

Article

# Efectos de un Programa Recreativo de Trote de Bajo Volumen Sobre el Control Autonómico Cardíaco

Aindrea N McHugh, Michael R Esco, Barbara E Bloomquist y Henry N Williford

*Human Performance Laboratory, Department of Physical Education and Exercise Science, Auburn University Montgomery, Montgomery, AL, Estados Unidos.*

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar en adultos jóvenes con bajos niveles de aptitud cardiovascular si un programa de trote de 2 días por semana podía mejorar la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) y la recuperación de la frecuencia cardíaca (HRR) después de 7 semanas. En el estudio participaron dieciséis sujetos de los cuales 7 eran varones (n=7) y 9 eran mujeres (n=9). Al comienzo del estudio, se midió la HRV en reposo durante un período de 5 minutos. Se registraron la banda normalizada de alta frecuencia (HFnu) y la proporción entre potencia de baja frecuencia y de alta frecuencia (LF:HF). Para determinar HRR 1 min (HRR1) y 2 min (HRR2) postejercicio se realizó una prueba de esfuerzo progresiva máxima. Luego de las evaluaciones iniciales del estudio los sujetos comenzaron programa de trote recreativo de 2 días por semana durante un período de 7 semanas. Luego de 7 semanas, los sujetos regresaron al laboratorio para que se les realizaran las determinaciones postejercicio. No se observó ningún cambio significativo ( $P>0,05$ ) ni en HFnu (Pre =  $55,11 \pm 7,60 \text{ ms}^2$ , Post =  $53,39 \pm 8,17 \text{ ms}^2$ ) ni en LF:HF (Pre =  $0,58 \pm 0,31$ , Post =  $0,59 \pm 0,25$ ). Tampoco se observaron cambios significativos en HRR1 (Pre =  $21,47 \pm 10,78 \text{ latidos}\cdot\text{min}^{-1}$ , Post =  $21,60 \pm 10,35 \text{ latidos}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $P>0,05$ ). Sin embargo se observó un aumento pequeño pero significativo, en HRR2 (Pre =  $38,00 \pm 15,13 \text{ latidos}\cdot\text{min}^{-1}$ , Post =  $41,33 \pm 13,79$ ,  $P=0,048$ ). Un programa de trote recreativo de sólo 2 días por semana no mejoró significativamente todos los marcadores de la función cardiovascular autónoma.

**Palabras Clave:** Variabilidad de la frecuencia cardíaca, recuperación de la frecuencia cardíaca, VO2.

## INTRODUCCION

La actividad cardiovascular está controlada de manera involuntaria por las dos ramas del sistema nervioso autónomo. La división simpática es responsable de aumentar la frecuencia cardíaca (HR) mientras que la rama parasimpática o vagal, es responsable de la disminución de HR (21). El balance simpático-parasimpático produce cambios en el ritmo relacionados con el tiempo en los sucesivos latidos del corazón; un fenómeno conocido como la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV). El análisis espectral de HRV se ha vuelto una metodología válida no invasiva de evaluar el control cardiovascular autónomo durante los registros de corta duración.

Además, el retorno inmediato de la HR hacia los valores iniciales luego de una serie de ejercicio es el resultado de una reactivación parasimpática (2). Así, la recuperación de la frecuencia cardíaca (HRR) es otra manera simple utilizada para evaluar el control cardiovascular autónomo (2,3,6). La importancia principal de HRV y HRR se debe a su vinculación con

los eventos adversos fatales ya que una HRV baja (8) y HRR lenta (3) se asocian con la morbilidad y mortalidad temprana por causas cardíacas y no cardíacas. La alteración en la función autónoma a corta edad es un factor de predicción de desarrollo temprano de enfermedad cardiovascular. Por consiguiente, se sugiere que un mejor control autónomo es cardioprotector.

El entrenamiento físico crónico aumentaría la modulación cardíaca autónoma. Sin embargo, no se conoce cual es el volumen mínimo de entrenamiento físico que se necesita para mejorar HRV y HRR. La mayoría de las investigaciones indican que los cambios se producen después de la aplicación de un programa de entrenamiento moderado-intenso de por lo menos 3 días por semana (4,9,10,14,17-19,24,27). No hay ningún estudio que haya determinado los efectos de un programa de entrenamiento aeróbico con baja frecuencia (por ejemplo, <3 días/semana) sobre HRR y HRV. Así, el propósito de este estudio fue determinar si un programa de trote de 2 días por semana mejoraba HRV y HRR después de 7 semanas en adultos jóvenes con niveles de aptitud cardiovascular inferiores al percentil 50 en comparación con los datos estándares para la edad.

## MÉTODOS

### Sujetos

Se reclutaron veinticinco adultos jóvenes aparentemente saludables para este estudio. En la Tabla 1 se presentan las variables descriptivas (Media  $\pm$  Desviación estándar) de todos los participantes en el inicio del estudio. Todos los datos fueron recolectados en el Laboratorio de Rendimiento Humano en la Universidad de Auburn en Montgomery. El diseño de la investigación fue aprobado por el comité de Revisión Institucional, y los sujetos proporcionaron el consentimiento informado por escrito. Todos los participantes completaron una encuesta de antecedentes de salud que se usó como herramienta de tamizaje para eliminar del estudio a aquellos sujetos que padecieran enfermedades cardiovasculares, pulmonares o metabólicas.

Se permitió que los sujetos participaran en el proceso de recolección de datos siempre y cuando no fueran hipertensos (i.e presión arterial <140/90 mmHg), no estuvieran participando en un deporte atlético competitivo y no estuvieran tomando algún medicamento prescrito o de venta libre. Los sujetos fueron incluidos en el análisis de los datos si sus valores de  $VO_2$  máx se encontraban por debajo del percentil 50 para su edad y género en comparación con los datos estándares establecidos (1).

Condiciones	Pre	Post
Edad (años)	23,88 $\pm$ 5,62	23,94 $\pm$ 5,57
Talla (cm)	168,12 $\pm$ 8,91	168,12 $\pm$ 8,91
Peso (kg)	81,87 $\pm$ 20,54	81,84 $\pm$ 20,85
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28,83 $\pm$ 6,38	28,8 $\pm$ 6,45
BF (%)	35,48 $\pm$ 9,62	35,43 $\pm$ 9,87
$VO_2$ max (mL·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	30,75 $\pm$ 6,39	32,10 $\pm$ 7,43

**Tabla 1.** Características descriptivas de la muestra. BMI= Índice de masa corporal; BF= Grasa Corporal;  $VO_2$ max= Consumo de oxígeno máximo

Todos los sujetos arribaron al laboratorio para la evaluación preliminar entre 7:00 a.m. y 11:00 a.m. cualquier día de la semana. Se les solicitó que no consumieran ninguna bebida con cafeína o bebidas alcohólicas 24 hrs antes de la evaluación, que no realizaran ejercicio activo 12 hrs antes y que no ingirieran alimentos por lo menos 4 hrs antes de las evaluaciones. Luego de completar los formularios de consentimiento necesarios y encuestas de antecedentes de salud, los sujetos fueron informados sobre el diseño del estudio y, luego recibieron instrucciones verbales sobre el protocolo de evaluación.

# PROCEDIMIENTOS

## Mediciones Realizadas al Inicio del Estudio

### *Composición corporal*

Se registraron las siguientes variables antropométricas: talla, peso e índice de masa corporal (BMI). La talla se determinó mediante un estadiómetro de pared (*SECA 220, Seca S.A., Hamburgo, Alemania*) y los valores fueron redondeados con un nivel de apreciación de 0,1 cm. El peso se determinó con una balanza digital (*TANITA BWB-800A, Tanita S.A., Tokio, Japón*) y fue redondeado con un nivel de apreciación de 0,1 kg. El índice de masa corporal (BMI) se estableció como los kilogramos de el peso por metro de altura al cuadrado. Adicionalmente, el porcentaje de grasa corporal (BF%) fue determinado mediante absorciometría de rayos x de energía dual.

### *Variabilidad a Corto Plazo de la Frecuencia Cardíaca de Reposo*

Para la determinación de HRV en reposo, los sujetos se colocaron en posición supina en una mesa de entrenamiento deportivo durante un período de 10 min antes de la prueba de ejercicio máxima. Durante este período de tiempo, la HR se analizó por electrocardiografía (ECG) la cual consistía en una configuración de dos derivaciones con tres electrodos de Ag/AgCl (*BIOPAC ES509, Goletta, CA*). Los electrodos fueron conectados con un sistema de adquisición de datos Biopac MP100. Durante el período de 10 min en posición supina, se solicitó a los sujetos que respiraran de manera rítmica con 12 respiraciones por minuto fijadas con un metrónomo. Se removieron los estímulos y ruidos externos y se apagó uno de los dos tableros de luces dentro del laboratorio. El ECG se evaluó a una frecuencia de 1000 Hz. Los últimos 5 min del registro de 10 min se utilizaron para el análisis de HRV. Para analizar HRV en los dominios de frecuencia se utilizó el software especializado (*Nevrokard*). Cada 5 min se inspeccionó visualmente el período de tiempo y los latidos anormales y artefactos fueron eliminados. Cualquier segmento con tres o más latidos ectópicos no fue incluido en el último análisis. Las grabaciones ECG de 5 min fueron convertidas en un espectro de potencia aplicando una ventana de Hanning con una transformación del Fourier rápida. El espectro de potencia fue separado en potencia de frecuencia baja (LF) y alta (HF). Los componentes de potencia HF (0,15-0,40 Hz) y potencia LF (0,04-0,15 Hz) fueron medidos en unidades normalizadas (HFnu, LFnu) que representan el valor relativo de cada componente de potencia en proporción a la potencia total menos el componente de la Frecuencia Muy Baja (VLF) (0,0033-0,04 Hz) (26). En el análisis de los datos HFnu se utilizó como un indicador de modulación parasimpática. Por otra parte, LFnu fue registrado pero no fue incluido en el análisis de los datos debido a las controversias que rodean a este parámetro (26). La proporción de LF:HF fue registrada y analizada para representar el balance entre la modulación simpática y la modulación parasimpática.

### *Test de Esfuerzo Progresivo Máximo y recuperación de la Frecuencia Cardíaca*

Para determinar el consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2max}$ ) se realizó un test de esfuerzo progresivo máximo en una cinta rodante *Trackmaster* (Full Vision, Inc., Carrollton, TX). Se utilizó el protocolo de Bruce compuesto por una serie de etapas de 3 min con aumentos consecutivos en la velocidad y en la pendiente hasta que se alcanzara el  $VO_{2max}$ . Las fracciones de gas expirado fueron analizadas con un sistema de medición del metabolismo (*metabolic cart*) *ParvoMedics TrueOne® 2400* (*Sandy, UT*). El consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2max}$ ) se alcanzaba si se cumplían por lo menos dos de los siguientes criterios: 1) se alcanzaba una meseta en  $VO_2$  ( $\pm 2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) con tasa de trabajo creciente; 2) tasa de intercambio respiratorio  $>1,15$ ; 3) HR dentro de 10 latidos del máximo establecido para la edad ( $220 - \text{edad}$ ); o 4) la fatiga volitiva. La frecuencia cardíaca fue supervisada durante la prueba mediante un monitor de frecuencia cardíaca electrónico *Polar* (*Polar Electro Oy, Kemple, Finlandia*). Para medir la presión arterial durante los últimos 45 seg de cada fase se utilizó un esfigmomanómetro estándar y un estetoscopio. La frecuencia cardíaca en el  $VO_{2max}$  se registró como frecuencia cardíaca máxima (MHR). La HR de la recuperación se grabó durante el primer (HR1) y segundo (HR2) minuto del período de enfriamiento durante el cual los sujetos caminaron a 2,5 mph con una pendiente de 1,5%. La recuperación de la frecuencia cardíaca en el 1er min y 2do min fueron calculados como la diferencia entre MHR y HR1 (HRR1) y HR2 (HRR2), respectivamente.

## Protocolo de Entrenamiento

Una vez finalizada la evaluación de los datos iniciales, los sujetos empezaron el programa recreativo de trote de 2 días por semana. La duración del protocolo era de 7 semanas. Cada sesión de entrenamiento comenzaba a las 6:45 a.m CST los martes y jueves. Durante la primera semana, se instruyó a los participantes que corrieran 1 milla. Después de esto, se aplicaron aumentos semanales en la distancia de 0,25 millas hasta la semana 3 en la que la distancia aumentó 0,50 millas por semana. Se les comunicó a los sujetos que si no podían completar la distancia requerida durante cualquier parte del protocolo, podían incluir breves series de caminata hasta que pudieran finalmente trotar la distancia completa. Al final del

período de entrenamiento de 7 semanas, cada sujeto pudo completar 3 millas. Debemos destacar que se les solicitó a los sujetos que mantuvieran y controlaran su propio ritmo durante sesión de trote. No se consideraron la frecuencia cardíaca, el  $VO_2$  ni el índice de esfuerzo percibido (RPE).

### **Mediciones Post Entrenamiento**

Una semana después del programa de entrenamiento de 7 semanas, los sujetos regresaron al laboratorio para que se les realizara la evaluación post entrenamiento de las siguientes variables: BMI, BF%,  $VO_{2max}$ , HRR1, HRR2 y de los parámetros de frecuencia de HRV. En las evaluaciones post entrenamiento (Post) se realizaron los mismos procedimientos de evaluación que se realizaron antes del programa de entrenamiento (Pre)

### **Análisis estadísticos**

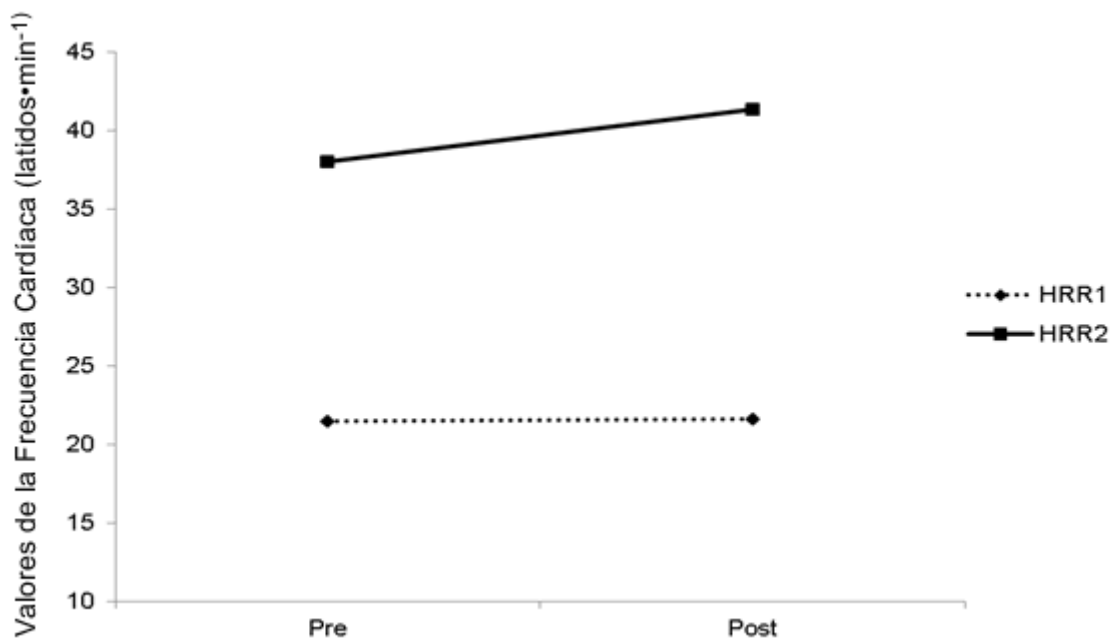
Los análisis estadísticos fueron realizados con SPSS/PASW versión 18,0 (IBM, Armonk, NY). Para las siguientes estadísticas descriptivas se determinó la media y desviación estándar: edad (años), talla (centímetros), peso (kg), BMI ( $kg/m^2$ ), grasa corporal (%) y  $VO_{2max}$  ( $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ). Se utilizó el test t de muestras apareadas para determinar si existían diferencias significativas entre las variables pre y post de los siguientes parámetros:  $VO_{2max}$ , BF%, HFnu, LF:HF, HRR1 y HRR2. La significancia estadística para todas las pruebas se fijó en  $P \leq 0,05$ .

## **RESULTADOS**

---

Después de las evaluaciones efectuadas al comienzo del estudio (Pre) 16 sujetos; 7 varones y 9 mujeres cumplieron con los criterios de inclusión para el análisis de los datos. Los datos de 6 sujetos fueron excluidos debido a que participaban en un deporte competitivo ( $n=3$ ) o que presentaban un valor de  $VO_{2max}$  superior al percentil 50 ( $n=3$ ). Por otra parte los datos de 3 sujetos fueron excluidos debido a la interferencia de artefactos en sus registros EKG transformados.

El protocolo de entrenamiento de 7 semanas no indujo ningún cambio significativo en el  $VO_{2max}$  (Pre =  $30,75 \pm 6,39 mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ , Post =  $32,10 \pm 7,43 mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ,  $P > 0,05$ ) ni en BF% (Pre =  $35,48 \pm 9,62$ , Post =  $35,43 \pm 9,87$ ,  $P > 0,05$ ). Además, los parámetros de HRV no cambiaron después del programa de entrenamiento. Los valores de HFnu Pre y Post fueron  $55,11 \pm 7,60 ms^2$  y  $53,39 \pm 8,17 ms^2$ , ( $P > 0,05$ ), respectivamente. Los valores de LF:HF Pre y Post fueron  $0,58 \pm 0,31$  y  $0,59 \pm 0,25$  ( $P > 0,05$ ), respectivamente. Tampoco se observaron cambios significativos en HRR1 (Pre =  $21,47 \pm 10,78$  latidos  $\cdot min^{-1}$ , Post =  $21,60 \pm 10,35$  latidos  $\cdot min^{-1}$ ,  $P > 0,05$ ). Sin embargo se observó un aumento significativo, en HRR2 (Pre =  $38,00 \pm 15,13$  latidos  $\cdot min^{-1}$ , Post =  $41,33 \pm 13,79$  latidos  $\cdot min^{-1}$ ,  $P = 0,048$ , Figura 1).



**Figura 1.** Cambios en la recuperación de HR Pre vs Post, luego del programa de trote recreacional de 7 semanas (n=16). HRR1 = Recuperación de HR en el 1er minuto; HRR2 = Recuperación de HR en el 2do minuto. \* Indica la diferencia significativa de HRR2 Pre vs Post. Las barras del error no fueron incluidas para no afectar la claridad del gráfico.

## DISCUSIÓN

El objetivo del estudio presente fue determinar si un programa de trote recreativo de 2 días por semana podía mejorar el control cardíaco autónomo después de 7 semanas, en adultos jóvenes con niveles de aptitud cardiovascular iniciales "inferiores al promedio". Nosotros decidimos analizar dos parámetros de actividad autónoma: HRV y HRR, debido a que estarían ligados independientemente al control cardíaco autónomo (7). Hasta la fecha existen pocas investigaciones que hayan analizado los efectos de un programa de entrenamiento aeróbico de baja frecuencia sobre estos dos marcadores. En comparación con los valores obtenidos al inicio del estudio observamos un cambio muy pequeño en la actividad autónoma cardíaca al finalizar el estudio. El programa de trote recreativo de 7 semanas no influyó en los parámetros de dominio de frecuencia de HRV (es decir, HFnu y LF:HF). Además no se observaron cambios en HRR1. Se observó una pequeña mejora, significativa en HRR2 de  $3,33 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$  después del programa de entrenamiento.

Estudios previos demostraron una mayor modulación cardíaca autónoma luego de entrenamiento físico (22). La mayoría de las investigaciones que observaron aumentos en HRV y HRR luego de entrenamientos físico involucraron un protocolo de tres o más días por semana (4,9,10,14,17-19,24,27). Por ejemplo, un programa de entrenamiento aeróbico de 3 a 4 días por semana aumentó HRV en las mujeres postmenopáusicas (10). Seis sesiones de ejercicio aeróbico por semana mejoraron HRV después de 8 semanas en sujetos sedentarios de mediana edad (9). Dieciséis semanas de entrenamiento aeróbico, realizado 3 días por semana a 70-80% de la HR de reserva, mejoraron la potencia de HF en varones (14). Además, un programa de entrenamiento con ejercicios aeróbicos de 12 semanas de 3 días por semana a 60-70% de HR máximo durante 60 min por día mejoró HRR1 y HRR2 en 7,4 y 9,6 latidos·min<sup>-1</sup>, respectivamente, en varones obesos de mediana edad (11).

Los estudios transversales sugieren que los diferentes volúmenes de actividad física ejercen influencia sobre las medidas autónomas. Se ha observado que mujeres que realizaban un volumen de actividad física "alto" tenían un HRV significativamente mayor que las que realizaban un volumen de actividad física "moderado" (8). De manera similar, Sandercock et al. (23) observaron que quienes se auto definían como "muy activos" tenían una variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) mayor que sus colegas menos activos. Carnethon et al. (2) observaron que participantes que informaron en tertil más alto de actividad física frecuente tenían una recuperación de la frecuencia cardíaca (HRR) significativamente más rápida que los participantes en el tertil más bajo. Estos estudios sugieren que hay una relación dosis respuesta entre la actividad física crónica y la regulación cardiovascular autónoma. Parecería que para reforzar

totalmente el control cardíaco autónomo, es necesario un programa de entrenamiento que contemple un mayor volumen de ejercicios que el estudio actual. Dos días por semana de trote recreativo pueden producir sólo mejoras modestas en HRR2, pero ningún cambio en HRV o HRR1 en reposo en los asuntos jóvenes con niveles de aptitud cardiovascular iniciales inferiores al promedio.

Los resultados actuales probablemente están asociados con que el programa de trote recreativo no logró mejorar la aptitud cardiovascular global. En otras palabras, no encontramos ningún cambio en el  $VO_2$ max. Los aumentos en la aptitud cardiovascular mejorarían la HRV y la HRR (4,12,25). Las recomendaciones para mejorar la aptitud cardiovascular emitidas por el Colegio Americano de Medicina de los Deportes (*American College of Sports Medicine*) recomiendan un programa de entrenamiento físico que consista en 20 a 60 min de ejercicio a una intensidad moderada a vigorosa durante 3 a 5 días por semana (1). Por consiguiente, los programas de entrenamientos de sólo 2 días por semana no cumplen con las recomendaciones mínimas relacionadas a la frecuencia de ejercicio. Además, la intensidad del ejercicio fue controlada por los mismos participantes y no por el laboratorio. No podemos establecer si los sujetos que participaron de este estudio cumplían con los niveles de intensidad recomendados.

Mas aún, hay evidencia que describe la influencia independiente de la composición corporal en el control autónomo de HR. Los valores bajos de HRV y HRR se asocian con mayores perímetros de cintura (13), valores de sumas de pliegues cutáneos mayores (5), mayores valores de índices de masa corporal (BMI) (16,20) y porcentajes de grasa corporal mas altos (15). De esta manera, nuestros resultados también se relacionan con la ausencia de cambios en la composición corporal de los sujetos después del programa de entrenamiento.

## CONCLUSIONES

---

Un programa de trote recreativo de sólo 2 días por semana no logró mejorar significativamente todos los marcadores de la función cardiovascular autónoma en adultos jóvenes con valores de niveles de aptitud aeróbica inferiores a la media. No se observaron cambios en los valores de HRV o HRR1 en reposo después del entrenamiento. Aunque se observaron aumentos en HRR2, la variación fue pequeña. Parecería que para inducir una mejora en HRV o HRR sería necesario un programa de entrenamiento de una frecuencia mayor que la del estudio actual. Es necesario realizar futuras investigaciones para determinar el volumen mínimo que se necesita para aumentar el control cardíaco autónomo.

### Dirección de contacto

Esco MR, PhD, Department of Physical Education and Exercise Science, Auburn University at Montgomery, Montgomery, AL, USA, 36124. Phone (334) 244-3161; FAX: (334) 244-3198; [mesco@aum.edu](mailto:mesco@aum.edu).

## REFERENCIAS

---

1. American College of Sports Medicine (2010). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *8th Edition*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins
2. Carnethon MR, Jacobs DR, Sidney S, Sternfeld B, Gidding SS, Shoushtari C, Liu K (2005). A longitudinal study of physical activity and heart rate recovery: CARDIA, 1987-1993. *Med Sci Sports Exerc*; 37:606-612
3. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS (1999). Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*; 341: 1351-1357
4. Du N, Bai S, Oguri K, Kato Y, Matsumoto I, Kawase H, Matsuoka T (2005). Heart rate recovery after exercise and neural regulation of heart rate variability in 30-40 year old female marathon runners. *J Sports Sci Med*; 4:9-17
5. Esco MR, Williford HN, Olson MS (2011). Skinfold thickness is related to cardiovascular autonomic control as assessed by heart rate variability and heart rate recovery. *J Strength Cond Res*; 25(8):2304-2310
6. Esco MR, & Williford HN (2011). Cardiovascular Autonomic Modulation in Collegiate Male Basketball Players. *JEPonline*; 14: 35-42
7. Esco MR, Olson MS, Williford HN, Blessing DL, Shannon D, Grandjean P (2009). The relationship between resting heart rate variability and heart rate recovery. *Clin Auton Res*; 20:33-38
8. Gilder M, Ramsbottom R (2008). Measures of cardiac autonomic control in women with differing volumes of physical activity. *J Sports Sci*; 26(7):781-786
9. Hautala AJ, Makikallio TH, Kiviniemi A, Laukkanen RT, Nissila S, Huikuri HV, Tulppo MP (2003). Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*; 285:H1747-H1752

10. Jurca R, Church TS, Morss GM, Jordan AN, Earnest CP (2004). Eight weeks of moderate-intensity exercise training increases heart rate variability in sedentary postmenopausal women. *Am Heart J*; 147:828.e8-e15
11. Kim MK, Tanaka K, Kim MJ, Matsuo T, Ajisaka R (2009). Exercise training-induced changes in heart rate recovery in obese men with metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord*; 7:469-476
12. Levy WC, Cerqueira MD, Harp GD, Johannessen K, Abrass IB, Schwartz RS, Stratton JR (1998). Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and men. *Am J Cardiol*; 82:1236-1241
13. Lin LY, Kuo HK, Lai LP, Lin JL, Tseng CD, Hwang JJ (2008). Inverse correlation between heart rate recovery and metabolic risks in healthy children and adolescents: Insight from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002. *Diabetes Care*; 31:1015-1020
14. Melanson E L, Freedson, PS (2001). The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. *Eur J Appl Phys*; 85:442-449
15. Millis Rm, Austin RE, hatcher MD, Bond V, Faruque MU, Goring KL, Hickey BM, DeMeersman RE (2010). Association of body fat percentage and heart rate variability measures of sympathovagal balance. *Life Sciences*; 86:153-157
16. Molfino A, Fiorentini A, Tubani L, Matruscelli M, Fanelli R, Laviano A (2009). Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability. *Eur J Clin Nutr*; 63:1263-1265
17. Myers J, Hadley D, Oswald U, Bruner K, Kottman W, Hsu L, et al (2007). Effects of exercise training on heart rate recovery in patients with chronic heart failure. *Am Heart J*; 153:1056-1063
18. Myslivecek PR, Brown CA, Wolfe LA (2002). Effects of physical conditioning on cardiac autonomic function in healthy middle-aged women. *Can J Appl Physiol*; 27:1-18
19. Otsuki T, Maeda S, Iemitsu M, Saito Y, Tanimura Y, Sugawara J, Ajisaka R, Miyauchi T (2007). Postexercise Heart Rate Recovery Accelerates in Strength-Trained Athletes. *Med Science Sports Exerc*; 39:365-370
20. Piestrzeniewicz K, Łuczak K, Wrancik JK, Goch JH (2008). Obesity and heart rate variability in men with myocardial infarction. *Cardiol J*; 15:43-49
21. Powers SK, & Howley ET (2012). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. 8th Edition. New York, NY: McGraw-Hill
22. Sandercock GR, Bromley PD, Brodie DA (2005). Effects of Exercise on Heart Rate Variability: Inferences from Meta-Analysis. *Med Sci Sports Exerc*; 37:433-439
23. Sandercock, G. R., Hardy-Shepherd, D., Nunan, D., & Brodie, D (2008). The relationships between self-assessed habitual activity and non-invasive measures of cardiac modulation in young healthy volunteers. 26 (11). *J Sports Sci*; 26:1171-1177
24. Stein PK, Ehsani AA, Domitrovich PP, Kleiger RE, Rottman JN (1999). Effect of exercise training on heart rate variability in healthy older adults. *Am Heart J*; 138:567-576
25. Sztajzel J, Jung M, Sievert K, Bayes De Luna A (2008). Cardiac autonomic profile in different sports disciplines during all-day activity. *J Sports Med Phys Fitness*; 48:495-501
26. Task Force of the European Society of Cardiology in the North American Society of Pacing Electrophysiology (1996). Heart Rate Variability. *Circulation*; 93:1043-1065
27. Tiukinoy S, Beohar N, Hsie M (2003). Improvement in Heart Rate Recovery after Cardiac Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil*; 23:84-87

### **Cita Original**

McHugh AN, Esco MR, Bloomquist BE, Williford HN. Effects of a Low Volume Recreational Jogging Program on Cardiovascular- Autonomic Control. *JEPonline* 2012;15(4):18-25.