, FI, and W.D. McArdle (1988). Nutrition, Weíght Control and Exercise (2nd ed.). *Philadelphia: Lea & Febiger*
23. MacDougall, J.D., G.R. Ward, D.G. Sale, and J.R. Sutton (1977). Biochemical adaptation of human skeletal muscle to heavy resistance training and irnrnobilization. *Appl. Phys.: Resp. Envir. Exer. Phys. 43:700-703*
24. Mayhew, J.L., and P.M. Gross (1974). Body composition changes in young wornen with high resistance weight training. *Res. Quar. 45:433440*
25. Oyster, N (1979). Effects of a heavy-resistance weight training program on college wornen athletes. *Sports Med. Physical Fit. 19(1):79-83*
26. Sharkey, B.J (1984). Physiology of Fitness (2nd ed.). *Champaign, IL: Human Kinetics*
27. Stone, M.H., and H. UBryant (1984). Weight Training: A Scientific Approach. *Minneapolis: Burgess*
28. Stone, M.H., D. Wilson, R. Rozenek, and H. Newton (1984). Anaerobic capacity: Physiological basis. *Nat. Strength Cond..Assoc- J. 5(6), 40:6365*
29. Tremblay, A., J.P. Despres, and C. Bouchard (1985). The effects of exercise-training and energy balance and adipose tissue morphology and metabolism. *Sports Med. 2:223-233*
30. Wilmore, J.H (1974). Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a ten week weight training program. *Med. Sci. Sports 6:133-138*
31. Wilmore, J.H., and D.L. Costill (1988). Training for Sport and Activity: The Physiological Basis of the Conditioning Process (3rd ed.). *Dubuque, IA: Wm. C. Brown*
32. Wilmore, J.H., P,A. Vodak, R.B. Parr, R.N. Girandola, and J.E. Billing (1980). Further simplification of a method for determination of residual lung volume. *Med. Sci. Sports Exerc. 12:216218*

Cita Original

Stella L. Volpe, Janet Walberg-Rankin, Kelsie Webb Rodinan, y Don R. Sebolt. El efecto de carreras de endurance sobre las adaptaciones al entrenamiento en mujeres que participan en un programa de sobrecarga. Revista de Actualización en Ciencias del Deporte Nº 15. 1998.