

Monograph

# Lineamientos del ACSM sobre la Intensidad del Ejercicio para la Aptitud Cardiorrespiratoria: ¿Por qué se Utilizan Incorrectamente?

Lance C Dalleck y Angela Dalleck

*Exercise Physiology Laboratory/Department of Kinesiology/University of Wisconsin - Eau Claire, Eau Claire, Estados Unidos.*

## RESUMEN

El propósito de este estudio consistió en cuantificar la mala aplicación y mala interpretación de las recomendaciones acerca de la intensidad de ejercicio para la aptitud cardiorrespiratoria dictadas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM). Se realizó una revisión de la literatura (desde enero de 2000 a enero de 2007) identificando estudios realizados acerca de los efectos del entrenamiento físico aeróbico sobre la aptitud cardiorrespiratoria en adultos saludables. Se identificaron algunos estudios (n=15) en los que la intensidad del ejercicio fue prescrita en función del porcentaje del máximo consumo de oxígeno (% VO<sub>2</sub> máx.) en lugar del porcentaje del consumo de oxígeno de reserva (% VO<sub>2</sub>R) (una mala aplicación). Se identificaron ocho casos donde se produjo una interpretación incorrecta; citando las recomendaciones actuales del ACSM, pero citando la intensidad en términos de % VO<sub>2</sub> máx. Investigaciones recientes que demostraron que el porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva (% HRR) está más estrechamente relacionado con el % VO<sub>2</sub>R y no con el % VO<sub>2</sub> máx., impulsaron una modificación en las recomendaciones del ACSM sobre la intensidad del ejercicio en 1998. A pesar de las recomendaciones del ACSM del uso del % VO<sub>2</sub>R, los presentes resultados sugieren el uso frecuente del % VO<sub>2</sub> máx. (mala aplicación) en la metodología de estudios relacionados al entrenamiento aeróbico. Las recomendaciones para la prescripción de ejercicio del ACSM son las más reconocidas por los profesionales del ejercicio, y es responsabilidad de los autores y revisores asegurar su correcta interpretación e información en las futuras publicaciones. La continua prescripción de la intensidad del ejercicio en términos del % VO<sub>2</sub> máx. perpetúa una recomendación desactualizada y da como resultado estímulos de entrenamiento desiguales para individuos que tienen diferentes niveles de aptitud física. Recomendamos a los profesionales del ejercicio que integren las recomendaciones vigentes de intensidad, tanto en la investigación como en la práctica.

**Palabras Clave:** aptitud física aeróbica, entrenamiento físico, consumo de oxígeno máximo, % VO<sub>2</sub> máx

## INTRODUCCION

La aptitud cardiorrespiratoria, determinada de manera característica a través del máximo consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.), es una medición fundamental para los fisiólogos del ejercicio. El VO<sub>2</sub> máx. se refiere a la tasa más alta en la que el oxígeno puede ser tomado y consumido por el cuerpo durante el ejercicio intenso (1). Tradicionalmente, la magnitud de la aptitud

cardiorrespiratoria de un individuo ha sido considerada como una característica de los atletas de resistencia y como un símbolo de salud general. El  $\text{VO}_2$  máx. elevado ha sido considerado por mucho tiempo como un atributo esencial necesario para el éxito en los eventos relacionados a la resistencia. Un estudio de referencia realizado en la Universidad Estatal de Ball State en 1960 confirmó la importancia de la aptitud cardiorrespiratoria para el rendimiento de resistencia, con resultados que demuestran una fuerte correlación entre los valores del  $\text{VO}_2$  máx. y los tiempos de carrera de 10 millas (~16 km) (2). Adicionalmente, hay estudios que demostraron de forma consistente una relación inversa entre los valores de  $\text{VO}_2$  máx. y el riesgo de enfermedad cardiovascular y la mortalidad de cualquier origen (3-4). De hecho, Franklin sugirió recientemente que la aptitud cardiorrespiratoria debe emplearse como el marcador principal para la estratificación del riesgo y los aspectos relacionados a la salud (5).

Dada su relación con el incremento en el rendimiento atlético y la buena salud, los parámetros de un programa de ejercicio necesarios para mejorar la aptitud cardiorrespiratoria han sido estudiados extensamente, y por lo tanto se han publicado recomendaciones bien definidas (6). El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) actualmente recomienda 20-60 minutos de ejercicio aeróbico 3-5 días/semana a una intensidad de 64/70-94% de la frecuencia cardíaca máxima, y 40/50-85% de la frecuencia cardíaca de reserva (HRR) o consumo de oxígeno de reserva ( $\text{VO}_2\text{R}$ ). La intensidad del ejercicio es posiblemente el componente más crítico del modelo de prescripción de ejercicio. Si no se logran alcanzar los valores umbral mínimos se puede producir falta del efecto de entrenamiento, mientras que si la intensidad es demasiado alta podría provocar un sobreentrenamiento e impactar negativamente en la adhesión al programa de ejercicio (5).

En un estudio clásico realizado hace 50 años, sobre las recomendaciones de prescripción de ejercicio, Karvonen y colegas (7) introdujeron el concepto de HRR (diferencia entre la frecuencia cardíaca máxima y la de reposo) y observaron que existía una intensidad umbral para mejorar la aptitud cardiorrespiratoria. Históricamente, la prescripción de la intensidad del ejercicio a través del consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ) se ha basado en un porcentaje fijo del  $\text{VO}_2$  máx. (8). La relación entre % HRR y %  $\text{VO}_2$  máx. ha sido informada de manera incoherente en la literatura. En el Pronunciamento de 1978 *Cantidad y Calidad de Ejercicio Recomendadas para Desarrollar y Mantener la Aptitud Cardiorrespiratoria en Adultos Saludables*, el ACSM recomendó un umbral de entrenamiento mínimo correspondiente al 60 % HRR o 50 %  $\text{VO}_2$  máx. (9).

El trabajo del Karvonen et al. (7), es la cita para esta recomendación, aunque en este estudio el  $\text{VO}_2$  no se realmente midió. La versión revisada en 1990 del Pronunciamento *Cantidad y Calidad de Ejercicio Recomendadas para Desarrollar y Mantener la Aptitud Cardiorrespiratoria y Muscular en Adultos Saludables* nuevamente cita el trabajo de Karvonen et al. (7), sin embargo en este informe el %  $\text{VO}_2$  máx. es considerado equivalente al % HRR, y recomiendan un umbral de intensidad de 50% HRR o %  $\text{VO}_2$  máx. para mejorar la aptitud cardiorrespiratoria (10). En contraste con el Pronunciamento de 1990, los resultados informados en varias publicaciones de 1980 y 1990 sugieren que hay diferencias entre el % HRR y el %  $\text{VO}_2$  máx. (11-13). Estas inconsistencias llevaron a Swain y colaboradores (14-15) a plantear el problema a mediados de 1990 en el Instituto de Bienestar y Centro de Investigación de la Universidad de Old Dominion.

Swain y Leutholtz (14) observaron que en reposo un individuo estaría en 0% de HRR, pero en un valor finito por encima del 0%  $\text{VO}_2$  máx. dependiendo del nivel de aptitud física del individuo. Se planteó la hipótesis que el % HRR sería más equivalente al %  $\text{VO}_2\text{R}$  (diferencia entre el máximo consumo de oxígeno y el consumo de oxígeno en reposo) que al %  $\text{VO}_2$  máx., debido al hecho de que en condiciones de reposo un individuo estaría en 0 de % HRR y 0 % de  $\text{VO}_2\text{R}$ . Swain y Leutholtz (14) lograron confirmar esta hipótesis con datos que demostraron que el % HRR es equivalente al %  $\text{VO}_2\text{R}$ , y no al %  $\text{VO}_2$  máx., durante ejercicios de ciclismo en varones y mujeres saludables y jóvenes. De manera similar, estos resultados fueron corroborados por Swain et al. (15) en un estudio realizado con ejercicios en cinta rodante en una población joven, saludable, aunque la regresión entre % HRR y %  $\text{VO}_2\text{R}$  fue estadísticamente diferente de la línea de identidad. En consecuencia, en el Pronunciamento del ACSM de 1998; *Cantidad y Calidad Recomendadas de Ejercicio para Desarrollar y Mantener la Aptitud Cardiorrespiratoria, Muscular, y la Flexibilidad en Adultos Saludables* (16) y en las ediciones subsecuentes de las *Recomendaciones para la Evaluación y Prescripción de Ejercicios del ACSM* (6, 8), la prescripción de la intensidad de ejercicio que se realizaba según el  $\text{VO}_2$  comenzó a expresarse en función del porcentaje del  $\text{VO}_2\text{R}$ . A partir del trabajo pionero de Swain et al. (14-15), las investigaciones más recientes realizadas, tanto en poblaciones jóvenes y saludables (17-18), como en poblaciones mayores y enfermas (19-20) han demostrado de forma consistente que el % HRR se alinea más claramente con el %  $\text{VO}_2\text{R}$ , que con el %  $\text{VO}_2$  máx..

En una reciente edición de la revista científica *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Pintar et al. (21) informaron que los componentes de un programa de caminatas deben seguir las Recomendaciones para la Prescripción de Ejercicio del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM). Estos autores continuaron afirmando que según los pronunciamientos del ACSM para la Evaluación y Prescripción del Ejercicio (8), la intensidad del ejercicio debe estar entre el 50 y 85% del máximo consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$  máx.). De hecho, esta declaración es una mala interpretación del pronunciamiento sobre el ejercicio del ACSM mencionado anteriormente. La sexta edición de los Pronunciamientos del ACSM para la Evaluación y Prescripción del Ejercicio (8), junto con la edición más reciente (6), afirman que la intensidad del ejercicio debe estar entre 40 y 85% del consumo de oxígeno de reserva ( $\text{VO}_2\text{R}$ ), y no del %  $\text{VO}_2$  máx. Al leer ésta mala

interpretación de las recomendaciones sobre la intensidad del ejercicio del ACSM realizada por Pintar et al. (21), nos planteamos el interrogante si el error era un hecho aislado, o por el contrario, si había una mala interpretación más generalizada de las recomendaciones mencionadas. Una breve revisión de la literatura reveló de hecho, la existencia de varios casos adicionales de mala interpretación de las recomendaciones del ACSM (22-24).

Adicionalmente, estudios sobre el entrenamiento aeróbico desde la publicación de los pronunciamientos del ACSM continúan prescribiendo la intensidad del ejercicio según el % VO<sub>2</sub> máx., y no en base al % VO<sub>2</sub>R (22, 25). Además del cambio realizado, hace casi 10 años, en las recomendaciones del ACSM de prescribir el ejercicio en términos del % VO<sub>2</sub>R y no del % VO<sub>2</sub> máx., parecería haber inconsistencias en la literatura respecto a la adecuada interpretación y aplicación de las recomendaciones vigentes. Dado que los pronunciamientos de prescripción del ejercicio del ACSM son las recomendaciones más reconocidas por los profesionales del ejercicio, claramente existe la necesidad de comprender correctamente la magnitud de este asunto. El propósito de este estudio consistió en cuantificar la mala aplicación e interpretación de las recomendaciones vigentes de intensidad del ejercicio del ACSM, basadas en la prescripción del ejercicio en términos del % VO<sub>2</sub> máx. en lugar de % HRR o % VO<sub>2</sub>R. Un objetivo secundario fue establecer las metodologías de prescripción de intensidad de ejercicio aplicadas en todos los estudios de entrenamiento publicados en la revista científica *Medicine and Science in Sports and Exercise* desde enero de 2001 hasta enero de 2007 y clasificar los resultados en métodos recomendados por el ACSM (% HR máx., % HRR, % VO<sub>2</sub>R, RPE) y métodos no recomendados por el ACSM (%VO<sub>2</sub> máx.).

## MÉTODOS

Se realizó una extensa revisión de la literatura utilizando la base de datos MEDLINE para identificar estudios de investigación realizados sobre los efectos del entrenamiento físico sobre la aptitud cardiorrespiratoria (VO<sub>2</sub> máx.) en adultos saludables desde enero de 2000 a enero de 2007. Debido a que las recomendaciones de intensidad del ejercicio cambiaron de % VO<sub>2</sub> máx. a % VO<sub>2</sub>R en 1998 (16), nosotros postulamos que los estudios publicados entre 1998-1999 podrían haber sido diseñados previamente a los pronunciamientos. Sólo se incluyeron en el análisis aquellos estudios de por lo menos 10 semanas de duración, en los cuales la aptitud cardiorrespiratoria era uno de los principales aspectos de la salud valorados. Además otros autores (14-15,18) demostraron que la diferencia entre % HRR y % VO<sub>2</sub> máx. no es significativa a intensidades mayores al 75%, por lo tanto sólo se incluyeron aquellos estudios en los que la intensidad de los ejercicios de entrenamiento se encontraba por debajo (o parcialmente por debajo) del 75% HRR o VO<sub>2</sub> máx. por lo menos en un grupo de entrenamiento. Se emplearon los siguientes términos de búsqueda: ejercicio, entrenamiento, resistencia cardiovascular, aptitud física aeróbica, aptitud cardiorrespiratoria, máximo consumo de oxígeno, % VO<sub>2</sub> máx., % VO<sub>2</sub>R, consumo de oxígeno de reserva, y frecuencia cardiaca de reserva. Por último, las referencias de los artículos de investigación obtenidos fueron revisadas para la búsqueda estudios adicionales.

Los objetivos de la revisión de la literatura fueron tres: 1) identificar estudios que han mal interpretado las recomendaciones vigentes acerca de la intensidad de ejercicio del ACSM; 2) identificar ejemplos donde las recomendaciones de intensidad de ejercicio del ACSM son aplicadas incorrectamente; y 3) identificar los métodos de prescripción de intensidad de ejercicio empleados en todos los estudios de entrenamiento publicados en la revista científica *Medicine and Science in Sports and Exercise* desde enero de 2000 hasta enero de 2007. Nosotros definimos "mala interpretación" cuando en una publicación se utilizan como referencias las recomendaciones vigentes de intensidad de ejercicio del ACSM (6, 8, 16), pero se fija incorrectamente la intensidad en términos del % VO<sub>2</sub> máx., y no en términos del % VO<sub>2</sub>R que es lo correcto. Otra manera adicional para identificar fuentes de mala interpretación fue revisar los libros de texto más populares relacionados a la Fisiología del Ejercicio y a la Educación Física, utilizados en la formación de los estudiantes que aún no se gradúan en nuestra propia institución. La "mala aplicación" se definió como prescribir la intensidad de ejercicio como parte de la intervención en términos del % VO<sub>2</sub> máx.

Nosotros también consultamos la literatura para identificarestudios que establecieron correctamente la intensidad de ejercicio siguiendo las recomendaciones vigentes de intensidad de ejercicio del ACSM (% HRR o % VO<sub>2</sub>R). La última etapa de nuestra revisión de la literatura fue buscar a mano en todos los volúmenes y ejemplares de la revista científica *Medicine and Science in Sports and Exercise*, publicados desde enero de 2000 hasta enero de 2007, todos los estudios de entrenamiento.

Dividimos la lista obtenida en dos grupos en base al método empleado para establecer la intensidad del entrenamiento: Método recomendado por el ACSM (% HR máx., % HRR, % VO<sub>2</sub>R, RPE) y método no recomendado por el ACSM (%VO<sub>2</sub> máx.). VO<sub>2</sub> máx.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta una lista de estudios (n=6) y libros de texto (n=2) en los cuales se interpretaron incorrectamente las recomendaciones vigentes del ACSM sobre la intensidad de ejercicio. En estos trabajos publicados, los autores hacen referencia a las recomendaciones vigentes citando ya sea el Pronunciamento de 1998 (16) o la sexta edición de las Recomendaciones para la Evaluación y Prescripción del Ejercicio del ACSM (8), refiriéndose incorrectamente a las mismas en términos del % VO<sub>2</sub> máx.

Autor	Año	Publicación
Branch et al. (23)	2000	Journal of Women's Health & Gender-Based Medicine/ Revista de la Salud de la Mujer y Medicina de Género.
Asikainen et al. (22)	2002	British Journal of Sports Medicine/ Revista Británica de Medicina de los Deportes.
Teh & Aziz (26)	2002	Medicine & Science in Sports & Exercise/ Medicina y Ciencia en los Deportes y Ejercicio.
Asikainen et al. (27)	2003	Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports/ Revista Escandinava de Medicina y Ciencia de los Deportes.
Mackinnon et al. (28)	2003	Libro de texto Exercise Management /Manejo de los Ejercicios.
Morss et al. (24)	2004	Medicine & Science in Sports & Exercise/ Medicina y Ciencia en los Deportes y Ejercicio.
Pintar et al. (21)	2006	Medicine & Science in Sports & Exercise/ Medicina y Ciencia en los Deportes y Ejercicio.
McArdle, Katch, & Katch (29)	2007	Libro de texto Exercise Physiology (6 th ed)/ Fisiología del Ejercicio (sexta edición).

**Tabla 1.** Trabajos de investigación (n=8) que realizaron una mala interpretación de las recomendaciones de intensidad de ejercicio del ACSM.

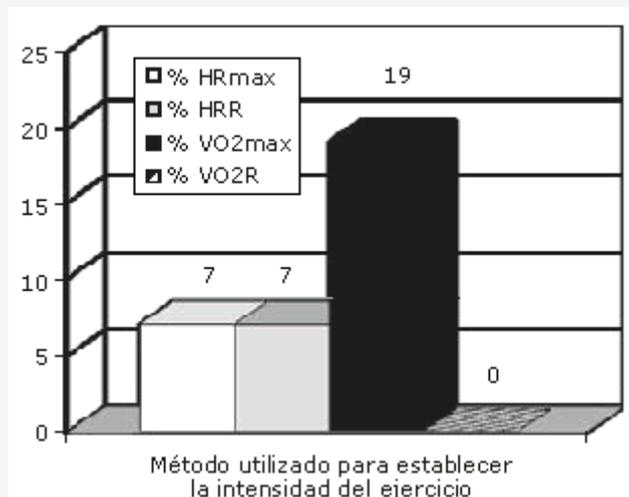
En la Tabla 2 se presentan estudios de entrenamiento (n=20) en los que en algunos casos se aplicaron en forma correcta las recomendaciones vigentes de intensidad de ejercicio del ACSM y en otros casos se aplicaron de manera incorrecta. Un análisis de la Tabla 2 revela que en sólo 5 de los 20 estudios (25%) se usó el % HRR o % VO<sub>2</sub>R para establecer la intensidad del ejercicio. Los estudios restantes (75%) establecieron la intensidad del ejercicio en términos del % VO<sub>2</sub> máx. en lugar de % HRR o % VO<sub>2</sub>R como lo recomienda el ACSM.

Estudio	Año	Edad	Duración	Género	Modo	Metodología para establecer la intensidad	Intensidad del ejercicio
Asikainen et al. (22)	2002	48-63	24 sem	F	Caminata	% VO <sub>2</sub> máx.	45%
							55%
Asikainen et al. (30)	2002	48-63	15 sem	F	Caminata	% VO <sub>2</sub> máx.	65%
Kraus et al. (31)	2002	40-65	8 meses	M/F	Caminata, Ciclismo, Elíptico	% VO <sub>2</sub> máx.	40-55%
							65-80%
Morris et al. (32)	2002	63,0±1,0	10 sem	M	Bicicleta	% VO <sub>2</sub> máx.	70-75%
Okazaki et al. (33)	2002	58-72	18 sem	M	Bicicleta	% VO <sub>2</sub> máx.	50-80%
Asikainen et al. (27)	2003	48-63	15-24 sem	F	Caminata	% VO <sub>2</sub> máx.	45-65%
Okura et al. (34)	2003	34-66	14 sem	F	Caminata	% VO <sub>2</sub> máx.	40-50%
					Baile aeróbico		70-85%
Park et al. (35)	2003	62,6±2,2	36 sem	F	Caminata, Trote, Ciclismo	%HRR	50-60%
Gass et al. (36)	2004	65-75	12 sem	M	Ciclismo	% VO <sub>2</sub> máx.	50%
							70%
Glowacki et al. (37)	2004	18-40	12 sem	M	Trote	%HRR	65-80%
Shields et al. (38)	2004	24,0±6,5	12 sem	M	Caminata, Ciclismo	%VO <sub>2</sub> R	50%
Duncan et al. (39)	2005	30-69	24 meses	M/F	Caminata	%HRR	45-55%
							65-75%
Duscha et al. (25)	2005	40-65	7-9 meses	M/F	Caminata, Ciclismo Elíptico	% VO <sub>2</sub> máx.	40-55%
		40-65	7-9 meses	M/F			65-80%
O'Donovan et al. (40)	2005	30-45	24 sem	M	Ciclismo	% VO <sub>2</sub> máx.	60%
							80%
Coker et al. (41)	2006	65-90	12 sem	M/F	Ciclismo	% VO <sub>2</sub> máx.	50%
							75%
DiPietro et al. (42)	2006	73,0±10	9 meses	F	Caminata	% VO <sub>2</sub> máx.	50%
							65%
							80%
Ring-Dimitriou et al. (43)	2006	40-60	24 meses	M/F	Ciclismo	% VO <sub>2</sub> máx.	50-65%
Sarsan et al. (44)	2006	20-60	12 sem	F	Caminata, Ciclismo	%HRR	50-85%
Church et al. (45)	2007	45-75	6 meses	F	Caminata, Ciclismo	% VO <sub>2</sub> máx.	50%
Stephens et al. (46)	2007	30-45	10 sem	F	Caminata, Ciclismo, Air Dyne	% VO <sub>2</sub> máx.	70%

**Tabla 2.** Síntesis de trabajos de investigación que aplicaron correctamente (n=5) e incorrectamente (n=15) las recomendaciones de intensidad de ejercicio del ACSM.

La Figura 1 sintetiza cuales fueron los métodos de control de la intensidad del ejercicio usados en todos los estudios de entrenamiento (n=33) publicados entre enero de 2001 y enero de 2007 en la revista científica *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Algunos estudios emplearon métodos de control de la intensidad de ejercicio recomendados por el ACSM y utilizaron: HR máx. (n=7), (47-53) y % HRR (n=7), (37, 54-59). Otros estudios no emplearon los métodos de control de la intensidad del ejercicio recomendados por el ACSM y utilizaron el % VO<sub>2</sub> máx. (n=19), (24, 32, 36, 41, 60-71).

No se identificó ningún estudio que prescribiera la intensidad de ejercicio en términos del % VO<sub>2</sub>R.



**Figura 1.** Estudios de entrenamiento con diferentes metodologías aplicadas para establecer la intensidad del ejercicio, publicados entre enero de 2001 y enero de 2007 en la revista científica *Medicine and Science in Sports and Exercise*.

## DISCUSION

El principal resultado del presente estudio fue que en base a la revisión de muchos estudios de investigación, se comprobó que en la literatura, hay una importante mala aplicación e interpretación de las recomendaciones vigentes sobre intensidad del ejercicio del ACSM. A pesar de las modificaciones realizadas en las recomendaciones del ACSM para utilizar el % VO<sub>2</sub>R en lugar del % VO<sub>2</sub> máx., las recomendaciones continúan siendo erróneamente interpretadas en la literatura (Tabla 1), así como también frecuentemente se sigue utilizando el % VO<sub>2</sub> máx. en la metodología de estudios de entrenamiento aeróbico (Tabla 2). Además, la mayoría de los estudios de intervención de ejercicios publicados en la revista científica del ACSM *Medicine and Science in Sports and Exercise* continúan utilizando un método desactualizado para prescribir la intensidad de ejercicio, en vez de los métodos vigentes aconsejados por las recomendaciones publicadas más recientemente (Figura 1).

Swain introdujo el concepto de VO<sub>2</sub>R hace 10 años y postuló que el % HRR se alinearía más estrechamente con el nuevo término que con el % VO<sub>2</sub> máx. (14). Investigaciones subsiguientes realizadas por Swain et al. (14-15) y otros (17-20) probaron esta idea y, en consecuencia, el ACSM modificó sus recomendaciones de intensidad de ejercicio para que reflejaran la relación más estrecha entre % HRR y % VO<sub>2</sub>R. Según Swain et al. (15) una de las mayores ventajas de prescribir la intensidad del ejercicio en base al % VO<sub>2</sub>R, en vez del % VO<sub>2</sub> máx., es que provee una intensidad relativa equivalente en individuos que tienen diferentes niveles de aptitud física. Consideremos el siguiente ejemplo de dos individuos con valores de VO<sub>2</sub> máx. de 25 y 50 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, respectivamente. En condiciones de reposo, el individuo con 25 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> utiliza el 14 % del VO<sub>2</sub> máx., mientras que el individuo con 50 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> utiliza el 7 % de VO<sub>2</sub> máx. Si la intensidad del ejercicio que se prescribe se fija en 50 % VO<sub>2</sub> máx., el individuo de 25 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> aumenta en un 36%, en comparación con el individuo de 50 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> que aumenta en un 43%, en términos de % VO<sub>2</sub> máx. La diferencia en los ajustes relativos en la intensidad de entrenamiento en el ejemplo anterior puede producir efectos de entrenamiento desiguales entre los dos individuos.

Por el contrario, si se utilizara el método de % VO<sub>2</sub>R, los dos individuos aumentarían por ajustes idénticos en la intensidad relativa (15). El uso continuo del % VO<sub>2</sub> máx. en algunos estudios de entrenamiento plantea el interrogante de si en estas investigaciones las intensidades del ejercicio están siendo realmente controlada o no en los sujetos (Tabla 2).

En 2002, Swain y Franklin (75) en un esfuerzo por identificar la mínima intensidad umbral exigida para mejorar la aptitud cardiorrespiratoria en términos del % VO<sub>2</sub>R, realizaron una revisión de los estudios de entrenamiento con ejercicio. Los autores concluyeron que los individuos con valores iniciales de VO<sub>2</sub> máx. menores de 40 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> pueden experimentar

un efecto de entrenamiento a niveles de intensidad tan bajos como del 30%  $\text{VO}_2\text{R}$ , mientras que los individuos con valores iniciales de  $\text{VO}_2$  máx. mayores del  $40 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  podrían necesitar exceder un umbral de entrenamiento superior al 45% del  $\text{VO}_2\text{R}$ . Dada la importancia que tiene la aptitud cardiorrespiratoria en la salud general, estos resultados aportan información importante a los profesionales del ejercicio respecto a los requisitos mínimos de intensidad de entrenamiento que deben tener los programas de ejercicios de sus clientes. Sin embargo, los autores (75) advierten que una limitación del análisis fue la transformación de la intensidad de ejercicio de %  $\text{VO}_2$  máx. a %  $\text{VO}_2\text{R}$  utilizando los valores medios de los grupos. Ellos aclararon además que sus resultados deberían ser considerados como preliminares hasta tanto sean confirmados o rechazados por estudios posteriores que establezcan la intensidad del ejercicio en función del %  $\text{VO}_2\text{R}$ . Según nuestras observaciones, esta recomendación tan importante no ha sido estudiada posteriormente por los investigadores. Pensamos que esto es desafortunado debido a la importancia que tiene conocer la relación dosis-respuesta entre la intensidad de ejercicio y la aptitud cardiorrespiratoria, junto con la determinación del umbral de entrenamiento mínimo necesario para que se produzcan cambios positivos en este aspecto tan crítico de la salud.

El uso continuo de una recomendación de ejercicio desactualizada (% $\text{VO}_2$  máx.) plantea un problema que atrapó la atención en nuestra área hace casi 30 años. En el Pronunciamiento de 1978 *Cantidad y Calidad de Ejercicio Recomendada para Desarrollar y Mantener la Aptitud Física en Adultos Saludables* (9), se observó que aunque se habían llevado a cabo muchas investigaciones relacionadas al entrenamiento y al cuerpo humano, la falta de estandarización en la metodología del entrenamiento dificultaba la interpretación. Comentarios similares también fueron publicados en los pronunciamientos de 1990 y 1998 (10-11). Si realmente es cierto que establecer la intensidad del ejercicio de acuerdo al %  $\text{VO}_2$  máx. somete a los individuos con diferentes niveles de aptitud física a estímulos de entrenamiento diferentes, como lo afirman Swain y col. (15), entonces muchos interrogantes importantes no han sido completamente aclarados en las investigaciones.

Por ejemplo, las investigaciones que tengan como objetivo identificar la dosis mínima ( $\text{kcal}^{-1}\cdot\text{sem}^{-1}$ ) de ejercicio necesario para provocar cambios positivos en la aptitud cardiorrespiratoria deben controlar la intensidad del ejercicio (22). Si la intensidad del ejercicio se prescribe en función del %  $\text{VO}_2$  máx. a una población con valores iniciales de  $\text{VO}_2$  máx. heterogéneos, los individuos realizarán ajustes desiguales del  $\text{VO}_2$  desde el reposo al ejercicio, y por lo tanto la intensidad del ejercicio se transformará en una variable que introduce confusión y en una considerable limitación del estudio. De manera similar, aquellas investigaciones realizadas para determinar cual es la contribución de los genes a la entrenabilidad de la aptitud cardiorrespiratoria deberían controlar la intensidad del ejercicio (70). Una vez más, la prescripción de ejercicio según el %  $\text{VO}_2$  máx. provocará intensidades de entrenamiento diferentes en los individuos con valores iniciales de  $\text{VO}_2$  máx. que no sean equivalentes, produciendo potencialmente diferentes efectos de entrenamiento.

Identificamos dos libros de texto para estudiantes en los que las recomendaciones de intensidad de ejercicio fueron mal interpretadas por los autores (28-29). Esta observación es particularmente desconcertante debido al hecho de que estos libros de texto son empleados como importantes recursos para los futuros profesionales en nuestro campo. Si las recomendaciones de intensidad del ejercicio vigentes no son presentadas correctamente en el ámbito académico, entonces es muy probable que en el futuro continúen siendo mal interpretadas y mal aplicadas. Además, el público en general recurre a los profesionales del ejercicio para ser guiado en sus búsquedas individuales de salud y aptitud física. Las inconsistencias dentro de la literatura y entre los profesionales del ejercicio acerca de las recomendaciones de intensidad de ejercicio apropiadas, pueden producir confusión en los clientes e impactar negativamente en la adhesión y efectividad de un programa de ejercicio. Finalmente, la mala interpretación de las recomendaciones de intensidad de ejercicio vigentes refleja una mala imagen de nuestra profesión.

## Conclusión

Sobre la base de los resultados presentes, concluimos que hay una considerable mala interpretación y mala aplicación de las recomendaciones vigentes acerca intensidad del ejercicio del ACSM. A pesar del cambio en las recomendaciones del ACSM que sugieren utilizar el %  $\text{VO}_2\text{R}$  en lugar del %  $\text{VO}_2$  máx., en la literatura las recomendaciones continúan siendo mal interpretadas (Tabla 1), y se sigue utilizando frecuentemente el %  $\text{VO}_2$  máx. en la metodología de estudios de entrenamiento aeróbico (Tabla 2). Debido a que las recomendaciones de prescripción del ejercicio del ACSM son las recomendaciones más reconocidas por los profesionales del ejercicio, es responsabilidad de los autores y revisores que en las futuras publicaciones sean correctamente interpretadas e informadas. ¿Cuál es el aporte de la genética a la aptitud cardiorrespiratoria? ¿Cuál es la mínima intensidad umbral para mejorar la aptitud cardiorrespiratoria? ¿Cuál es la relación dosis-respuesta entre la cantidad de ejercicio y la aptitud cardiorrespiratoria?. Estas y otras muy importantes preguntas, van a continuar sin ser completamente respondidas hasta que en las metodologías de los estudios se estandarice la intensidad del ejercicio. De acuerdo con las recomendaciones del ACSM y de otros autores (6, 8, 14-16, 75) nosotros recomendamos que los estudios futuros prescriban la intensidad del ejercicio utilizando el % HRR o %  $\text{VO}_2\text{R}$ , en lugar del %  $\text{VO}_2$  máx., para asegurar que todos los sujetos estén realizando ejercicio en niveles de intensidad relativa similares. Adicionalmente, nosotros recomendamos que los profesionales del ejercicio se familiaricen con las recomendaciones vigentes de intensidad de ejercicio para la aptitud cardiorrespiratoria.

## Dirección para Envío de Correspondencia

Dalleck LC, PhD., Department of Kinesiology, University of Wisconsin - Eau Claire, 105 Garfield Ave, PO Box 4004, Eau Claire, WI, USA, 54702. Tel.: (715) 836-3774; Fax: (715) 836-4074; correo electrónico: dalleclc@uwec.edu.

## REFERENCIAS

1. Bassett D. R., J. R. and Howley E. T (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 32: 70-84
2. Costill D. L (1970). Metabolic responses during distance running. *J Appl Physiol* 28: 251-255
3. Blair S. N., Kohl III H. W., Paffenbarger R. S., Clark D. G., Cooper K. H. and Gibbons L. W (1989). Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 262: 2395-2401
4. Blair S. N., Kampert J. B., Kohl III H. W. et al (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA* 276: 205-210
5. Franklin B. A (2007). Fitness: the ultimate marker for risk stratification and health outcomes?. *Prev Cardiol* 10:42-46
6. American College of Sports Medicine (2006). ACSMs Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 7<sup>th</sup> Edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins
7. Karvonen M. J., Kentala E. and Mustala O (1957). The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 35: 307-315
8. American College of Sports Medicine (2000). ACSMs Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6<sup>th</sup> Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
9. American College of Sports Medicine. Position Stand (1978). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 10:vii-x
10. American College of Sports Medicine. Position Stand (1990). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 22: 265-274
11. Badenhop D. T., Cleary P. A., Schaal S. F., Fox E. L. and Bartels R. L (1983). Physiological adjustments to higher- or lower-intensity exercise in elders. *Med Sci Sports Exerc* 15: 496-502
12. Belman M. J. and Gaesser G. A (1991). Exercise training below and above the lactate threshold in the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 23: 562-568
13. Pantou L. B., Graves J. E., Pollock M. L. et al (1996). Relative heart rate, heart rate reserve, and VO<sub>2</sub> during submaximal exercise in the elderly. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 51: 165-171
14. Swain D. P. and Leutholtz B. C (1997). Heart rate reserve is equivalent to %VO<sub>2</sub>Reserve, not to %VO<sub>2</sub>max. *Med Sci Sports Exerc* 29: 410-414
15. Swain D. P., Leutholtz B. C., King M. E., Haas L. A. and Branch J. D (1998). Relationship between % heart rate reserve and %VO<sub>2</sub>reserve in treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc* 30: 318-321
16. 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. *Med Sci Sports Exerc* 30: 975-991
17. Dalleck L. C. and Kravitz L (2006). Relationship between %Heart Rate Reserve and %VO<sub>2</sub> Reserve during Elliptical Crosstrainer Exercise. *J Sports Sci Med* 5: 662-671
18. Lounana J., Champion F., Noakes T. D. and Medelli J (2007). Relationship between %HRmax, %HR reserve, %VO<sub>2</sub>max, and %VO<sub>2</sub> reserve in elite cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 39: 350-357
19. Brawner C. A., Keteyian S. J. and Ehrman, J. K (2002). The relationship of heart rate reserve to VO<sub>2</sub>reserve in patients with heart disease. *Med Sci Sports Exerc* 34: 418-422
20. Byrne N. M. and Hills A. P (2002). Relationships between HR and VO<sub>2</sub> in the obese. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1419-1427
21. Pintar J. A., Robertson R. J., Kriska A. M., Nagle E. and Goss F. L (2006). The influence of fitness and body weight on preferred exercise intensity. *Med Sci Sports Exerc* 38: 981-988
22. Asikainen T. M., Miilunpalo S., Oja P. et al (2002). Randomised, controlled walking trials in postmenopausal women: the minimum dose to improve aerobic fitness?. *Br J Sports Med* 36: 189-194
23. Branch J. D., Pate R. R. and Bourque S. P (2000). Moderate intensity exercise training improves cardiorespiratory fitness in women. *J Womens Health Gend Based Med* 9: 65-73
24. Morss G. M., Jordan A. N., Skinner J. S. et al (2004). Dose-response to exercise in women aged 45-75 yr (DREW): Design and Rationale. *Med Sci Sports Exerc* 36: 336-344
25. Duscha B. D., Slentz C. A., Johnson J. L. et al (2005). Effects of exercise training amount and intensity on peak oxygen consumption in middle-age men and women at risk for cardiovascular disease. *Chest* 128: 2788-2793
26. Teh K. C. and Aziz A. R (2002). Heart rate, oxygen uptake, and energy cost of ascending and descending the stairs. *Med Sci Sports Exerc* 34: 695-699
27. Asikainen T. M., Miilunpalo S., Kukkonen-Harjula K. et al (2003). Walking trials in postmenopausal women: effect of low doses of exercise and exercise fractionalization on coronary risk factors. *Scan J Med Sci Sports* 13: 284-292
28. Mackinnon L. T., Ritchie C. B., Hooper S. L. and Abernethy P. J (2003). Exercise Management: Concepts and Professional Practice. *Champaign: Human Kinetics*

29. Mcardle W. D., Katch F. I. and Katch V. L (2007). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, & Human Performance. 6 th Edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins*
30. Asikainen T. M., Miilunpalo S., Oja P., Rinne M., Pasanen M. and Vuori I (2002). Walking trials in postmenopausal women: effect of one vs two daily bouts on aerobic fitness. *Scan J Med Sci Sports 12: 99-105*
31. Kraus W. E., Torgan C. E., Duscha B. D. et al (2001). Studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise (STRRIDE). *Med Sci Sports Exerc 33: 1774-1784*
32. Morris N., Gass G., Thompson M., Bennett G., Basic D. and Morton H (2002). Rate and amplitude of adaptation to intermittent and continuous exercise in older men. *Med Sci Sports Exerc 34: 471-477*
33. Okazaki K., Kamijo Y., Takeno Y., Okumoto T., Masuki S. and Nose H (2002). Effects of exercise training on thermoregulatory responses and blood volume in older men. *J Appl Physiol 93: 1630-1637*
34. Okura T., Nakata Y. and Tanaka K (2003). Effects of exercise intensity on physical fitness and risk factors for coronary heart disease. *Obes Res 11: 1131-1139*
35. Park S. K., Park J. H., Kwon Y. C., Yoon M. S. and Kim C. S (2003). The effect of long -term aerobic exercise on maximal oxygen consumption, left ventricular function and serum lipids in elderly women. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci 22: 11-17*
36. Gass G., Gass E., Wicks J., Browning J., Bennett G. and Morris N (2004). Rate and amplitude of adaptation to two intensities of exercise in men aged 65-75 yr. *Med Sci Sports Exerc 36: 1811-1818*
37. Glowacki S. P., Martin S. E., Maurer A., Baek W., Green J. S. and Crouse S. F (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med Sci Sports Exerc 36: 2119-2127*
38. Shields C. L., Giesbrecht G. G., Pierce G. N. and Ready A. E (2004). The effects of a moderate physical activity program on thermoregulatory responses in a warm environment in men. *Can J Appl Physiol 29: 379-394*
39. Duncan G. E., Anton S. D., Sydeman S. J. et al (2005). Prescribing exercise at varied levels of intensity and frequency. *Arch Intern Med 165: 2362-2369*
40. ODonovan G., Owen A., Bird S. R. et al (2005). Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. *J Appl Physiol 98: 1619-1625*
41. Coker R. H., Hays N. P., Williams R. H. et al (2006). Exercise-induced changes in insulin action and glycogen metabolism in elderly adults. *Med Sci Sports Exerc 38: 433-438*
42. Dipietro L., Dziura J., Yeckel C. W. and Neuffer P. D (2006). Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *J Appl Physiol 100: 142-149*
43. Ring-Dimitriou S., Paulweber B., Von Duvillard S. P. et al (2006). The effect of physical activity and physical fitness on plasma adiponectin in adults with predisposition to metabolic syndrome. *Eur J Appl Physiol 98: 472-481*
44. Sarsan A., Ardic F., Ozgen M., Topuz O. and Sermez Y (2006). The effects of aerobic and resistance exercises in obese women. *Clin Rehabil 20: 773-782*
45. Church T. S., Earnest C. P., Skinner J. S. and Blair S. N (2007). Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *JAMA 297: 2081-2091*
46. Stephens Q., Kirby T., Buckworth J., Devor S. and Hamlin R (2007). Aerobic exercise improves cardiorespiratory fitness but does not reduce blood pressure in prehypertensive African American women. *Ethn Dis 17: 55-58*
47. Chubak J., Ulrich C. M., Tworoger S. S. et al (2006). Effect of exercise on bone mineral density and lean mass in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc 38: 1236-1244*
48. Cooke W. H., Reynolds B. V., Yandl M. G., Carter J. R., Tahvanainen K. U. O. and Kuusela T. A (2002). Effects of exercise training on cardiovascular and sympathetic responses to Valsalva maneuver. *Med Sci Sports Exerc 34: 928-935*
49. Costes F., Prieur F., Feasson L., Geysant A., Barthelemy J. C. and Denis C (2001). Influence of training on NIRS muscle oxygen saturation during submaximal exercise. *Med Sci Sports Exerc 33: 1484-1489*
50. Maiorana A., O'Driscoll G., Dembo L., Goodman C., Taylor R. and Green D (2001). Exercise training, vascular function, and functional capacity in middle-aged subjects. *Med Sci Sports Exerc 33: 2022-2028*
51. Murphy M., Nevill A., Neville C., Biddle S. and Hardman A (2002). Accumulating brisk walking for fitness, cardiovascular risk, and psychological health. *Med Sci Sports Exerc 34: 1468-1474*
52. Prieur F., Benoit H., Busso T., Castells J. and Denis C (2005). Effect of endurance training on the VO<sub>2</sub>-work rate relationship in normoxia and hypoxia. *Med Sci Sports Exerc 37: 664-669*
53. Radom-Aizik S., Hayek S., Shahar I., Rechavi G., Kaminski N. and Ben-Dov I (2005). Effects of aerobic training on gene expression in skeletal muscle of elderly men. *Med Sci Sports Exerc 37: 1680-1696*
54. Beneke R. and Hutler M (2005). The effect of training on running economy and performance in recreational athletes. *Med Sci Sports Exerc 37: 1794-1799*
55. Burnham T. R. and Wilcox A (2002). Effects of exercise on physiological and psychological variables in cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc 34: 1863-1867*
56. Lee C. M., Wood R. H. and Welsch M. A (2003). Influence of short-term endurance exercise training on heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc 35: 961-969*
57. McCarthy J. P., Pozniak M. A. and Agre J. C (2002). Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc 34: 511-519*
58. Steffen P. R., Sherwood A., Gullette E. C. D., Georgiades A., Hinderliter A. and Blumenthal J. A (2001). Effects of exercise and weight loss on blood pressure during daily life. *Med Sci Sports Exerc 33: 1635-1640*
59. Wood R. H., Reyes R., Welsch M. A. et al (2001). Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med Sci Sports Exerc 33: 1751-1758*
60. Ardern C. I., Katzmarzyk P. T., Janssen I. et al (2004). Race and sex similarities in exercise-induced changes in blood lipids and fatness. *Med Sci Sports Exerc 36: 1610-1615*
61. Arthur H. M., Smith K. M., Kodis J. and McKelvie R (2002). A controlled trial of hospital versus home-based exercise in cardiac

- patients. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1544-1550
62. Delagardelle C., Feiereisen P., Autier P., Shita R., Krecke R. and Beissel J (2002). Strength/endurance training versus endurance training in congestive heart failure. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1868-1872
  63. Dengel D. R., Brown M. D., Reynolds I. V. T. H. and Supiano M. A (2006). Effect of aerobic exercise training on renal responses to sodium in hypertensives. *Med Sci Sports Exerc* 38: 217-222
  64. Gabbett T. J., Gass G. C., Thalib L., Morris N. and Gass E. M (2001). Does endurance training affect orthostatic responses in healthy elderly men?. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1279-1286
  65. Kraus W. E., Houmard J. A., Duscha B. D. et al (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med* 347: 1483-1492
  66. Mahler D. A., Ward J. and Mejia-Alfaro R (2003). Stability of dyspnea ratings after exercise training in patients with COPD. *Med Sci Sports Exerc* 35: 1083-1087
  67. Moro C., Pillard F., Glisezinski I. D. E. et al (2005). Training enhances ANP lipid-mobilizing action in adipose tissue of overweight men. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1126-1132
  68. Neary J. P., McKenzie D. C. and Bhambhani Y. N (2002). Effects of short-term endurance training on muscle deoxygenation trends using NIRS. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1725-1732
  69. Perry C. G. R., Reid J., Perry W. and Wilson B. A (2005). Effects of hyperoxic training on performance and cardiorespiratory response to exercise. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1175-1179
  70. Skinner J. S., Gaskill S. E., Rankinen T. et al (2003). Heart rate versus %VO<sub>2</sub>max: age, sex, race, initial fitness, and training response-HERITAGE. *Med Sci Sports Exerc* 35: 1908-1913
  71. Takeshima N., Rogers M. E., Watanabe E. et al (2002). Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc* 34: 544-551
  72. Warburton D. E. R., Haykowsky M. J., Quinney H. A. et al (2004). Blood volume expansion and cardiorespiratory function: effects of training modality. *Med Sci Sports Exerc* 36: 991-1000
  73. Wilmore J. H., Stanforth P. R., Gagnon J. et al (2001). Cardiac output and stroke volume changes with endurance training: The HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc* 33: 99-106
  74. Wilmore J. H., Stanforth P. R., Gagnon J. et al (2001). Heart rate and blood pressure changes with endurance training: The HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc* 33: 107-116
  75. Swain D. P. and Franklin B. A (2002). VO<sub>2</sub> reserve and the minimal intensity for improving cardiorespiratory fitness. *Med Sci Sports Exerc* 34: 152-157

### Cita Original

Dalleck LC, Dalleck AM. The ACSM Exercise Intensity Guidelines for Cardiorespiratory Fitness: Why The Misuse? *JEPonline*; 11 (4): 1-11, 2008.