

Monograph

# El Gasto de Energía Relativo puede ser Útil para Prescribir Ejercicios a Pacientes que se Encuentran en la Fase II de la Rehabilitación Cardíaca

Lance C Dalleck<sup>1,2</sup>, Brett Shultz<sup>1</sup> y Cindra Kamphoff<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Human Performance, Minnesota State University, Mankato, MN, Estados Unidos.

<sup>2</sup>Department of Sport & Exercise Science, The University of Auckland, Auckland, Nueva Zelanda.

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar si existe una relación entre el gasto de energía semanal relativo a la masa corporal ( $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{sem}^{-1}$ ) y los cambios en los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (CVD) durante la Fase II de la rehabilitación cardíaca. El estudio se realizó a través de un diseño observacional. En el estudio participaron 109 individuos que reunían las condiciones para realizar la Fase II de rehabilitación cardíaca. Se utilizó el análisis de regresión lineal múltiple para determinar la relación independiente del gasto de energía relativo y de los valores iniciales (línea de base) de los factores de riesgo con los cambios en las puntuaciones de los factores de riesgo de CVD de los individuos desde el inicio del programa (línea de base) hasta el final del programa (post-programa). El nivel de significancia estadística se fijó en  $p < 0,05$  para todos los análisis. El gasto de energía relativo ( $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{sem}^{-1}$ ) después de controlar el efecto del valor inicial de los factores de riesgo, se asoció de manera independiente ( $p < 0,05$ ) con los cambios en cuatro factores de riesgo CVD: glucosa sanguínea en ayuno, colesterol HDL, triacilglicéridos y aptitud cardiorrespiratoria en varones y mujeres. Los resultados del presente estudio demuestran que la modificación de factores de riesgo de CVD está relacionada con el gasto de energía semanal relativo. Estos resultados sugieren que los objetivos semanales de gasto de energía para pacientes con enfermedad cardíaca deben ser establecidos considerando la masa corporal del cliente.

**Palabras Clave:** dosis-respuesta, actividad física, factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, prevención secundaria

## INTRODUCCION

La rehabilitación cardíaca (CR) es un programa de tres fases que ha sido diseñado para ayudar a quienes han sufrido un ataque cardíaco o una cirugía cardíaca a recuperarse y mejorar la salud cardiovascular (7). Este programa de tres fases educa a los pacientes sobre el manejo de la enfermedad cardiovascular (CVD) y ayuda a diseñar un estilo de vida saludable para el corazón incorporando el ejercicio supervisado y reduciendo otros factores de riesgo, como la presión arterial elevada, los niveles de colesterol, índice de masa corporal y resistencia a la insulina (9, 13). De hecho, la investigación científica ha demostrado que hay una relación dosis-respuesta entre el ejercicio y numerosas variables de salud, entre las que se incluyen la aptitud cardiovascular, riesgo de enfermedad de las arterias coronaria (CAD) y de mortalidad por todas las causas, obesidad, dislipidemia, diabetes tipo II y cáncer de colon (2-3). Sobre la base de éstas relaciones dosis-

respuesta, tanto el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) como el Inspector General de Salud Americano han establecido que los beneficios para la salud de un programa de ejercicios están asociados con el gasto de energía semanal total (2, 18).

El gasto de energía bruto (total) incluye la tasa metabólica en reposo y el gasto de energía atribuido al propio ejercicio (gasto calórico neto) (2). El ACSM ha recomendado que el volumen global de ejercicio para los pacientes con afecciones cardíacas debe exceder inicialmente las 1000 kcal·sem<sup>-1</sup> porque en un estudio se observó que el gasto de energía inferior a este nivel estaba asociado con la progresión de la enfermedad de las arterias coronarias (CAD) (10). Finalmente, se ha sugerido que maximizar la posibilidad para la estabilización y regresión de CAD, el gasto de energía debería aumentarse a un volumen total de 1500 a 2100 kcal·sem<sup>-1</sup> (10). Sin embargo, una limitación de esta amplia recomendación es la imposibilidad de considerar las diferencias individuales en masa corporal que podrían provocar potencialmente una sobreestimación o subestimación de las metas de gasto de energía. De hecho, en un estudio con participantes en rehabilitación cardíaca se informó que sólo 43% y 19% de los participantes alcanzaron la meta de gasto de energía de 1500 kcal·sem<sup>-1</sup> y 2100 kcal·sem<sup>-1</sup>, respectivamente (4).

Aunque hay evidencia precisa, que apoya las recomendaciones de gasto de energía absoluto de 1000, 1500, y 2200 kcal·sem<sup>-1</sup> emitidas por el ACSM, es importante destacar que las calorías gastadas durante la misma sesión de ejercicio serán diferentes entre los individuos con diferente masa corporal. La Tabla 1 ilustra a dos individuos con diferente masa corporal que realizan exactamente la misma rutina de ejercicios durante una semana. Aunque este programa de ejercicios produce un gasto de energía semanal de 750 kcal para el individuo uno, el mismo programa produce un gasto de energía de 1250 kcal por semana para el individuo dos. La principal razón para la diferencia en el gasto de energía semanal es la variación en la masa corporal. Por lo tanto, se ha observado que debe prestarse mayor atención a las diferencias individuales (por ejemplo, masa corporal, edad, sexo) al determinar los requisitos de actividad física globales (14, 17).

<b>Individuo 1 (55kg)</b>	<b>Programa de entrenamiento</b>	<b>Individuo 2 (91kg)</b>
3 días/sem	Frecuencia	3 días/sem
5,0 mph (8,6 METs)	Intensidad	5,0 mph (8,6 METs)
30-min/día	Tiempo	30-min/día
8,3 kcal/min	Equivalente Calórico	13,7 kcal/min
Cinta rodante	Tipo	Cinta rodante
750 kcal/sem	Gasto de Energía	1250 kcal/sem

**Tabla 1.** Gasto de energía semanal en dos individuos con diferente masa corporal luego de realizar la misma rutina de ejercicios.

Un enfoque alternativo para fijar las metas de gasto de energía total es establecer los requerimientos semanales en relación a las diferencias en la masa corporal (por ejemplo, kcal·kg<sup>-1</sup>·sem<sup>-1</sup>). Recientemente, diferentes estudios han demostrado una relación dosis- respuesta entre el gasto de energía relativo a la masa corporal y numerosas variables de salud, entre las que se incluye la aptitud cardiorrespiratoria, parámetros lipídicos, medidas de composición corporal y sensibilidad a la insulina (6, 11-12, 15). Estos estudios involucraron a adultos de mediana edad con numerosos factores de riesgo (estilo de vida sedentario, sobrepeso/obeso y dislipidemia) y mujeres postmenopáusicas. Según nuestros conocimientos, no hay ninguna investigación previa en individuos con enfermedad cardíaca, que se haya centrado en el tema del gasto de energía relativo y las modificaciones en los factores de riesgo. Por consiguiente, el propósito de este estudio fue determinar si existe alguna relación entre el gasto de energía semanal relativo a la masa corporal (kcal·kg<sup>-1</sup>·sem<sup>-1</sup>) y los cambios en los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (CVD) durante la Fase II de la rehabilitación cardíaca.

## MÉTODOS

### Sujetos

Participaron 109 individuos que eran candidatos para la Fase II de la rehabilitación cardíaca, entre los que se incluía participantes que se encontraban en recuperación de una cirugía de puente (*bypass*) de las arterias coronarias, infarto de miocardio, angioplastia coronaria percutánea transluminal y/o cirugía de válvulas. Las indicaciones clínicas y contraindicaciones establecidas por el ACSM (2) para pacientes externos en la fase II de la rehabilitación cardíaca, se

utilizaron como criterio de inclusión y exclusión. Los participantes realizaron la fase II de la rehabilitación cardíaca en un programa urbano de rehabilitación cardíaca tradicional entre enero de 2008 y diciembre de 2009. El estudio fue aprobado por los correspondientes comités de ética y todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito.

## Procedimientos

Se utilizó un estudio con un diseño observacional. Los participantes concertaron citas al inicio (línea de base), a mitad del programa (normalmente 6-semanas) y luego del programa (generalmente después de 3 meses). Antes de cualquier cita todos los participantes asistieron primero a una sesión de orientación donde se les brindó una explicación sobre el programa de rehabilitación cardíaca, se les distribuyó información y se les dio tiempo para formular preguntas. Al finalizar la sesión de orientación los participantes fijaron la fecha para su primera cita (línea de base).

### Primera Cita (línea de base)

La primera cita fue la visita a un fisiólogo del ejercicio quien fue el responsable de medir y/o registrar los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular de cada participante, entre los que se incluían la presión arterial en reposo, mediciones antropométricas (altura y peso), perfil de lípidos, la capacidad funcional y el nivel de actividad física actual. La masa corporal de los participantes se determinó a través de la medición del peso con una balanza electrónica con una apreciación de 0,1 kg (*Taylor Precision Products, Nuevo México, EE.UU.*). La talla fue determinada con una cinta de medición estándar con una apreciación de un cm. Las medidas del perímetro de cintura fueron obtenidas con una cinta de medición retractable por resortes (*Creative Health Products, Ann Arbor, MI*). La medición horizontal se obtuvo en el perímetro más reducido del torso, en un punto anatómico situado sobre el ombligo y por debajo del proceso xifoideo. Las mediciones del perímetro de cintura se realizaron hasta obtener dos valores con una diferencia menor  $\pm 1$  cm. Se siguieron los lineamientos del ACSM para determinar la presión arterial en reposo (2). Los participantes se sentaron y permanecieron callados durante cinco minutos en una silla, con los brazos en posición de descanso y relajados al nivel del corazón. La presión arterial se midió dos veces en la arteria braquial del brazo izquierdo con un esfigmomanómetro. Las mediciones fueron realizadas con un minuto de separación entre ellas y se registró la media obtenida de las dos mediciones. La evaluación de los lípidos fue realizada por un laboratorio externo y fisiólogos del ejercicio registraron los valores proporcionados por ésta institución después del análisis. A continuación el fisiólogo de ejercicio realizó con el participante una prueba de esfuerzo progresiva para establecer la capacidad funcional inicial (línea de base). Se realizaron protocolos de caminata en cinta rodante individuales manteniendo constante la velocidad de la cinta, mientras que la pendiente de la cinta rodante se incrementaba 1% por minuto hasta que el participante alcanzara la fatiga volitiva. El consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2max}$ ) fue estimado mediante ecuaciones metabólicas (2) usando la última fase (velocidad + pendiente) que cada participante completó. La información de la prueba de esfuerzo también fue utilizada para establecer la duración e intensidad de la prueba inicial efectiva y segura para cada participante. El gasto de energía actual se determinó estableciendo en primer término la frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de ejercicio para cada participante y luego, aplicando las ecuaciones metabólicas del ACSM para estimar el gasto calórico. Para concluir la cita inicial, los participantes se reunieron con un cardiólogo para discutir su condición médica, las posibles limitaciones y para identificar entre ambos las metas individualizadas para la Fase II del programa de rehabilitación cardíaca. Al finalizar la cita inicial, los participantes fijaron el cronograma para su orientación de ejercicio.

### Programa de Ejercicio

En la cita de orientación de ejercicio, los participantes se reunieron con un fisiólogo del ejercicio. El profesional empleó lineamientos basados en evidencia establecidos por ACSM y por la Asociación Americana para la Rehabilitación Cardiovascular y Pulmonar (AACVPR) para guiar el diseño la aplicación, progresión y supervisión del programa de ejercicios para cada participante (1-2). También se diseñaron programas de ejercicios considerando las preferencias y valores de los participantes. El ejercicio supervisado se realizó los días lunes, miércoles y viernes entre las 8 am y las 12 am y de 1 pm a 5 pm. Durante la fase II del programa de rehabilitación cardíaca, los participantes fueron supervisados durante todas las sesiones de ejercicio y monitoreados a través de telemetría portátil, oximetría de pulso, presión arterial e índice de esfuerzo percibido (escala del 1 a 10). Las máquinas empleadas para los ejercicios incluyeron *steppers* reclinados, ergómetros de brazos, bicicletas ergométricas, elípticos y cintas rodantes. Los equivalente metabólicos (16) y las ecuaciones metabólicas del ACSM (2) fueron utilizados para calcular el gasto de energía semanal. El gasto de energía relativo se determinó dividiendo el gasto de energía semanal sobre la masa corporal del participante.

### Evaluación a la Mitad del Programa

En la mitad de la fase del programa de rehabilitación cardíaca los participantes se reunieron nuevamente con un cardiólogo. En esta cita se realizó una revisión de las condiciones clínicas de los participantes. Además, el cardiólogo y los participantes discutieron el progreso que habían realizado con respecto a las metas individuales; específicamente el manejo de los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular que habían contribuido con el evento cardíaco.

## Cita Post-programa

En la cita post-programa se repitieron los procedimientos realizados en la primera cita. Los participantes se reunieron nuevamente con el fisiólogo del ejercicio y el cardiólogo. Todos los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular medidos en el inicio (línea de base) fueron determinados nuevamente en la cita post-programa, para cuantificar la efectividad del programa. Al finalizar la cita post-programa durante la reunión con el cardiólogo, se planteó un plan para permitir la transición del participante hacia un programa de realización de ejercicios en casa o a la fase III de un programa de rehabilitación cardíaca supervisado.

## Análisis Estadísticos

Todos los análisis fueron realizados con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales, Versión 12,0. Los valores de la centralidad y dispersión se presentan en forma de Media $\pm$ DS. Las diferencias entre las medias de los factores de riesgo al inicio (línea de base) y al final del programa (post-programa) se evaluaron mediante test-t de muestras apareadas. Para determinar la relación independiente del gasto de energía relativo y los valores de la línea de base, con el cambio en las puntuaciones de los factores de riesgo de CVD individual, obtenidos en la línea de base y luego del programa (post-programa), aplicamos análisis de regresión lineal múltiple (método de ingreso). En cada modelo, se ingresó un factor de riesgo de CVD como variable dependiente mientras que los valores de la línea de base y del gasto de energía relativo fueron ingresados como variables independientes. Los coeficientes de correlación parciales de los análisis de regresión fueron utilizados para determinar la asociación independiente del gasto de energía relativo con el cambio en la puntuación de los factores de riesgo individuales comparando con los valores de la línea de base. Se realizó en todos los modelos de regresión desarrollados el análisis de los residuos para comprobar que se cumplían los supuestos de la regresión. El nivel de significancia estadística se fijó en  $p < 0,05$  para todos los análisis.

## RESULTADOS

Las características físicas y fisiológicas de todos los participantes según el sexo se presentan en la Tabla 2. Los test-t de muestras pareadas revelaron en los varones cambios significativos ( $p < 0,05$ ) entre los valores en la línea de base y los obtenidos post-programa para todos los valores excepto en la masa corporal ( $p = 0,12$ ), índice de masa corporal ( $p = 0,07$ ), presión arterial diastólica ( $p = 0,19$ ), colesterol LDL ( $p = 0,07$ ) y colesterol total ( $p = 0,43$ ). De manera similar, las mujeres presentaron cambios significativos ( $p < 0,05$ ) en los valores obtenidos en la línea de base y luego del programa (post-programa) en todas las áreas excepto en la masa corporal ( $p = 0,06$ ), índice de masa corporal ( $p = 0,07$ ), presión arterial diastólica ( $p = 0,35$ ), colesterol LDL ( $p = 0,06$ ) y nivel de colesterol total ( $p = 0,13$ ).

Parámetro	Mujeres (n=49)		Varones (n=60)	
	Línea de Base	Post-Programa	Línea de Base	Post-Programa
Edad (años)	59,2 $\pm$ 11,0	---	61,2 $\pm$ 12,0	---
Masa Corporal (kg)	80,5 $\pm$ 17,4	80,1 $\pm$ 17,6	100,3 $\pm$ 18,2	99,9 $\pm$ 17,9
Perímetro de Cintura (cm)	92,8 $\pm$ 15,6	90,4 $\pm$ 14,8*	105,9 $\pm$ 23,0	103,9 $\pm$ 22,3*
Índice de Masa Corporal (kg/m <sup>2</sup> )	29,1 $\pm$ 5,9	28,8 $\pm$ 6,1	31,3 $\pm$ 5,6	31,0 $\pm$ 5,5
VO <sub>2max</sub> (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	28,2 $\pm$ 7,7	32,8 $\pm$ 8,8*	31,0 $\pm$ 9,3	36,1 $\pm$ 9,5*
Presión Sanguínea Sistólica (mmHg)	121,8 $\pm$ 10,2	117,8 $\pm$ 12,0*	126,2 $\pm$ 12,2	122,3 $\pm$ 9,9*
Presión Sanguínea Diastólica (mmHg)	75,8 $\pm$ 8,2	74,8 $\pm$ 8,2	77,4 $\pm$ 8,8	76,3 $\pm$ 8,5
Colesterol Total (mg/dL)	215,8 $\pm$ 34,9	208,2 $\pm$ 34,9	175,7 $\pm$ 32,6	173,1 $\pm$ 28,1
Colesterol HDL (mg/dL)	41,8 $\pm$ 12,4	45,4 $\pm$ 12,0*	36,2 $\pm$ 10,6	40,6 $\pm$ 10,5*
Colesterol LDL (mg/dL)	137,2 $\pm$ 37,0	131,2 $\pm$ 31,7	114,0 $\pm$ 32,6	108,6 $\pm$ 31,1
Triacilglicéridos (mg.dL <sup>-1</sup> )	145,0 $\pm$ 91,1	124,7 $\pm$ 91,1*	132,6 $\pm$ 75,6	116,1 $\pm$ 55,3*
Glucosa Sanguínea (mg/dL)	104,9 $\pm$ 20,9	97,1 $\pm$ 13,9*	117,2 $\pm$ 29,1	109,1 $\pm$ 21,1*
Gasto de Energía Absoluto (kcal/sem)	450,7 $\pm$ 487,8	1324,9 $\pm$ 526*	593,3 $\pm$ 596,5	1753,4 $\pm$ 619,3*
Gasto de Energía Relativo (kcal/kg/sem)	6,0 $\pm$ 7,9	16,4 $\pm$ 5,3*	6,2 $\pm$ 6,5	17,8 $\pm$ 6,4*

**Tabla 2.** Características físicas y fisiológicas en ambos sexos obtenidas al inicio del programa (línea de base) y al final del mismo (post-programa). Los valores se presentan en forma de Media  $\pm$  SD; \*el cambio dentro del grupo presenta diferencias significativas

Las asociaciones entre el gasto de energía relativo ( $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{sem}^{-1}$ ) y los factores de riesgo de CVD se presentan en la Tabla 3. El gasto de energía relativo, después de controlar el efecto del valor del factor de riesgo individual al inicio del programa (línea de base), se asoció de manera independiente ( $p < 0,05$ ) con cambios en cuatro factores de riesgo de CVD individuales (glucosa sanguínea en ayuno, colesterol HDL, triacilglicéridos y aptitud cardiorrespiratoria). El gasto de energía relativo no se asoció de manera independiente ( $p > 0,05$ ) con cambios en ninguno de los otros factores de riesgo de CVD.

Parámetro	Mujeres ( $n=49$ )		Varones ( $n=60$ )	
	Línea de Base	Post-Programa	Línea de Base	Post-Programa
Edad (años)	59,2 ± 11,0	---	61,2 ± 12,0	---
Masa Corporal (kg)	80,5 ± 17,4	80,1 ± 17,6	100,3 ± 18,2	99,9 ± 17,9
Perímetro de Cintura (cm)	92,8 ± 15,6	90,4 ± 14,8*	105,9 ± 23,0	103,9 ± 22,3*
Índice de Masa Corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	29,1 ± 5,9	28,8 ± 6,1	31,3 ± 5,6	31,0 ± 5,5
$\text{VO}_{2\text{max}}$ ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	28,2 ± 7,7	32,8 ± 8,8*	31,0 ± 9,3	36,1 ± 9,5*
Presión Sanguínea Sistólica (mmHg)	121,8 ± 10,2	117,8 ± 12,0*	126,2 ± 12,2	122,3 ± 9,9*
Presión Sanguínea Diastólica (mmHg)	75,8 ± 8,2	74,8 ± 8,2	77,4 ± 8,8	76,3 ± 8,5
Colesterol Total (mg/dL)	215,8 ± 34,9	208,2 ± 34,9	175,7 ± 32,6	173,1 ± 28,1
Colesterol HDL (mg/dL)	41,8 ± 12,4	45,4 ± 12,0*	36,2 ± 10,6	40,6 ± 10,5*
Colesterol LDL (mg/dL)	137,2 ± 37,0	131,2 ± 31,7	114,0 ± 32,6	108,6 ± 31,1
Triacilglicéridos ( $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ )	145,0 ± 91,1	124,7 ± 91,1*	132,6 ± 75,6	116,1 ± 55,3*
Glucosa Sanguínea (mg/dL)	104,9 ± 20,9	97,1 ± 13,9*	117,2 ± 29,1	109,1 ± 21,1*
Gasto de Energía Absoluto ( $\text{kcal}/\text{sem}$ )	450,7 ± 487,8	1324,9 ± 526*	593,3 ± 596,5	1753,4 ± 619,3*
Gasto de Energía Relativo ( $\text{kcal}/\text{kg} \cdot \text{sem}$ )	6,0 ± 7,9	16,4 ± 5,3*	6,2 ± 6,5	17,8 ± 6,4*

**Tabla 3.** Relación independiente del gasto de energía relativo con los cambios en las puntuaciones de los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (CVD) luego de la fase II de rehabilitación cardíaca. CVD=Enfermedad Cardiovascular; los valores del gasto de energía relativo y de la línea de base son coeficientes de correlación parciales obtenidos a partir del análisis de regresión lineal múltiple. NS= No significativo, \*  $p < 0,05$ .

## DISCUSION

Este estudio indica que el gasto de energía semanal relativo a la masa corporal ( $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{sem}^{-1}$ ) se asoció con modificaciones positivas en algunos de los principales factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en participantes de la fase 2 de la rehabilitación cardíaca. Después de tener en cuenta los niveles individuales de factores de riesgo en la línea de base, se observó que el gasto de energía semanal relativo a la masa corporal estaba independientemente relacionado con el cambio en el  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , colesterol HDL, triacilglicéridos y glucosa sanguínea en ayuno. Sobre la base de la relación dosis respuesta entre el gasto de energía global y las variables de salud, se ha sugerido que el gasto de energía global es la consideración más importante del programa de ejercicios (2). Tradicionalmente, la meta de gasto de energía semanal recomendada, se ha planteado en términos absolutos (2), sin embargo, los resultados del presente estudio sugieren que la masa corporal del paciente debe ser considerada al establecer los objetivos semanales de gasto de energía.

Comparar las respuestas al entrenamiento después de programas con volúmenes similares de gasto de energía absoluto se torna problemático, porque el gasto de energía relativo variará dependiendo de las diferencias en la masa corporal. Por ejemplo, si se ha fijado como meta semanal, un gasto calórico absoluto de  $1500 \text{ kcal} \cdot \text{sem}^{-1}$  un individuo de 100 kg en términos relativos gastará  $15 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{sem}^{-1}$ . En comparación, un individuo de 50 kg consumiría  $30 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{sem}^{-1}$  en términos relativos. Aunque cada individuo está cumpliendo con un valor calórico similar por semana en términos absolutos, el segundo individuo en términos relativos está realizando dos veces más ejercicio. Esto plantea el interrogante de si estos individuos realmente están realizando o no un programa de ejercicios con volumen similar. Nosotros planteamos que los

programas de ejercicio desde el punto de vista del volumen de ejercicio, son notablemente diferentes y por lo tanto es posible que se puedan experimentar diferentes adaptaciones al entrenamiento. Si bien no es común, investigaciones previas han analizado la relación dosis-respuesta entre el gasto de energía relativo semanal y los factores de riesgo de CVD. Por ejemplo, el Estudio de Intervención de Reducción de Riesgo Dirigido a través de Ejercicios Definidos (STRRIDE) evaluó el efecto de diferentes valores de gasto de energía relativo semanal (14 y 23 kcal.kg<sup>-1</sup>.sem<sup>-1</sup>), con la intensidad de ejercicio constante, sobre diferentes factores de riesgo de CVD en varones y mujeres sedentarios de mediana edad (40 a 65 años), con sobrepeso/obeso y con una leve dislipidemia (11, 12, 15). En forma de dosis respuesta, se informó que los cambios en la aptitud cardiorrespiratoria, diferentes parámetros lipídicos, y mediciones de masa corporal y composición corporal y la sensibilidad a la insulina, eran mayores en el grupo que realizó 23 kcal.kg<sup>-1</sup>.sem<sup>-1</sup> en comparación con el grupo que realizó 14 kcal.kg<sup>-1</sup>.sem<sup>-1</sup>. Resultados similares fueron informados en el estudio Dosis-Respuesta para Ejercicios en Mujeres Post-menopáusicas (DREW) que investigó el efecto de realizar 50% (4 kcal.kg<sup>-1</sup>.sem<sup>-1</sup>), 100%(8 kcal.kg<sup>-1</sup>.sem<sup>-1</sup>) y 150%(12 kcal.kg<sup>-1</sup>.sem<sup>-1</sup>) de las recomendaciones de actividad física, emitidas por los Institutos Nacionales de Salud, para la aptitud cardiorrespiratoria en mujeres postmenopáusicas obesas y sedentarias, con elevada presión arterial (6). En el sentido de dosis-respuesta, los cambios en la aptitud cardiorrespiratoria fueron mayores al ir desde grupos de baja-cantidad (4,2%), a cantidad moderada (6,0%) a grupos de elevada cantidad (8,2%).

Es necesario discutir algunas limitaciones del presente estudio. Al interpretar los resultados es necesario considerar cuidadosamente el hecho de que nuestro diseño de investigación fue de naturaleza observacional. Las futuras investigaciones deben estudiar este problema utilizando un diseño de investigación aleatorizado y controlado. La recolección de los datos fue realizada por tres fisiólogos del ejercicio diferentes en al inicio y luego del programa, aunque todos siguieron los mismos procedimientos estandarizados. El gasto de energía fue estimado y no medido directamente. En éste estudio no se consideró, ni se tuvo en cuenta la ingesta dietaria. Por último, en este estudio el ejercicio progresó en diferentes velocidades en los participantes, en función de las condiciones médicas, los niveles de aptitud física y las preferencias personales. Por lo tanto, algunos pacientes alcanzaron antes un gasto de energía relativo más alto que otros pacientes en sus programas de rehabilitación.

## Conclusión

La relación dosis-respuesta entre el volumen de ejercicio y los factores de riesgo de CVD permite sugerir que el gasto de energía semanal total debe ser el foco principal en el diseño de los programas de ejercicios para la rehabilitación cardíaca. Tradicionalmente, este enfoque ha seguido una recomendación absoluta insensible a las diferencias individuales, especialmente en la masa corporal. Una recomendación de gasto de energía absoluto puede aumentar la probabilidad de sobreestimar o subestimar las necesidades individuales de los participantes. Sobrestimar el gasto de energía en un participante puede conducir a una meta irrazonable, aumentando la oportunidad de eventos cardíacos perjudiciales, lesiones y/o menos adhesión al programa. De manera contraria, subvaluar el gasto de energía podría producir beneficios subóptimos para la salud y también podría disminuir la adhesión al programa y contribuir con el avance de la enfermedad. Los resultados del presente estudio demuestran que la modificación de los factores de riesgo de CVD está relacionada con el gasto de energía relativo semanal. Estos resultados sugieren que las metas de gasto de energía semanales para los pacientes con enfermedad cardíaca deben ser establecidas teniendo en cuenta la masa corporal del cliente. Sin embargo, las futuras investigaciones deben formular recomendaciones sobre gasto de energía relativo basadas en evidencia.

## Dirección para Envío de Correspondencia

Dalleck L.C., PhD, Department of Sport & Exercise Science, The University of Auckland, Auckland, New Zealand. Correo electrónico: l.dalleck@auckland.ac.nz.

## REFERENCIAS

1. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (2003). Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs 4th Edition. *Champaign: Human Kinetics*
2. American College of Sports Medicine (2009). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th Edition. *Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins*
3. American College of Sports Medicine (ACSM) (2006). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 7th Edition. *Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins*
4. Ayabe M, Brubaker PH, Doborosielski D, et al (2004). The physical activity patterns of cardiac rehabilitation program participants. *J Cardiopulm Rehab 18:290-294*
5. Blair SN, Kohl HW III, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW and Macera CA (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality. *JAMA 273:1093-1098*

6. Church TS, Earnest CP, Skinner JS and Blair SN (2007). Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure. *JAMA* 297:2081-2091
7. Cooper AF, Jackson G, Weinman J, Horne R (2005). A qualitative study investigating patients' beliefs about cardiac rehabilitation. *Clin Rehabil* 19:87-96
8. Dunn AL, Marcus BH, Kamper JB, Garcia ME, Kohl HW III and Blair SN (1999). Comparison of lifestyle and structured interventions to increase physical activity and cardiorespiratory fitness: a randomized trial. *JAMA* 281:327-334
9. Foody JM, Franklin B, Sanderson B, et al (2007). A Scientific Statement From the American Heart Association Core Components of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Programs. *Circulation* 2007;115:2675-2682.
10. Hambrecht R, Niebauer J, Marburger C (1993). Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: effects on cardiorespiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:468-477
11. Houmard JA, Tanner CJ, Slentz CA, Duscha BD, McCartney JS and Kraus WE (2004). Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J Appl Physiol* 96:101-106
12. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, et al (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med* 347:1483-1492
13. Lavie C, Thomas R, Squires R, et al (2009). Exercise training and cardiac rehabilitation in primary and secondary prevention of coronary heart disease. *Mayo Clin Proc* 48:373-383
14. Shephard RJ (2001). Absolute versus relative intensity of physical activity in a dose-response context. *Med Sci Sports Exerc* 33:S400-418
15. Slentz CA, Duscha BD, Johnson JL, et al (2004). Effects of the amount of exercise on body weight, body composition, and measures of central obesity: STRRIDE—a randomized controlled study. *Arch Intern Med* 164:31-39
16. Tudor-Locke C, Washington TL, Ainsworth BE and Troiano RP (2009). Linking the American Time Use Survey (ATUS) and the Compendium of Physical Activities: methods and rationale. *J Phys Act Health* 6:347-353
17. Woodruff SJ, Hanning RM and Barr SI (2009). Energy recommendations for normal weight, overweight and obese children and adolescents: Are different equations necessary? . *Obes Rev* 10:103-108
18. U.S. Department of Health and Human Services (1996). Surgeon General's report: Physical activity and health. *Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services*

### **Cita Original**

Shultz B.D., Kamphoff C.S., Dalleck L.C. Relative Energy Expenditure May Prove Beneficial When Prescribing Exercise to Phase II Cardiac Rehabilitation Patients. *JEPonline*; 13 (5): 1-8, 2010.