

CONSUMO DE ENERGÍA AERÓBICA DURANTE EL ENTRENAMIENTO CON PESAS RECREATIVO EN MUJERES Y VARONES

Beth Morgan, Sarah J. Woodruff y Peter M. Tiidus (ptiidus@wlu.ca)

Department of Kinesiology & Physical Education, Wilfrid Laurier University, Waterloo ON, Canada

RESUMEN

La influencia del sexo sobre el consumo de energía aeróbica durante el entrenamiento con pesas no se ha investigado sistemáticamente. Nosotros determinamos el gasto de energía aeróbica absoluto y relativo durante la realización de dos programas de entrenamiento con pesas de diferentes intensidades, duraciones y trabajo total en varones y mujeres. Ocho varones y siete mujeres entrenados en fuerza en forma recreativa (20-29 años) completaron dos sesiones de entrenamiento con pesas al azar que involucran 2 series de 8 ejercicios estándar de la parte superior e inferior del cuerpo a una cadencia fija separada por 45 segundos de descanso entre las series y ejercicios (48 hrs separadas). Hubo una sesión pesada de 8 repeticiones al 100% de 8 máximas repeticiones (8RM), con una duración de ~19 minutos y otra de 15 repeticiones al 85% de 8RM, la duración fue de ~23 minutos. El VO₂ fue determinado continuamente a lo largo de las sesiones de entrenamiento. La masa magra corporal fue estimada a partir de medidas de pliegues cutáneos y del peso corporal. El gasto energético fue estimado a partir de mediciones metabólicas respiro-por-respiro usando un equipo de medición metabólica portátil (Cosmed K4b2). El gasto energético aeróbico absoluto (kJ total) y la tasa de gasto energético por minuto (kJ por minutos) no fue significativamente diferente entre las intensidades alta y baja, y entre los sujetos varones y mujeres. La tasa de gasto de energía promedió aproximadamente entre 10-12 kJ por minuto. Sin embargo, el gasto energético aeróbico relativo (J por masa magra en kg por minuto por unidad de trabajo) fue significativamente superior ($p < 0.02$) para mujeres comparado a los varones en ambas intensidades: Alta (26.46 ± 8.06 mujeres vs 14.36 ± 3.02 varones) y Baja: (19.91 ± 4.28 mujeres vs 9.83 ± 3.28 varones). Se concluyó que las mujeres liberan un gasto energético aeróbico relativo mayor que los varones al realizar programas de levantamiento de pesas de tipo recreativo.

PALABRAS CLAVES: entrenamiento de la fuerza, sexo, consumo de energía aeróbica,

INTRODUCCIÓN

Relativamente pocos estudios han documentado el consumo de energía aeróbica durante el ejercicio de entrenamiento con pesas (Hickson y cols., 1984; Ballor y cols., 1989; Kuehl y cols., 1990; Phillips y Ziuraitis, 2003). La aplicabilidad de estos estudios al entrenamiento con pesas recreativo para el fitness y la salud como es recomendada por el *American College of Sports Medicine* (*American College of Sports Medicine*, 1998; 2002) está limitada en que algunos de estos estudios usaron formas de entrenamiento en circuito, un número limitado de ejercicios o sujetos, o no se reprodujeron programas de entrenamiento con pesas de forma realista o recreativa. Además, puesto que el consumo de energía en los estudios de entrenamiento con pesas previos típicamente se estimaba vía el uso de carros metabólicos (Hickson y cols., 1984), la movilidad de los sujetos estaba a menudo limitada y, por consiguiente, las mediciones del levantamiento de pesas no pudieron haber reflejado la movilidad real en la sala de pesas y la variedad de levantamientos realizados en las sesiones típicas de entrenamiento con pesas.

El advenimiento de sistemas de análisis metabólicos portátiles (por ejemplo, el *Cosmed K4b2*) ha hecho la estimación del consumo de energía durante sesiones reales de entrenamiento con pesas más factibles. Es interesante observar que, los recientes estudios también han reportado una dependencia relativa mayor de las fuentes de energía aeróbicas en mujeres comparadas a los hombres durante los ejercicios con resistencias o pesas (Kent-Braun y cols., 2002; Mattei y cols., 1999). Esto indica que las diferencias sexuales en el consumo de energía aeróbica relativo durante el entrenamiento con pesas, pueden existir. Sistemáticamente no se ha cuantificado la influencia del sexo en el consumo de energía aeróbica durante el entrenamiento con pesas en estudios previos, con algunos estudios, como el de Hickson y cols. (1984), y el de Scala y cols. (1987), que sólo reportaron datos en grandes levantadores masculinos de elite. Este estudio buscó cuantificar el consumo de energía aeróbica durante el ejercicio típico del entrenamiento recreativo con pesas (diseñado principalmente para la mejora del fitness y de la salud) de intensidades diferentes (*American College of Sports Medicine*, 1998; 2002) tanto en mujeres como en varones usando un equipo de análisis metabólico portátil.

MÉTODOS

Quince sujetos (8 varones, 7 mujeres) de 20-29 años completaron el estudio. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado para participar en el estudio. El estudio ha sido aceptado por la *Wilfrid Laurier University Human Ethics Board* de acuerdo con el pronunciamiento del Tri-consejo (de Canadá) sobre la conducta ética para la investigación que involucra a humanos. Todos los sujetos tenían entre 3-5 meses de experiencia de entrenamiento con pesas recreativo antes de su involucramiento en el estudio y estaban físicamente activos, pero no competitivamente atléticos.

La masa magra corporal (en kg) de todos los sujetos se estimó a partir de la suma de las medidas de 4 pliegues cutáneos como es descrito por Durnin y Wormsely (1974) con la masa grasa estimada substraída del peso corporal.

El consumo de oxígeno máximo (VO_{2máx}) fue determinado usando el sistema metabólico portátil *Cosmed K4b2* (*Cosmed Corporation, Rome, Italy, 2000*). Los sujetos completaron una marcha de precalentamiento de unos 5 minutos, seguido por un test graduado de cinta ergométrica con los sujetos corriendo a una velocidad auto-seleccionada y la elevación de la cinta ergométrica aumentando un 2% cada dos minutos hasta la fatiga volitiva (McConnell, 1998). El VO_{2máx} era determinado como un plateau en el

consumo de oxígeno entre dos cargas de trabajo crecientes, acompañadas por un coeficiente de intercambio respiratorio (RER) mayor que 1.15, y una frecuencia cardíaca dentro de los 10 latidos·min⁻¹ del máximo predicho por la edad.

Para imitar una práctica "típica" de entrenamiento con pesas de sujetos recreativos como recomienda el *American College of Sports Medicine Guidelines* (1998; 2002), se realizaron los ejercicios de levantamiento de pesas usando máquinas de levantamiento de pesas *Universal* o *APEX*, así como pesas libres y una combinación de levantamientos de miembros superiores e inferiores corporales. El uso primario de máquinas es típico de los halterófilos recreativos, aunque algunos pesos libres también se emplean a menudo (Fleck y Kraemer, 1997). Ocho máximas repeticiones (8RM) para cada levantamiento/máquina fueron determinadas para cada sujeto. Los siguientes levantamientos fueron usados: 1) press de piernas sentado (APEX), 2) press de pecho inclinado (APEX), 3) curl de isquiotibiales sentado (APEX), 4) dorsales sentado (dorsales) (APEX), 5) empujes de tríceps de pié (Universal), 6) extensiones de cuádriceps sentado (APEX), 7) curl de bíceps de pié (mancuernas), 8) press de hombros (deltoides) sentado (APEX). Como consecuencia, los sujetos realizaron dos entrenamientos con pesas en un orden al azar, de intensidades diferentes usando los levantamientos anteriores en el orden alistado. Los entrenamientos se realizaron 48 horas aparte y en el mismo momento del día. En la sesión con carga pesada (HS), los sujetos realizaron 2 series de 8 repeticiones de cada levantamiento a una resistencia igual al 100% de sus 8RM predeterminadas. Durante el entrenamiento liviano (L), los sujetos realizaron 2 series de 15 repeticiones de cada levantamiento a una resistencia igual al 85% o a sus 8RM predeterminadas. Los participantes se sentaban quietamente durante 5 minutos antes del comienzo de cada entrenamiento. Para estandarizar los ritmos de trabajo y de pausa, cada ejercicio se realizó a una cadencia de 60 reps·min⁻¹ en cada movimiento (levantamiento/contracción o bajada/relajación) correspondiente a una repetición. Los sujetos descansaban 45 segundos entre cada serie y entre cada estación de levantamiento (máquina). Esto produjo una proporción trabajo-pausa de aproximadamente 1:2 para el entrenamiento 8RM al 100% y aproximadamente 1:1.5 para el entrenamiento de 8RM al 80%. Esto es similar a proporciones de trabajo-pausa usadas en estudios previos (Hickson y cols., 1984). La intensidad de los levantamientos, el tiempo del levantamiento, la duración de la pausa entre las series, y el rango y el tipo de levantamiento usado fueron típicos de programas de entrenamiento con pesas recomendados para adultos sanos que realizan el entrenamiento con pesas principalmente para beneficios de la salud y el fitness (*American College of Sports Medicine*, 1998; 2002). Se registraron mediciones metabólicas "respiro a respiro" a lo largo de los ejercicios de levantamiento de pesas usando el sistema metabólico portátil Cosmed K4b2. El registro empezó con el primer levantamiento y continuó a lo largo de los levantamientos y de los 45 segundos de pausa, y acabando con el último levantamiento. El consumo de energía aeróbica durante los ejercicios de levantamiento de pesas fue estimado de los gases expirados usando la fórmula: $3.781 \times \text{VO}_2 + 1.237 \times \text{VCO}_2 \times 4.2 = \text{kilojoules (kJ)}$, como es calculado por el sistema metabólico Cosmed y en base a las recomendaciones de Elia y Livesey (1992). Esto es similar a estudios previos que a menudo usan VO_2 expirado y suponen una energía equivalente de aproximadamente 21 kJ por litro de O_2 consumido (reportado como Kcal) (Scala y cols., 1987; Keuhl y cols., 1990; Hickson y cols., 1984).

El trabajo total realizado en los levantamientos para cada sujeto se expresó como Unidades de trabajo (U) y fue calculado como (número de repeticiones x número de series x peso levantado en kg = U).

El VO_2 pico para cada ejercicio de levantamiento fue determinado para cada sujeto de los datos metabólicos registrados en el entrenamiento de 8RM al 100% y convertido a VO_2 pico como porcentaje del $\text{VO}_{2\text{máx}}$. La media de los datos del VO_2 pico fue calculada para cada sexo.

Una forma de análisis de variación (ANOVA) fue usada para comparar los grupos (varón-100% 8RM, varón-85% 8RM, mujer 100% 8RM, mujer 85% 8RM). Un ANOVA factorial multivariado fue usado para determinar si las diferencias sistemáticas existieron entre los sexos respecto a LBM y la cantidad de trabajo realizado durante los ejercicios de levantamiento.

RESULTADOS

Los datos de altura, peso, edad y porcentaje de grasa corporal para los sujetos se alistan en la Tabla 1. Los varones tuvieron significativamente ($p < 0.01$) la masa magra corporal (LBM) más alta que las mujeres, 66.7 ± 6.8 kg contra 46.5 ± 4.1 kg. Los varones también tenían significativamente ($p < 0.05$) un $\text{VO}_{2\text{máx}}$ superior que las mujeres; 59.6 ± 10.3 ml·kg⁻¹·min⁻¹ vs 52.2 ± 3.9 ml·kg⁻¹·min⁻¹. Los valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ para varones y mujeres indicaron que los sujetos estaban sanos y bien de salud, pero no eran atletas de élite (Powers y Howley, 2001).

La tasa de consumo de energía aeróbica (EE) en kJ por minuto para las sesiones a intensidades alta (100% 8RM) y baja (85% 8RM) se muestran en la Figura 1 ("SD")(valores en Kcal; varones 100% 8RM 2.7 ± 0.8 , varones 85% 8RM 2.8 ± 1.5 , mujeres 100% 8RM 2.3 ± 0.8 , mujeres 85% 8RM 2.5 ± 0.7). Aunque los valores masculinos tendieron a ser superiores que los de las mujeres, no hubo ninguna diferencia significativa ($p > 0.05$) en la tasa de EE

aeróbica absoluta entre los sexos o entre las intensidades. La energía total expendida para cada carga de trabajo en kJ se describe en la Figura 2 (valores en Kcal; varones 100% 8RM 50.8 ± 15.3 , varones 85% 8RM 58.5 ± 31.3 , mujeres 100% 8RM 42.2 ± 15.0 , mujeres 85% 8RM 58.1 ± 17.0). Aunque la intensidad de levantamiento de 100% 8RM produjo un trabajo mayor realizado por levantamiento, la intensidad de levantamiento 85% 8RM fue acompañada por un número mayor de contracciones por serie, por consiguiente, compensando aproximadamente la diferencia que se debe principalmente a la cantidad mayor de trabajo realizado y a los tiempos de ejercicio consecuentemente más largos en el último. Estos resultados indican una intensidad

Tabla 1. Características físicas de los sujetos. Los datos son promedios (SD).

	Hombres (n = 8)	Mujeres (n = 7)
Edad (años)	22.1 (2.9)	20.7 (1.0)
Altura (cm)	176.7 (6.1)	166.7 (4.9)*
Peso corporal (kg)	76.0 (8.8)	64.2 (7.5)*
Grasa corporal (%)	12.0 (2.5)	26.1 (3.6)*

* mujeres diferente de los hombres ($p < 0.05$)

de ejercicio promedio de aproximadamente 2-3 METS a lo largo de aproximadamente 19-23 minutos de sesiones de entrenamiento con pesas.

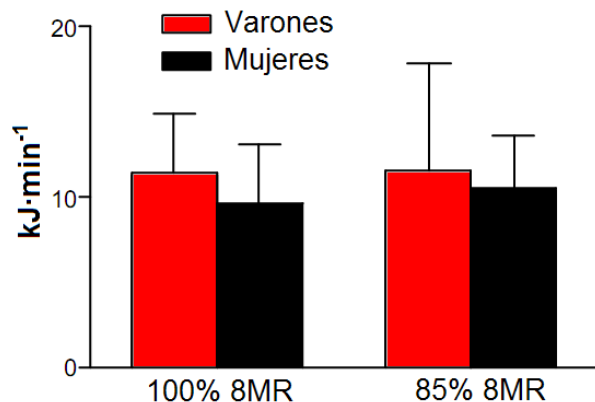


Figura 1. La tasa de gasto energético aeróbico (kJoules por minuto) para hombres y mujeres cuando completan sesiones de levantamiento de pesas (100% 8MR, 2 series de 8 repeticiones, tiempo total de trabajo de aproximadamente 23 minutos). No hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los sexos o cargas de trabajo en la tasa absoluta del gasto energético aeróbico.

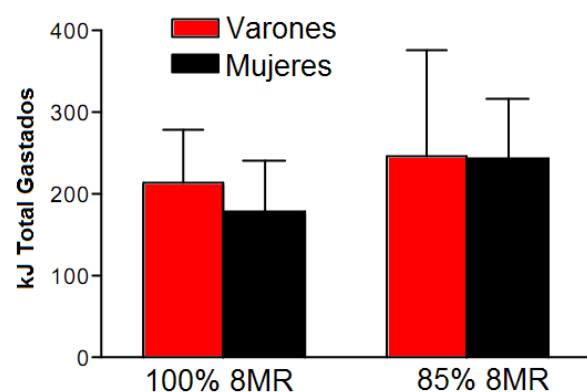


Figura 2. El gasto energético aeróbico total expendido por varones y mujeres al completar sesiones de trabajo usando resistencias de 100% y 85% de 8MR (ver **Figura 1** para detalles de la carga de trabajo). No hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los sexos o las cargas de trabajo.

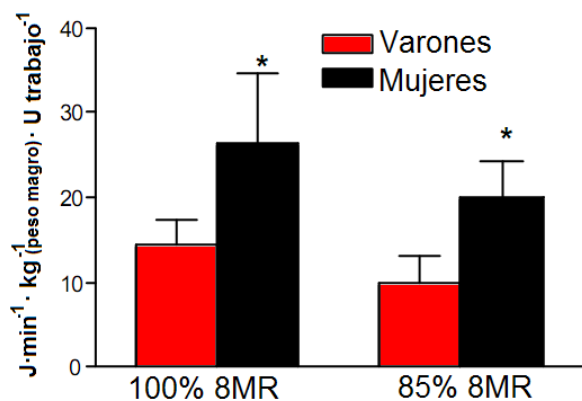


Figura 3. El consumo de energía aeróbica relativo (en Joules por minuto por la masa magra corporal de kg por la unidad de trabajo). Las mujeres gastaron significativamente más ($p < 0.02$) energía aeróbica en ambas cargas al 100% y 85% 8RM respecto al peso corporal y trabajo total realizado (ver **Figura 1** para detalles de la carga de trabajo).

El EE aeróbico relativo en Joules (J) por minuto por kg de LBM por unidad de trabajo, se describe en la **Figura 3** (valores en cal·kg de LBM⁻¹·min⁻¹·Unidad de trabajo⁻¹; varones 100% 8RM 3.4±0.7, varones 85% 8RM 2.3±0.8, mujeres 100% 8RM 6.3±1.9, mujeres 85% 8RM 4.7±1.0). Las mujeres tuvieron un EE aeróbico significativamente mayor según la talla y el trabajo realizado ($p < 0.02$) que los varones en ambas intensidades de trabajo al 100% y al 85%. Un ANOVA multivariado factorial de sexo e intensidad no reveló ninguna diferencia significativa en el EE absoluto o relativo para los grupos (varón-100% 8RM, varón-85% 8RM, mujer-100% 8RM, mujer-85% 8RM). Esto indicó que no hubo ninguna diferencia sistemática entre los sexos en la cantidad de trabajo hecho durante el entrenamiento con pesas relativo a la masa magra corporal.

El VO₂ pico promedio como porcentaje del VO_{2máx}, para cada ejercicio de levantamiento en la carga de trabajo 100% 8RM fue un 44.9±3.2% para los varones y un 57.6±6.1% para las mujeres. Las mujeres tuvieron el VO₂ pico promedio como el porcentaje de VO₂ máx durante cada ejercicio de levantamiento de pesas significativamente superior comparado a los varones ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

El hallazgo primario de este estudio es que las mujeres exhibieron una tasa significativamente mayor de EE aeróbica relativo a la masa magra corporal y al volumen de trabajo realizado durante los ejercicios de levantamiento de pesas que los varones. Esta diferencia estuvo presente en ambas intensidades al 85% y al 100% 8RM. Este hallazgo está soportado por los datos del VO_{2máx} promedio que también demuestran que las mujeres tuvieron el consumo de oxígeno relativamente mayor durante los ejercicios de

levantamiento con pesas (como porcentaje de su $VO_{2m\acute{a}x}$) que los varones. Varios estudios previos que usan ejercicios con resistencias han reportado diferentes datos del consumo de energía aeróbica de varones y de mujeres (Ballor y cols., 1989; Keul y cols., 1990; Phillips y Ziuraitis, 2003). Estos estudios no han notado una diferencia sexual en el consumo de energía aeróbica durante el entrenamiento con pesas al expresar el consumo de energía en unidades absolutas (es decir, Kcals por minuto). Tales diferencias sexuales también no fueron evidentes en nuestro estudio, cuando se expresaron consumos de energía aeróbicos para los varones y mujeres como kJs por minuto. Sin embargo, éste es el primer estudio en comparar los sexos durante el entrenamiento con pesas, expresando el consumo de energía aeróbica en términos relativos (es decir, Joules por kg de peso corporal por unidad de trabajo). Cuando las diferencias de talla corporal y del trabajo total realizado se representan en este estudio, una diferencia sexual surgió.

No pueden determinarse las razones para el consumo de energía aeróbica superior durante el levantamiento de pesas relativo a la talla corporal y el trabajo realizado en mujeres comparadas a los varones de este estudio. Sin embargo, estudios previos han notado que las mujeres cuentan con un metabolismo significativamente más aeróbico y gastan energía relativamente más aeróbica que los varones al realizar contracciones musculares a intensidades mayores que el 50% de contracción voluntaria máxima (MVC) (Kent-Braun y cols., 2002). Kent-Braun y cols. (2002) han indicado que esto puede ser, al menos en parte, debido a actividades relativamente mayores de enzimas aeróbicas musculares y a menores actividades de enzimas glucolíticas que pueden existir en las mujeres respecto a los varones (Kent-Braun y cols., 2002). Además, los varones tienden a tener una dependencia relativamente mayor de la glucosa como fuente de combustible, apoyando así un potencial mayor para la actividad anaeróbica a cargas de trabajo más pesadas que las mujeres (Tarnopolsky y cols., 1990). De ahí, como previamente se reportó (Kent-Braun y cols., 2002), es posible que las mujeres puedan contar con un consumo de energía aeróbica relativamente mayor (y por consiguiente, menos en energía anaeróbica), y los varones pueden disponer de un consumo de energía anaeróbica relativamente mayor (y por consiguiente, menos en energía aeróbica) durante el entrenamiento con pesas cuando el trabajo total y la masa magra corporal son controlados. Puesto que no había ninguna diferencia sistemática subsecuentemente en los sujetos varones y mujeres en el fitness aeróbico global y en la experiencia de entrenamiento con pesas, parece improbable que esas diferencias en el consumo de energía aeróbica podrían dar cuenta de cualquier diferencia en el fitness o experiencia entre los sexos.

Alternativamente, Mattei y cols. (1999) han indicado que las mujeres desentrenadas pueden tener un costo energético relativamente superior al realizar una intensa contracción muscular que los varones que están poco relacionados a las diferencias en el metabolismo anaeróbico o aeróbico entre los sexos. Ellos indican que esto puede ser debido a las reducidas eficiencias metabólicas en la utilización de ATP durante las contracciones musculares de las mujeres desentrenadas respecto a los varones (Mattei y cols., 1999). En este caso, el consumo de energía tanto aeróbico como anaeróbico durante el entrenamiento con pesas había sido superior en las mujeres que en los varones cuando fue expresado respecto a la LBM y al volumen de trabajo realizado. Sin embargo, puesto que nosotros sólo pudimos medir el consumo de energía aeróbica, sólo esto pudo haber sido evidente.

Estas posibilidades necesitan ser seguidas con una investigación extensa, discernir los mecanismos involucrados en el consumo de energía aeróbica relativamente mayor respecto a la LBM y al volumen de trabajo realizado por las mujeres durante los ejercicios de entrenamiento con pesas. La contribución anaeróbica al rendimiento del levantamiento de pesas no pudo medirse directamente en este estudio. No obstante, el metabolismo aeróbico durante la recuperación post-ejercicio, puede utilizarse al menos en parte para la recuperación anaeróbica, es decir, la resíntesis del fosfato de creatina (Gaesser y Arroyos, 1984). De allí, la contribución del consumo de oxígeno medido durante los períodos de 45 segundos de recuperación entre las series y las estaciones de ejercicio (incluidos como cálculos globales del consumo de energía aeróbica) podría dar cuenta, al menos parcialmente, del metabolismo anaeróbico involucrado durante los ejercicios del levantamiento con pesas.

El otro hallazgo de este estudio fue que el consumo de energía aeróbica durante el entrenamiento con pesas promedió aproximadamente entre 10-12 kJ por minuto o sólo aproximadamente 2-3 METS en ambos sexos tanto al 85% como al 100% de 8RM. Esto es significativamente menos que lo reportado previamente en algunos estudios, que notaron un equivalente de aproximadamente 28-39 kJ por minuto de consumo de energía aeróbica durante los ejercicios de entrenamiento con pesas (originalmente reportados como Kcal) (Hickson y cols., 1984; Scala y cols., 1987; Ballor y cols., 1989). Algunas de estas diferencias podrían ser debidas a la naturaleza más aeróbica del entrenamiento en circuito de programas previamente reportados con pesas (Ballor y cols., 1989), al uso de varones de élite (Scala y cols., 1987) en lugar de halterófilos recreativos o al uso de sólo sujetos varones grandes (Hickson y cols., 1984). Los consumos de energía aeróbicos reportados en el presente estudio son similares a aquéllos reportados recientemente por Phillips y Ziuraitis (2003) (reportados como equivalentes metabólicos METS), quienes también usaron levantadores recreativos de ambos sexos que realizaban el entrenamiento con pesas según las guías del *American College of Sports Medicine*, similares a las empleadas en el presente estudio. De allí, las tasas de consumo de energía aeróbica promedio de 10-12 kJ por minuto reportado en este estudio, son estimaciones probablemente más realistas para halterófilos recreativos que realizan el entrenamiento con pesas de intensidad moderada con proporciones de trabajo-pausa de aproximadamente 1:2.

CONCLUSIÓN

En conclusión, este estudio demostró que las mujeres tienen el consumo de energía aeróbica significativamente superior que los varones durante los ejercicios de levantamiento con pesas cuando es expresado respecto a la masa magra corporal y al volumen de trabajo realizado. Los consumos de energía totales para el programa de entrenamiento con pesas estándar como es

típicamente realizado por los levantadores recreativos expende energía aeróbica a razón de sólo 10-12 kJ por minuto o el equivalente de aproximadamente 2-3 METS en el transcurso de las sesiones de entrenamiento con pesas.

REFERENCIAS

- ◆ American College of Sports Medicine. (1998) Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30, 975-991.
- ◆ American College of Sports Medicine. (2002) Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34, 364-380.
- ◆ Ballor, D.I., Becque, D. and Katch, V.I. (1989) Energy output during hydraulic resistance circuit exercise for males and females. *Journal of Applied Sports Science Research* 3, 7-12.
- ◆ Durnin, J.V. and Wormsley, J. (1974) Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition* 32, 77-97.
- ◆ Elia, M. and Livesey G. (1992) Energy expenditure and fuel selection in biological systems: The theory and practice of calculations based on indirect calorimetry and tracer methods. *World Review of Nutrition and Diet* 70, 68-131.
- ◆ Fleck, S. J. and Kraemer, W. J. (1997) *Designing resistance training programs*. 2nd edition. Human Kinetics, Dubuque Ill.
- ◆ Gaesser, G. and Brooks, G. (1984) Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: A review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16, 29-43.
- ◆ Hickson, J.F., Buono, M.J. Wilmore, J.H. and Constable, S.H. (1984) Energy cost of weight training exercise. *National Strength and Conditioning Association Journal* 3,22-24.
- ◆ Kent-Braun, J.A., Ng, A.V., Doyle, J.W. and Towse, T.F. (2002) Human skeletal muscle responses vary with age and gender during fatigue due to incremental isometric exercise. *Journal of Applied Physiology* 93, 1813-1823.
- ◆ Kuehl, K., Elliot, D.L., and Goldberg, L. (1990) Predicting caloric expenditure during multi-station resistance exercise. *Journal of Applied Sports Science Research* 4, 63-67.
- ◆ Mattei, J.P., Bendahan, D., Roussel, M., Lefur, Y. and Cozzone, P.J. (1999) Gender modulates the energy cost of muscle contraction in untrained healthy subjects. A ³¹P magnetic resonance spectroscopy analysis. *Federation of European Biological Societies Letters* 450, 173-177.
- ◆ McConnell, T.R. (1998) Cardiorespiratory assessment of apparently healthy populations. In: *ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription*. Ed: Roitman J.L. et al. 3rd edition. Williams and Wilkins, Baltimore MD.
- ◆ Phillips W.T. and Ziuraitis, J.R. (2003) Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17, 350-355.
- ◆ Powers, S.K. and Howley, E.T. (2001) *Exercise Physiology: Theory and application to fitness and performance*. 4th edition, McGraw-Hill, Boston MA.
- ◆ Scala, D., McMillan J., Blessing, D., Rozenek, R. and Stone, M. (1987) Metabolic cost of a preparatory phase of training in weight lifting: a practical observation. *Journal of Applied Sports Science Research* 1, 48-52.
- ◆ Tarnopolsky, L.J., MacDougall J.D., Atkinson, S.A., Tarnopolsky M.A. and Sutton, J.R. (1990) Gender differences in substrate for endurance exercise. *Journal of Applied Physiology* 68, 302-308.

Título original: AEROBIC ENERGY EXPENDITURE DURING RECREATIONAL WEIGHT TRAINING IN FEMALES AND MALES, **Beth Morgan, Sarah J. Woodruff and Peter M. Tiidus**, *Journal of Sports Science and Medicine* (2003) 2, 117-122.