

Article

# Costo de Oxígeno Pico Luego de Series de Ejercicios con Sobrecarga: Fundamentos acerca de la Importancia de la Recuperación sobre el Ejercicio

Dr. Christopher B. Scott

*Exercise, Health and Sport Science Department. University of Southern Maine, Gorham, ME USA.*

## RESUMEN

Durante el primer minuto después de una sola serie de entrenamiento con sobrecarga, los índices de consumo de oxígeno son mayores que el consumo de oxígeno del ejercicio ( $VO_2$ ). El propósito de este estudio fue determinar si esto también se producía en las series múltiples, utilizando cadencias de levantamientos diferentes y también se intenta determinar con mayor precisión cuando se producen los índices de  $VO_2$  pico. Diez voluntarios de sexo masculino realizaron 3 series de 5 repeticiones de press de banca a 70% de una repetición máxima (1 RM). El orden cronológico en el cual se realizaron las contracciones excéntricas y concéntricas permitió establecer 3 protocolos diferentes: (1) 1,5 s abajo y arriba; (2) 4 s abajo, 1 s arriba; y (3) 1 s abajo, 4 s arriba. El intercambio de gases se recolectó en períodos de 5 s en los tres protocolos con períodos de 15 s para el protocolo 1,5/1,5. El consumo de oxígeno después de pequeñas series de ejercicio de sobrecarga aumentó en todas las series y protocolos, y luego disminuyó hasta los niveles de reposo; la mediana del tiempo transcurrido hasta alcanzar el valor máximo fue significativamente menor para las 3 series de 1,5/1,5 (35,5 s) en comparación con 4/1 (45,0 s) ( $P = 0,02$ ) pero no con 1/4 (41,5 s) (4/1 y 1/4 no fueron diferentes). La tasa de intercambio respiratoria varió de  $0,80 \pm 0,06$  a  $1,42 \pm 0,18$ , aumentando y disminuyendo dos veces dentro de períodos de 4 min de recuperación entre todas las series y entre todos los protocolos. Estos resultados indican que los índices de  $VO_2$  alcanzaron el máximo dentro de 35 a 45 s después de series breves de ejercicio de sobrecarga de baja intensidad. Se sugiere que un programa de ejercicios de tipo intermitente (levantamiento de pesas y entrenamiento Tabata) que tiene en cuenta períodos de descanso o de recuperación activa recurrente tendrá potencial para desempeñar un rol predominante en el gasto calórico relacionado a la pérdida de grasa.

**Palabras Clave:** Deuda de oxígeno, tasa de intercambio respiratoria, exceso de consumo de oxígeno post ejercicio, pérdida de peso

## INTRODUCCION

Después de una sola serie (8 repeticiones) de ejercicio de sobrecarga, "el mayor aumento en el consumo de oxígeno ocurrió

durante el primer minuto de recuperación" (10, pag. 27). Esta afirmación que tiene 40 años habría recibido poca atención ya que la mayoría de las descripciones de consumo excesivo de oxígeno post ejercicio de exceso (EPOC) típicamente afirman que disminuye exponencialmente en el momento en que se detiene el ejercicio y retorna hacia los niveles en reposo; un escenario que ha sido definido a partir de observaciones realizadas después de ejercicios de tipo aeróbico (1,2,7,11).

El consumo oxígeno ( $VO_2$ ) durante el ejercicio aeróbico siempre ha sido considerado independientemente de EPOC. Sin embargo, contrariamente a la separación del  $VO_2$  del ejercicio y EPOC, la mayoría de las investigaciones sobre entrenamiento con sobrecarga combinan múltiples períodos de levantamientos intermitentes con períodos de descanso/recuperación entre las series para representar una sola medición de índice-función ( $L \text{ min}^{-1}$ ) para el entrenamiento entero (19). Sobre la base de esta metodología, los períodos de descanso/recuperación podrían ser falsamente identificados como parte del ejercicio y no como parte de EPOC. De hecho, si  $VO_2$  alcanza el máximo después de las series de entrenamiento con sobrecarga, entonces, parecería posible que los mayores costos aeróbicos se produjeran durante la recuperación y no durante los períodos de levantamiento reales.

Por lo tanto este estudio intenta determinar mejor desde una perspectiva temporal, utilizando períodos de muestreo más cortos y cadencias de levantamiento diferentes, la magnitud y comportamiento del  $VO_2$  en el descanso/recuperación inmediato después de múltiples series de levantamiento de pesas. Discutiremos brevemente el "problema" planteado por otros autores sobre cómo deben ser categorizados los períodos de descanso/recuperación después de series de levantamiento individuales; si deben ser considerados parte de EPOC o parte de gasto de energía de ejercicio (8).

## MÉTODOS

---

### Sujetos

Diez varones voluntarios fueron informados acerca de los riesgos asociados con la participación en este estudio. Todos los participantes firmaron un documento de consentimiento informado aceptado por el Comité de Revisión Institucional de Asuntos Humanos de la Universidad de Southern Maine antes de que se recolectaran los datos. Los valores de Media  $\pm$  SD de los sujetos de edad (años), talla (centímetros), y peso corporal (kg) fueron  $23,2 \pm 3,1$ ,  $177,3 \pm 5,3$  y  $82,1 \pm 11,5$ , respectivamente, y 70% de 1RM (kg) fue  $74,9 \pm 11,2$ . Todos los sujetos eran halterófilos entrenados que habían realizado entrenamiento con sobrecarga 3 veces por semana durante por lo menos 3 meses.

### Procedimientos

Se solicitó a los sujetos que ayunaran 4 horas antes de la prueba y que no realizaran ejercicios el día de la prueba. La mayoría de las pruebas se realizó por la mañana. Se requirieron cuatro visitas al laboratorio. En la primera visita, se registró una repetición máxima (1-RM) en press de banca en una máquina Smith la cual posee en una barra horizontal que se desliza por barras verticales por lo que el peso sólo puede ser levantado en el plano vertical (*York Barbel Company, York, PA*). El peso fue aumentado gradualmente hasta que no se pudiera completar una repetición. Todos los sujetos realizaron una entrada en calor con un peso elegido por ellos mismos antes de intentar la 1RM. Se puso énfasis en mantener la forma correcta y se mantuvo un contacto de 5 puntos con el banco y suelo. El evaluador escogió el aumento de peso en cada levantamiento y se proporcionó un período de descanso/recuperación (3-5 min) entre los esfuerzos. Cada sujeto realizó una práctica de bajada y levantamiento de la barra con una cadencia establecida por un metrónomo. Un pequeño disco sujeto a un microprocesador en la máquina Smith registró la distancia que la barra se desplazaba. El trabajo (J) se registró como el producto entre el peso levantado y la distancia vertical (ascendente) que la barra se desplazaba. Durante las siguientes 3 visitas al laboratorio, los sujetos fueron asignados al azar a 3 series de levantamientos en press de banca a 70% de sus 1RM ( $74,9 \pm 11,2$  kg). Cada serie consistió en 5 repeticiones. Este número fue seleccionado a partir de un estudio piloto para asegurar que los sujetos pudieran realizar el trabajo requerido sin fatiga. De otra manera, si se hubiera considerado la fatiga como parte de la estimación de gasto de energía, habría influido en el gasto de energía (17). Las tres cadencias de levantamiento practicadas y medidas incluyeron: (1) 1,5 s abajo y 1,5 s arriba (15 s de levantamiento por serie, 45 s total); (2) 4 s abajo y 1 s arriba (25 s de levantamiento por serie, 75 s total); y (3) 1 s abajo 4 s arriba (25 s de levantamiento por serie, 75 s total).

El consumo de oxígeno se midió con un dispositivo de medición del metabolismo (*metabolic cart*) (*MM-2400, PavoMedics, Sandy, Utah*) el cual fue calibrado un mínimo de dos veces inmediatamente antes del test, usando aire del cuarto y gases de calibración (16%  $O_2$ , 4%  $CO_2$ ). La ventilación fue calibrada con una jeringa de 3L. El consumo oxígeno se midió en períodos de 5 s en los tres protocolos separados y en períodos de muestreo de 15 s para el protocolo 1,5/1,5 (cuando el

levantamiento se realizó en períodos de 15 s). Antes de cada levantamiento, el  $VO_2$  en reposo se promedió durante un periodo de 5 min con cada sujeto en posición supina con la espalda en el banco y los pies en el suelo (Figura 1).

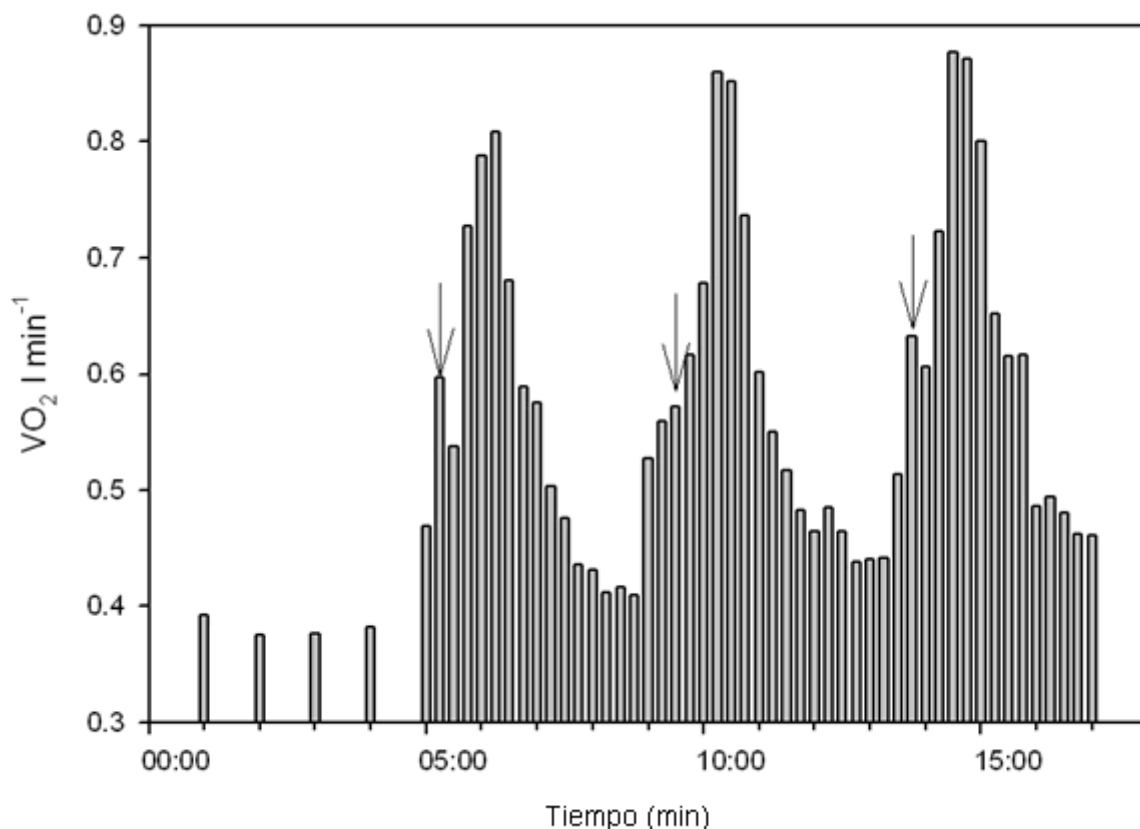
El período de descanso después de la primera y segunda serie se estableció en 4 min. Después de que se realizara la tercera serie y el peso fuera colocado en rack, los sujetos colocaron sus pies elevados en una silla paralelos a la altura del banco. El exceso de consumo de oxígeno post ejercicio (EPOC) se registró hasta que 2 mediciones consecutivas de 15 s cayeran debajo de  $5,0 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (que es considerado un valor típico de  $VO_2$ , para sujetos de pie en reposo).

### Análisis Estadísticos

Se obtuvieron los valores de estadística descriptiva para  $VO_2$  y RER antes, durante y después de todas las series de entrenamiento con sobrecarga. Los análisis estadísticos fueron realizados con *SigmaPlot 12,0*. Las comparaciones fueron realizadas mediante ANOVA de medidas repetidas y el adecuado test *post hoc*. El nivel de significancia se fijó en  $P = 0,05$ . Dado que ésta era una investigación descriptiva, no se determinó el tamaño muestral.

## RESULTADOS

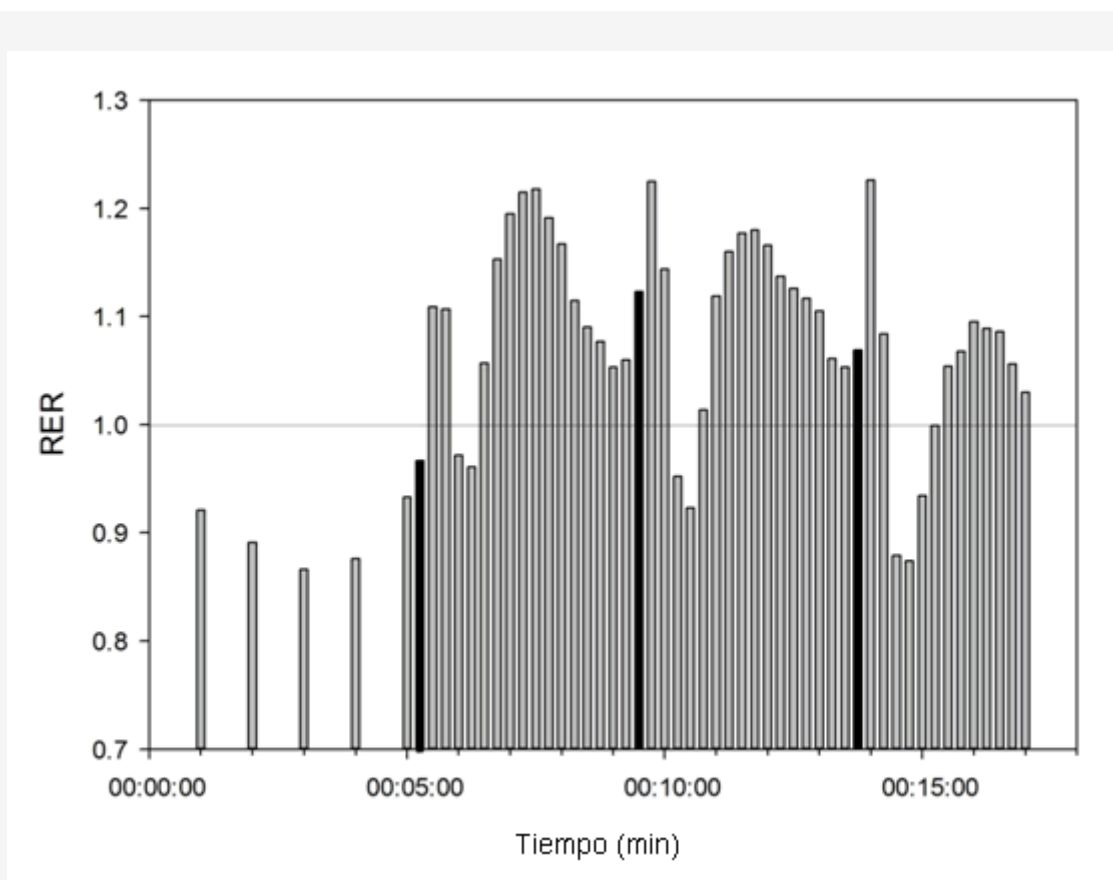
Debido al perfil sesgado del índice  $VO_2$  durante la recuperación, los valores de la mediana pueden representar la mejor medida de tendencia central. Dentro de períodos de muestreo de 5-s el mayor  $VO_2$  en valores de mediana se obtuvo a ( $\pm 25\%$  a  $75\%$ )  $45,0 \text{ s}$  (35 a 56 s) para 4 s abajo/1 s arriba,  $41,5 \text{ s}$  (31 a 53 s) para 1 s abajo/4 s arriba y  $35,5 \text{ s}$  (19 a 45 s) para 1,5 s abajo/1,5 s arriba; 1,5 s abajo/1,5 s arriba fue significativamente menor en comparación con 4 s abajo/1 s arriba ( $P = 0,02$ ). Entre los protocolos los índices de  $VO_2$  máximo medio ( $\pm \text{SD}$ ) no fueron diferentes entre las series: 1,5 s abajo/1,5 s arriba en la serie 1,  $32,9 \pm 21,7 \text{ s}$ ; en la serie 2,  $35,8 \pm 18,8 \text{ s}$ ; serie 3,  $28,9 \pm 31 \text{ s}$  ( $P = 0,53$ ); 4 s abajo/1 s arriba en la serie 1,  $53 \pm 27,8 \text{ s}$ ; serie 2,  $38,9 \pm 19,5 \text{ s}$ ; serie 3,  $49,6 \pm 13,1 \text{ s}$  ( $P = 0,33$ ); 1 s abajo/4 s arriba en la serie 1,  $44,3 \pm 22,9 \text{ s}$ ; serie 2,  $41,1 \pm 33,4 \text{ s}$ , serie 3,  $46,9 \pm 18,7 \text{ s}$  ( $P = 0,88$ ) (ver Figura 1).



**Figura 1.** En la figura se presentan los índices de consumo de oxígeno en períodos de medición de 15 s para ejercicios de

levantamiento de pesas (press de banca) 1,5 s abajo y 1,5 s arriba. Es necesario señalar que después de los períodos de levantamiento (marcado por flechas) el  $VO_2$  siempre alcanzó el máximo dentro del descanso/recuperación, el tiempo de ejercicio total fue 45 s, el tiempo de descanso/recuperación total fue ~12 min. Si el diseño del programa de ejercicios pusiera énfasis en la recuperación, para este formato de levantamiento, los períodos de descanso de 75 s mantendrían los índices de  $VO_2$  probablemente por encima de los del ejercicio (datos de 10 sujetos promediados).

La característica bimodal del RER en la recuperación se informa descriptivamente como un intervalo. Como parte de los períodos de 4 min de descanso/recuperación se observó un patrón continuamente cambiante en los protocolos con los siguientes intervalos: 1,5 s abajo/1,5 arriba,  $0,81^{-1},36$ ; 4 s abajo/1 s arriba,  $0,80^{-1},42$ ; 1 s abajo/4 s arriba,  $0,84^{-1},46$  (ver Figura 2). Debido a los tiempos de muestreo esporádicos para los períodos de muestreo de 5 s, generalmente no se disponía de 12 períodos de muestreo por min, con períodos de medición reales que iban de 3 a 18 s (en el protocolo 1,5/1,5, los períodos de muestreo de 15 s arrojaron 4 medidas por min). Aun así surgió un patrón distinto dentro de los datos para todo los levantamientos sin tener en cuenta el tiempo del período de muestreo; un aumento inmediato en RER luego de cada levantamiento seguido por una caída subsiguiente, seguida por otro incremento gradual y posteriormente, una caída gradual final. Este patrón también ocurrió en los 3 min.



**Figura 2.** La tasa de intercambio respiratoria (RER) se presenta en períodos de medición de 15 s para ejercicios de sobrecarga con 1,5 s abajo y 1,5 s arriba. Las barras negras indican el período de levantamiento para cada una de las 3 series. Después de cada serie la RER aumentó sustancialmente por encima de 1,00, luego disminuyó en forma consistente después de ~30 a 45 s hasta un punto mínimo (nadir), seguidos por otro aumento y caída subsiguiente. Este modelo de subidas y bajadas de RER de estado no estable, a menudo muy por encima de 1,00, no indica propiamente utilización de sustrato durante el período de ejercicio o el período de descanso/recuperación (promedio de datos de 10 sujetos).

# DISCUSIÓN

## Características del Consumo de Oxígeno en la Recuperación

Después de todos los levantamientos secuenciales (3 series en total) del ejercicio de press de banca, el  $\text{VO}_2$  alcanzó el máximo siempre dentro del primer minuto de la recuperación, entre 35 s y 45 s, independientemente del levantamiento, del tiempo bajo tensión y de la cadencia excéntrica/concéntrica (Figura 1). Más aún, los tiempos de levantamiento más lentos podrían prolongar el tiempo para alcanzar el  $\text{VO}_2$  máximo. McArdle y Foglia (10) primero observaron luego de una sola serie de ejercicio con sobrecarga (8 repeticiones), que el  $\text{VO}_2$  medido en intervalos de medición de un minuto alcanzaba el máximo en el primer minuto de la recuperación. En conjunto, los datos revelan que el  $\text{VO}_2$  luego de entrenamiento con sobrecarga no sigue un patrón típicamente asociado al ejercicio aeróbico donde el  $\text{VO}_2$  siempre cae exponencialmente hacia los valores de reposo en el momento en que el ejercicio se detiene. Dado los levantamientos breves y los períodos de recuperación/descanso largos de algunos programas de entrenamiento con sobrecarga, los mayores índices de  $\text{VO}_2$  se producen dentro de los períodos de descanso/recuperación y no durante el ejercicio. Desde esta perspectiva, una única medida de índice de  $\text{VO}_2$  ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) utilizada para representar un entrenamiento con sobrecarga completo puede consistir principalmente en  $\text{VO}_2$  de la recuperación y no del ejercicio.

*¿Por qué el exceso consumo de oxígeno post ejercicio (EPOC) cae exponencialmente después del ejercicio aeróbico y aumenta momentáneamente antes de caer después del ejercicio de sobrecarga?* Los estudios de ciclismo isquémico utilizan brazaletes neumáticos colocados aproximadamente alrededor de ambos muslos, que luego son inflados para impedir el flujo de sangre y el transporte de  $\text{O}_2$  durante el ejercicio en estado estable (9,14). Cuando los brazaletes se inflan, como era de esperarse, el  $\text{VO}_2$  disminuye ligeramente. Sin embargo cuando los brazaletes se desinflan, se observa un exceso del  $\text{VO}_2$  superior al del estado estable del ejercicio. Durante el entrenamiento con sobrecarga parecería probable que el músculo se contraiga de manera suficientemente intensa para impedir de la misma forma el flujo de sangre y entrega de  $\text{O}_2$  (18). Después de la realización de la serie de levantamiento de pesas, podría producirse un exceso similar de  $\text{VO}_2$  dentro de los períodos de descanso/recuperación entre las series. Mantener la respiración durante el levantamiento puede contribuir adicionalmente con un exceso de  $\text{VO}_2$  durante la recuperación. Los aumentos de este tipo en los índices de  $\text{VO}_2$  durante la recuperación y la duración (tiempo) de estos aumentos, deben ser aprovechados dentro del diseño de programas de ejercicio que se centren en los costos de energía (Figura 1).

## Características de la Tasa de Intercambio Respiratorio

La RER nunca conservó la consistencia durante los períodos de ejercicio y de descanso/recuperación, tomando valores de 0,80 a 1,42 entre y dentro de los protocolos de levantamientos. Dada esta información, no es posible identificar adecuadamente el tipo de sustrato oxidado. Independientemente de los tiempos de períodos de muestreo reales (y bastante variados) el patrón de la RER fue similar entre todos los períodos de levantamientos y descanso/recuperación, presentando un aumento al principio seguido por una caída abrupta y luego un levantamiento subsiguiente, seguido por una disminución más lenta; todos dentro de un período de 3 min (Figura 2). Este modelo de subidas y bajadas, ciertamente no se asocia con un estado estable y nos da un motivo para centrarnos en EPOC, una medida del  $\text{VO}_2$ , en vez de intentar estimar el gasto de energía de la recuperación/descanso (kJ) sobre la base de la utilización de sustratos. Sin embargo, la utilización de sustratos puede desempeñar un papel importante para diferenciar entre ejercicio y recuperación. Si bien el enfoque puede ciertamente ser colocado en el propio ejercicio (3,6), podría ser que los períodos de recuperación múltiples tuvieran un efecto más prominente en la oxidación de grasas y en la pérdida de peso.

La cinéticas de bloqueo y desbloqueo del oxígeno observada en cualquier ejercicio y en períodos de descanso/recuperación tendrían un  $\text{VO}_2$  diferente a las conversiones de gasto de energía si la utilización de combustible fuera diferente entre cada una. Un litro de  $\text{VO}_2$  a 21,1 kJ (oxidación anaeróbica + aeróbica de la glucosa) y 19,6 kJ (oxidación de grasas) representa una diferencia de gasto de energía de aproximadamente 7%. En función de esta información la utilización de sustratos tiene el potencial de afectar el  $\text{VO}_2$  (12). Borsheim y Bahr (2) han sugerido que cuando un entrenamiento se completa y se mide el  $\text{VO}_2$  a largo plazo (durante horas, días), un cambio de sustrato de carbohidratos a grasas puede explicar de 10 a 15% del EPOC observado. Sin embargo es necesario tener cuidado en reconocer que el uso de la utilización de sustrato para determinar el volumen de  $\text{O}_2$  consumido, es muy diferente en comparación con el uso de una medida de  $\text{VO}_2$  sin tener en cuenta la oxidación de combustible. Por ejemplo, tanto la oxidación de lactato como la de las grasas sufren intercambio de energía aeróbica solamente a través de la respiración mitocondrial, probablemente a 19,6 kJ por litro de  $\text{O}_2$  consumido (15). Aun así, la oxidación del lactato no parece influir en el volumen de EPOC (dentro de un período de recuperación de 28 min) (14), pero la oxidación de grasas aparentemente si lo hace. ¿Por qué se produce esto? La respuesta puede ser que el escenario de oxidación de grasas implica una estimación de gasto de energía basado en RER para el  $\text{VO}_2$ . Éste no era el objetivo de estudios de oxidación de lactato. Sin embargo, comparado con la glucosa, la oxidación de lactato tendría

efectivamente una influencia en EPOC (4,15).

### **Limitaciones del estudio**

Los períodos breves de medición de intercambio de gases tienen limitaciones porque la medición se vuelve más variable con tiempos de recolección más cortos (13), en ausencia de un estado estable y con el período de muestreo real (no seleccionado) del dispositivo de medición de metabolismo (*metabolic cart*). Datos previos revelaron que el coeficiente de variación (CV) para EPOC después del levantamiento era mayor al 30% y podría acercarse al 50% para el gasto de energía del ejercicio aeróbico y anaeróbico con períodos de levantamiento breves (16). Estos valores de CV son claramente conflictivos (5). Sin embargo, dado que la variabilidad es un aspecto inherente de las mediciones de estado no estable, no significa que no se deba realizar ningún esfuerzo por hacer una estimación razonable de una medida variable. Por ejemplo, los períodos de 5 s de intercambio de gases seleccionados en dos sujetos podrían tener una duración de 3 a 18 s, haciendo que los tiempos reales máximos y mínimos (nadir) sean difíciles de señalar con precisión (ver los resultados). De hecho, los períodos de prueba a menudo varían en unos segundos o más, en todos los sujetos a lo largo de los protocolos. Independientemente, los patrones de 5 s fueron similares después de todas las series y entre todos los protocolos e idénticos a los períodos de prueba de 15s para los levantamientos 1,5 s abajo /1,5 s arriba: El  $VO_2$  aumenta desde el ejercicio al descanso/recuperación antes de caer y aumento del doble y caída de la RER.

### **Programación del ejercicio**

En el ejercicio aeróbico, el  $VO_2$  de recuperación (es decir, EPOC) se mantiene separado del período del ejercicio (1,2,7,11). Aun así, muchos fisiólogos del ejercicio continúan promediando múltiples períodos de ejercicios de sobrecarga y períodos de recuperación/descanso en una sola medición de  $VO_2$  ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), del mismo modo que el EPOC del ejercicio de tipo aeróbico, es considerado sólo como el último período de recuperación. Sin embargo, utilizar fundamentos del ejercicio aeróbico para modelar los múltiples períodos de recuperación posteriores a los ejercicios de sobrecarga podría ser imprudente (8).

Las adaptaciones fisiológicas al ejercicio de alta intensidad anaeróbico intermitente, han sugerido un rol más importante para la pérdida de grasas, en comparación con el ejercicio aeróbico de baja intensidad (3, 6). Claramente, el ejercicio seleccionado, la cantidad de masa muscular activa involucrada y la intensidad del ejercicio, es lo que impulsa o promueve el  $VO_2$  de la recuperación. Además, la presencia de numerosos períodos de recuperación/descanso cuidadosamente cronometrados entre las series de ejercicio puede adicionalmente crear un potencial para mantener mayor gasto de energía y oxidación de grasas con un menor trabajo general y disminuir el esfuerzo percibido. Sobre la base de este ejemplo, el ejercicio intermitente con 6 a 8, series de alta intensidad de 20 s seguidas por 10 s de descanso o recuperación activa, sólo pueden tener un costo de energía ligeramente menor que 6 a 8 series con 10 s de ejercicios equivalentes acoplados con 20 s de descanso/recuperación activa; con esto último, el trabajo se divide en dos, el esfuerzo percibido disminuye, se duplican los períodos de descanso y la oxidación de grasas puede incrementarse.

## **CONCLUSIONES**

---

El consumo de oxígeno alcanza el máximo en los períodos de recuperación/descanso entre las series de levantamiento de pesas, no durante el propio ejercicio. La oxidación de combustible no se conoce con detalle, dado que la RER aumenta y disminuye dos veces dentro de los 3 min de recuperación. Considerado los resultados de investigaciones previas, los períodos de descanso/recuperación activa múltiples, específicamente cronometrados, deben ser considerados como una parte separada y esencial del diseño de programas de ejercicios cuando se pone énfasis en la menor cantidad de trabajo global y en el mayor potencial para la pérdida de grasa corporal.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Agradecemos a Mike Leary por su dedicación y capacidad de recolección de datos.

### **Dirección de contacto**

Scott CB, PhD, Department of Exercise, Health and Sport Sciences, University of Southern Maine, Gorham, ME, 04038, USA. Phone (207) 780-4566; FAX: (207) 780- 4745 Email. [cscott@usm.maine.edu](mailto:cscott@usm.maine.edu).

## REFERENCIAS

---

1. Bielinski R, Schutz Y, Jequier E (1985). Energy metabolism during the post exercise recovery in man. *Am J Clin Nutr*; 42:69-82
2. Borsheim E, Bahr R (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Medicine*; 33:1037-1060
3. Boutcher SH (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obesity (Article ID 868305)*
4. Chiolero R, Mavrocordatos P, Burnier P, Cayeux, M-C, Schindler C, Jequier, E, et al (1993). Effects of infused sodium acetate, sodium lactate, and sodium  $\beta$ -hydroxybutyrate on energy expenditure and substrate oxidation rates. *Am J Clin Nutr*; 58:608-613
5. Comerford SR, Cordain L, Melby CL (1995). Reliability of the measurement of excess post-exercise oxygen consumption following two identically controlled cycling bouts. *Med Sci Sports Exerc*; 29(5):Supplement abstract 1108
6. Hunter GR, Weinsier RL, Bamman MM, Larson DE (1998). A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. *Int J Obesity*; 22:489-493
7. Kuo CC, Fattor JA, Hendersen GC, Brooks GA (2005). . Lipid oxidation in fit young adults during postexercise recovery. *J Appl Physiol*; 99:349-356
8. LaForgia J, Withers JA, Gore CJ (2006). Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *J Sports Sci*; 24:1247-1264
9. Loeppky JA, Gurney B, Icenogle MV (2008). Effects of acute leg ischemia during cycling on oxygen and carbon dioxide stores. *J Rehab Res Devel*; 45:1091-1102
10. McArdle WD, Foglia GF (1969). Energy cost and cardiorespiratory stress of isometric and weight training exercises. *J Sports Med Phys Fit*; 9:23-30
11. Melanson EL, Sharp TA, Seagle HM, Donahoo WT, Grunwald GK, Peters JC, et al (2002). Resistance and aerobic exercise have similar effects on 24-h nutrient oxidation. *Med Sci Sports Exerc*; 4:1793-1800
12. Mole PA, Hoffmann JJ (1999). VO<sub>2</sub> kinetics of mild exercise are altered by RER. *J Appl Physiol*; 87:2097-2106
13. Myers J, Walsh D, Sullivan M, Froelicher V (1990). Effect of sampling on variability and plateau in oxygen uptake. *J Appl Physiol*; 68:404-410

### Cita Original

Scott CB. Oxygen Costs Peak after Resistance Training Sets: A Rationale for the Importance of Recovery over Exercise. *JEPonline*.15 (2):1-8. 2012.