

## EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO AERÓBICO SUBMÁXIMO SOBRE EL RENDIMIENTO CARDIORRESPIRATORIO Y LA POTENCIA ANAERÓBICA

**Recibido:**

**Aceptado:**

Oscar Adolfo Niño Méndez\*, Jorge Leonardo Rodríguez Mora\*, Juan Pablo Reyes\*,  
Gloria Esperanza Velasco Ariza\*

### Resumen

**Introducción:** Existen beneficios en salud al realizar ejercicio físico, sin embargo, son pocas las investigaciones que reportan el rendimiento anaeróbico y su correlación con indicadores cardiorrespiratorios. Por tal motivo, el propósito de esta investigación fue determinar valores de rendimiento cardiorrespiratorio y aptitud anaeróbica después de un programa de ejercicio aeróbico en el cual se determinó la correlación entre ellos. **Métodos:** 22 hombres ( $20 \pm 2$  años) conformaron dos grupos, G1-(entrenamiento), 6 semanas/tres días por semana, intensidad horaria de 45 minutos/día, G2-(Control). Antes y después realizaron un test de Wingate y una prueba de esfuerzo de predominancia aeróbica. **Resultados:** Aumentos significativos entre el pre-pos en G1 en  $VO_2$ máx y vatios que mejoraron 7,6% y 15,9% respectivamente, diferencia significativa en la PP y en PM/kg con una mejora del 18,8% y 18,9%, respectivamente. **Conclusión:** Un programa de ejercicio aeróbico submáximo en bicicleta estática aumenta el rendimiento cardiorrespiratorio y rendimiento anaeróbico sin que exista una relación de dependencia entre las diferentes variables.

Palabras clave: ejercicio aeróbico submáximo, prueba de esfuerzo, test de Wingate,  $VO_2$ máx.

\* Programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes. Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física. Universidad de Cundinamarca, Colombia. Grupo de investigación Cafed. Correo: oscarnio@gmail.com; oanino@ucundinamarca.edu.co

## EFFECTS OF A SUBMAXIMUM AEROBIC EXERCISE PROGRAM ON CARDIORESPIRATORY PERFORMANCE AND ANAEROBIC POWER

Oscar Adolfo Niño Méndez\*, Jorge Leonardo Rodríguez Mora\*, Juan Pablo Reyes\*, Gloria Esperanza Velasco Ariza\*

### Abstract

**Introduction:** There are health benefits when performing physical exercise, however, there are few investigations that report anaerobic performance and its correlation with cardiorespiratory indicators, for this reason, the purpose of this research was to determine the values of cardiorespiratory performance and anaerobic fitness after an aerobic exercise program determining the correlation between them. **Method:** 22 men ( $20 \pm 2$  years), were divided into two groups, G1 (training), 6 weeks, three days a week with an hourly intensity of 45 minutes per day, G2 (control). Before and after exercise they performed a Wingate test and a predominantly aerobic stress test. **Results:** Significant increases between pre-post in G1 in  $VO_2$ Max and watts improving 7.6% and 15.9% respectively, a significant difference in PP and PM/kg improving 18.8% and 18.9% respectively. **Conclusion:** A submaximal aerobic exercise program on a stationary bike increases cardiorespiratory performance and anaerobic performance without a dependency relationship between the different variables.

Keywords: Stress test, submaximal aerobic exercise,  $VO_2$ Max, Wingate test.

## Introducción

Existe una gran variedad de beneficios para la salud al realizar una práctica regular y sistemática de ejercicio físico (1). Al hablar de ejercicio físico, nos referimos a la estructura planificada y repetitiva con un fin específico, siendo el más relevante el mantener y mejorar la condición física (2). Incluso, se puede llegar a afirmar que dicha práctica repercute en una mayor longevidad de las personas (3), además, se han reportado beneficios en aspectos cognitivos (4). El ejercicio físico supone un gran esfuerzo para todo el organismo, pues aumenta las necesidades energéticas, así como la demanda de oxígeno por la musculatura implicada de forma directa o indirecta en el movimiento (5).

Estos beneficios en el sistema cardiovascular van desde aumentos en el volumen sistólico, disminución de la frecuencia cardíaca en reposo como en cualquier tipo de ejercicio aeróbico submáximo, lo que contribuiría en la disminución del riesgo cardiovascular (6). Un plan de ejercicio físico aeróbico no siempre se realiza a la máxima capacidad cardiovascular de las personas y los efectos positivos se han reportado a intensidades submáximas (7, 8).

El consumo máximo de oxígeno en ejercicio incremental ha sido el *Gold Standard* desde hace varios años para determinar la capacidad cardiovascular en todo tipo de población (9, 10). El test de Wingate es una de las pruebas más utilizadas para calcular y evaluar el rendimiento y la aptitud anaeróbica (11, 12). Sin embargo, son pocas las investigacio-

nes que reportan el rendimiento anaeróbico y su correlación con indicadores cardiorrespiratorios como el  $VO_2$  máx y los vatios máximos alcanzados en una prueba de esfuerzo. Por tal motivo, el propósito de esta investigación fue determinar los valores de rendimiento cardiorrespiratorio y de aptitud anaeróbica después de culminar un programa de ejercicio aeróbico submáximo y determinar la correlación entre estos valores.

## Metodología

### Participantes

El presente estudio se desarrolló como una investigación de tipo ensayo clínico aleatorio controlado. La muestra estuvo compuesta por 22 hombres sanos y físicamente activos ( $20 \pm 2$  años), sin ninguna patología que les impidiera realizar los test ni el ejercicio físico. Todos los sujetos eran estudiantes de Educación Física de la Universidad de Cundinamarca en Fusagasugá, Colombia, los cuales cursaban primer semestre de carrera y sin ningún tipo de entrenamiento de alto rendimiento.

Los sujetos se encontraban radicados en el municipio de Fusagasugá a 1726 msnm. Al grupo de 22 sujetos se les realizó una aleatorización y ubicación en dos grupos: un grupo que realizaba entrenamiento aeróbico submáximo en bicicleta estática (G1) y un grupo control (G2) el cual no realizó ningún tipo de entrenamiento más que las clases prácticas propias de la carrera.

Previo al inicio de la investigación se les realizó una explicación de los test y el

entrenamiento por realizar. Cada uno de los participantes firmó un consentimiento informado, entendiendo los beneficios y repercusiones de la participación en la investigación. La investigación se realizó atendiendo las guías de la declaración de Helsinki y fue aprobada en consejo de Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física y por el Comité para el Desarrollo de la Investigación de la Universidad de Cundinamarca.

### Diseño

Los diferentes test y entrenamientos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo de la Universidad de Cundinamarca en el municipio de Fusagasugá, a una temperatura constante de 22°C y a una humedad del 75 %. Antes del periodo de entrenamiento se les aplicó una entrevista en la que se indagó sobre sus hábitos de actividad física, ejercicio y deporte, para lo cual se determinó como motivo de exclusión si participaba de un entrenamiento específico al mismo tiempo que el ejercicio realizado en las clases prácticas propias de la carrera.

Los diferentes test se realizaron antes y después del periodo de entrenamiento. La determinación de la composición corporal por bioimpedancia y los parámetros básicos de peso y estatura se realizaron sin zapatos y con la menor ropa posible, así mismo, se hizo énfasis en vaciar la vejiga, no haber ingerido alimentos ni líquidos (3 horas antes) y no haber realizado ejercicio físico antes de la medición (24 horas).

Posteriormente, se les midió con un test de Wingate desarrollado con el siguiente protocolo: se determinó el peso del sujeto para ajustar las cargas de calentamiento (30 % de la carga máxima de trabajo) y de trabajo ( $\text{peso} \times 0,075$ ), se realizó un calentamiento general de aproximadamente 10 minutos, seguido a eso se le solicitó pedalear 30 segundos al 30 % de la carga del test (100 pedalazos/minuto aproximadamente), un descanso pasivo de 1 minuto, por último, pedalear a 90 pedalazos/minuto sin carga y a los 2 segundos se le ajustó la carga máxima de trabajo. Los sujetos debían pedalear durante 30 segundos a máxima velocidad.

El test fue aplicado y controlado por tres personas con las siguientes tareas; 1) ajustar la carga y escribir el número de pedalazos cada 5 segundos, 2) llevar y manifestar cada 5 segundos el tiempo transcurrido; y 3) contar en voz alta los pedalazos cada 5 segundos (13). Los datos fueron consignados en una hoja de Excel para determinar a través de la fórmula los diferentes ítems. Por último, después de un descanso de 2 horas, los sujetos realizaron una prueba de esfuerzo de predominancia aeróbica con análisis de parámetros ventilatorios en cicloergómetro incremental hasta el agotamiento, al inicio con 20 vatios, con aumento de 20 vatios cada minuto.

Se utilizó una báscula de bioimpedancia Omron HBF 514 CL (USA) para las mediciones de composición corporal, un cicloergómetro mar-

ca Monark Ergomedic 839e (Suiza), ergoespirómetro Córtes Metamax 3Br (Alemania), kit de calibración compuesto de jeringa de 3000 ml y pipeta de aire conocido 15 % de oxígeno y 5 % de monóxido de carbono marca Córtes (Alemania), máscara Rudolph (USA), pulsómetro Polar rcx3 (Finlandia), sensor H3 (Filipinas) para el test de Wingate y prueba de esfuerzo. Para los entrenamientos se utilizaron bicicletas estáticas marca Grand Spinning (USA).

### **Entrenamiento**

El G1 realizó un entrenamiento aeróbico submáximo en bicicleta estática de 45 minutos al día, 3 veces por semana durante 6 semanas. El entrenamiento se realizó al 60 % de la carga máxima (Borg) y al 80 % de la frecuencia cardíaca máxima obtenida previamente en la prueba de esfuerzo, además, se controló y se hizo énfasis en mantener una intensidad de 15-16, mediante la utilización de la escala de Borg. En todas las sesiones de entrenamiento se controló la frecuencia cardíaca y la escala de Borg cada 5 minutos y se consignó en la planilla de recolección de datos.

### **Análisis estadístico**

Para todas las variables se realizó una estadística descriptiva en la que se deter-

minó la media y la desviación estándar. Se determinó la distribución normal de los datos a través del test de Shapiro-Wilk. Para la comparación de los datos entre los grupos G1 y G2, antes de iniciar el periodo de entrenamiento se realizó una *t* de Student para muestras independientes. Así mismo, se realizó una *t* de Student para muestras relacionadas para la comparación de los datos obtenidos antes y después del entrenamiento. Por último, se realizó una correlación de Pearson y una regresión lineal entre el  $VO_{2\text{máx}}$ , los vatios máximos y los parámetros determinados en el test de Wingate obtenidos antes y después del periodo de entrenamiento. Los análisis se realizaron a través del paquete estadístico SPSS v17. Se tomó como nivel de significación  $p < 0,05$ .

## **Resultados**

Los datos básicos y antropométricos antes y después de culminar el periodo de entrenamiento se pueden observar en la tabla 1. Al finalizar el periodo de entrenamiento en los sujetos del G1, se evidenció una diferencia significativa en la que disminuyó el IMC ( $p=0,015$ ) y el porcentaje de grasa ( $p=0,049$ ). Así mismo, al comparar los dos grupos (G1 vs G2) al finalizar el periodo de entrenamiento, se evidenció una diferencia significativa en el peso ( $p=0,021$ ).

**Tabla 1.** Datos básicos y antropométricos

	G1 (n=11)		G2 (n=11)		G1 (n=11)		G2 (n=11)	
	Preentrenamiento		Postentrenamiento		Preentrenamiento		Postentrenamiento	
Edad (años)	20,1	± 1,82	21,3	± 1,53	20,1	± 1,82	21,3	± 1,53
Estatura (m)	1,72	± 0,20	1,68	± 0,12	1,72	± 0,20	1,68	± 0,12
Peso (kg)	66,2	± 5,45	67,0	± 9,10	64,9	± 5,01	68,5	± 7,70 *
IMC (kg-m-2)	22,3	± 2,24	23,7	± 2,83	21,9	± 2,14	24,3	± 2,40
Masa grasa (%)	20,2	± 9,40	19,8	± 6,60	18,8	± 4,41	20,2	± 7,25
Masa muscular (%)	41,5	± 6,10	41,2	± 3,72	44,2	± 3,20	41,1	± 4,13
Grasa visceral (%)	4,90	± 2,11	5,13	± 2,60	5,10	± 1,75	5,22	± 2,98

Nota: valores son media y desviación estándar. Abreviaciones; G1: grupo de entrenamiento. G2: grupo control.

\* Diferencia significativa entre G1 y G2 preentrenamiento o postentrenamiento ( $p < .05$ ).

• Diferencia significativa entre preentrenamiento y posentrenamiento en G1 o G2 ( $p < .05$ ).

En la tabla 2 se pueden observar los resultados en el test de Wingate obtenidos antes y después del periodo de entrenamiento. No se observó ninguna diferencia significativa entre los dos grupos al iniciar la investigación. Al finalizar el periodo de entrenamiento, se evidenció en el G1 una diferencia significativa en la potencia pico y en la potencia promedio

relativa al peso ( $p=0,001$ ,  $p=0,004$ ) que mejoró un 18,8% y un 18,9% respectivamente (figuras 1 y 2). Además, al finalizar el periodo de entrenamiento y comparar los dos grupos, se observó una diferencia significativa en la potencia pico relativa al peso ( $p=0,028$ ) en la que se obtuvieron 2,24 vatios/kg más el G2.

**Tabla 2.** Test Wingate

	G1 (n=11)		G2 (n=11)		G1 (n=11)		G2 (n=11)	
	Pre-entrenamiento		Post-entrenamiento		Pre-entrenamiento		Post-entrenamiento	
PP (Vatios)	646,1	± 92,2	653,5	± 137,5	767,8	± 97,7	700,4	± 195,0
PM (Vatios)	236,4	± 39,5	252,4	± 51,8	254,0	± 24,7	251,4	± 64,6
IF (%)	51,7	± 14,0	45,9	± 13,1	56,5	± 18,8	48,9	± 9,50
PP/kg (Vatios)	10,5	± 1,81	9,72	± 1,40	12,5	± 2,20	10,3	± 2,21 *
PM/kg (Vatios)	3,82	± 0,60	3,71	± 0,51	4,11	± 0,39	3,74	± 0,74

Nota: valores son media y desviación estándar. Abreviaciones; G1: grupo de entrenamiento. G2: grupo control. PP: potencia pico. PM: potencia media. IF: índice de fatiga. PP/kg: potencia pico relativa al peso. PM/kg: potencia promedio relativa al peso.

\* Diferencia significativa entre G1 y G2 preentrenamiento o posentrenamiento ( $p < .05$ ).

• Diferencia significativa entre preentrenamiento y posentrenamiento en G1 o G2 ( $p < .05$ ).

**Tabla 3.** Prueba de esfuerzo

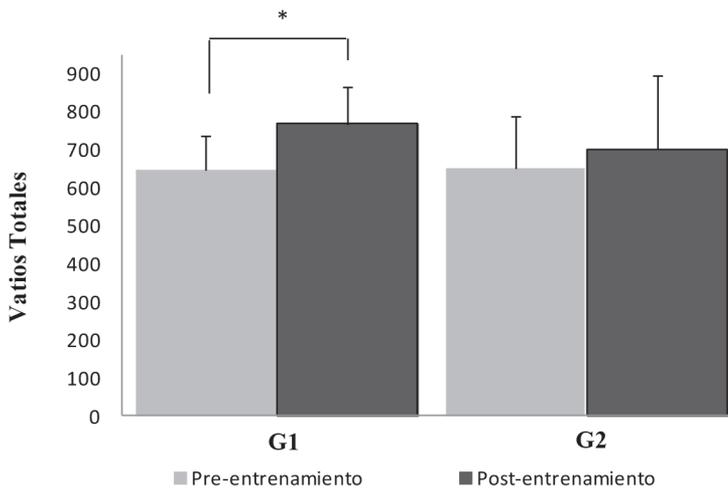
	<b>G1 (n=32)</b>		<b>G2 (n=27)</b>		<b>G1 (n=32)</b>		<b>G2 (n=27)</b>	
	<b>Preentrenamiento</b>				<b>Posentrenamiento</b>			
VO <sub>2</sub> máx (mL*kg <sup>-1</sup> *min <sup>-1</sup> )	48,1	± 4,81	46,3	± 5,81	51,6	± 5,55	• 47,2	± 6,4 *
FCmáx (pulsos*min <sup>-1</sup> )	184,5	± 8,60	189,2	± 8,92	186,5	± 10,2	186,1	± 8,7
Vatios máx.	205,1	± 25,2	215,0	± 31,5	238,9	± 26,5	• 207,8	± 23 *
Borg máx.	19,2	± 0,81	19,4	± 1,12	19,8	± 1,32	19,0	± 1,5

Nota: valores son media y desviación estándar. Abreviaciones; G1: grupo de entrenamiento. G2: grupo control. VO<sub>2</sub>máx: máximo consumo de oxígeno en ejercicio, FCmáx: máximo número de latidos del corazón en ejercicio por minuto.

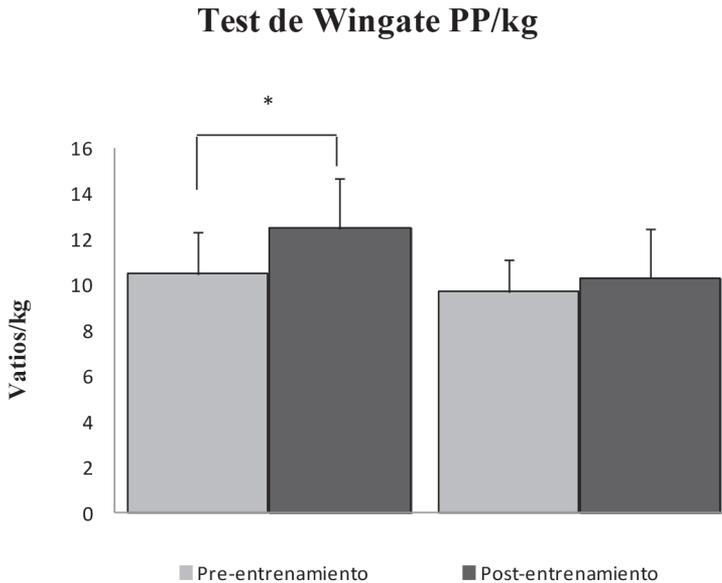
\* Diferencia significativa entre G1 y G2 preentrenamiento o posentrenamiento ( $p < .05$ ).

• Diferencia significativa entre preentrenamiento y posentrenamiento en G1 o G2 ( $p < .05$ ).

### Test de Wingate PP



**Figura 1.** Cambios en el test de Wingate, PP: Potencia pico, pre-entrenamiento y post-entrenamiento. Los valores son media y desviación estándar. \*: Diferencia significativa entre pre-entrenamiento y post-entrenamiento en G1 o G2 ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Cambios en el test de Wingate, PP/kg: Potencia pico relativa al peso, pre-entrenamiento y post-entrenamiento. Los valores son media y desviación estándar. \*: Diferencia significativa entre pre-entrenamiento y post-entrenamiento en G1 o G2 ( $p < 0,05$ ).

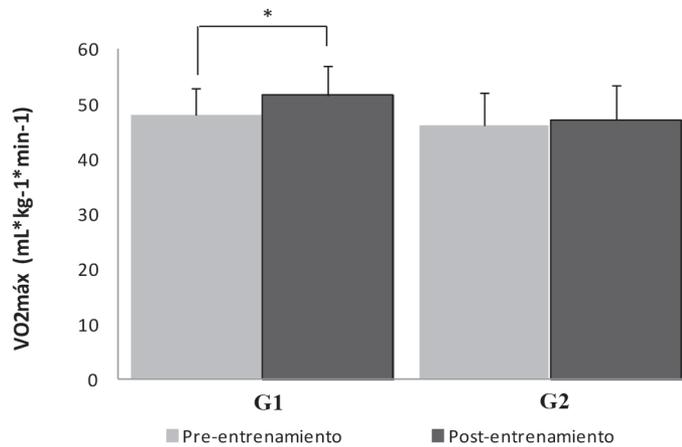
En la tabla 3 se pueden observar los resultados en la prueba de esfuerzo obtenidos antes y después del periodo de entrenamiento. No se observó ninguna diferencia significativa entre los dos grupos al iniciar la investigación. Al finalizar el periodo de entrenamiento, en el G1 se evidenció una diferencia significativa en el  $VO_2$ máx y en los vatios máximos ( $p=0,020$ ,  $p=0,001$ ), con una mejora en un 7,6% y un 15,9% respectivamente. Además, al finalizar el periodo de entrenamiento y comparar los dos grupos, se observó una diferencia significativa en el  $VO_2$ máx y en los vatios máximos ( $p=0,042$ ,  $p=0,008$ ), en la cual obtuvieron valores más altos el G1.

Finalmente se realizó una correlación y una regresión lineal, no se evidenció ninguna correlación entre los parámetros

de rendimiento aeróbico y los parámetros de rendimiento anaeróbicos determinados por la prueba de esfuerzo y el test de Wingate (figura 5).

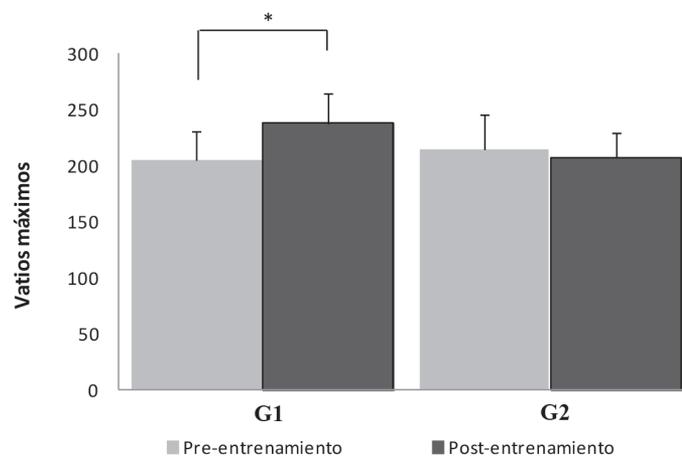
La correlación entre el  $VO_2$ máx y PP en el test de Wingate mostró un valor de 0,12 y un coeficiente de determinación de 0,014. Así mismo, el  $VO_2$ máx y PP/g en el test de Wingate mostró una correlación de 0,22 y un coeficiente de determinación de 0,048. Por otro lado, la correlación entre  $VO_2$ máx y los vatios en la prueba de esfuerzo mostró un valor de 0,68 y un coeficiente de determinación de 0,47. Igualmente, se observó en el test de Wingate entre la potencia pico y la potencia pico relativa al peso con una correlación de 0,87 y un coeficiente de determinación de 0,76.

### Prueba de Esfuerzo



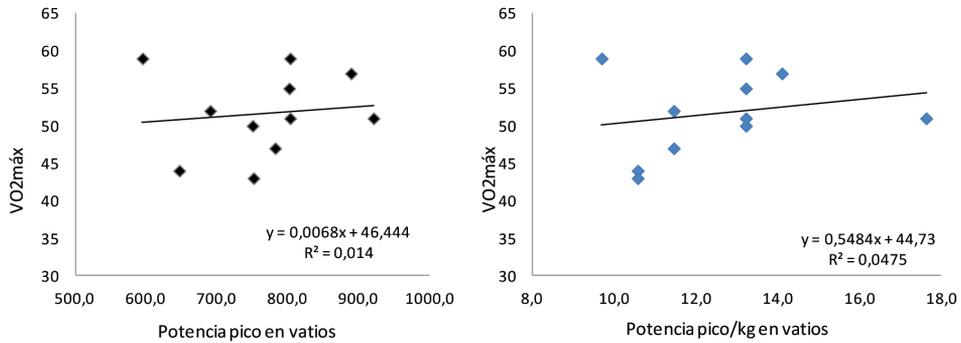
**Figura 3.** Cambios en la prueba de esfuerzo, VO<sub>2</sub>máx. (mL \*kg-1\* min-1) pre-entrenamiento y post-entrenamiento. Los valores son media y desviación estándar. \*: Diferencia significativa entre pre-entrenamiento y post-entrenamiento en G1 o G2 (p<0,05).

### Prueba de Esfuerzo



**Figura 4.** Cambios en la prueba de esfuerzo, Vatios máximos alcanzados pre-entrenamiento y post-entrenamiento. Los valores son media y desviación estándar. \*: Diferencia significativa entre pre-entrenamiento y post-entrenamiento en G1 o G2 (p<0,05).

**Figura 5.** Regresión lineal entre el VO<sub>2</sub>máx y la potencia pico, VO<sub>2</sub>máx y la potencia pico relativa al peso



## Discusión

Los resultados más relevantes de la presente investigación son los efectos positivos después de realizar un programa de ejercicio físico aeróbico submáximo en bicicleta estática durante 6 semanas, 3 veces por semana y con una intensidad horaria de 45 minutos por sesión sobre el rendimiento cardiorrespiratorio, representado en el VO<sub>2</sub>máx y en los vatios máximos alcanzados en la prueba de esfuerzo. Así mismo, el aumento del rendimiento en el test de Wingate evidenciado en el pico de potencia máximo en vatios y en el pico de potencia máximo en vatios dividido por el peso corporal de los sujetos. Sin embargo, no se evidenció una relación directa ni positiva ni negativa entre los valores de rendimiento aeróbico ni anaeróbico.

Estos resultados son de gran relevancia ya que el programa de ejercicio aeróbico submáximo al 80 % de la frecuencia cardiaca ejecutado por el grupo G1 mostró resultados positivos en el rendimiento aeróbico y en el rendimiento anaeróbico y, las recomendaciones generales para obtener beneficios sobre la condición

física (14) son incluir en la vida cotidiana actividades y ejercicio físico a intensidades de moderada a vigorosa (15-17) Además, la cotidianidad del ejercicio y la frecuencia juegan un papel determinante al buscar beneficios en la salud, siendo lo más recomendado acumular entre dos horas y media, hasta seis horas a la semana de ejercicio aeróbico de intensidad moderada y, entre una y dos horas y media de ejercicio aeróbico a intensidad vigorosa (18). Los sujetos que realizaron el programa de ejercicio acumularon casi dos horas y media de ejercicio por semana.

La presente investigación se realizó a una intensidad aeróbica submáxima, controlada por la frecuencia cardiaca y la escala de Borg cada 5 minutos (19), determinadas anteriormente en una prueba de esfuerzo incremental, las intensidades correspondían al 60 % de la carga máxima de trabajo (15-16 escala de Borg) y al 80 % de la frecuencia cardiaca máxima. Se han reportado beneficios cardiorrespiratorios a intensidades que van desde el 45 % al 60 % en la población en general, pero también a intensidades hasta el 85 % de la carga máxima de trabajo (20).

Los resultados favorables en el  $VO_2$  máx dependen de factores como el número de sesiones por semana, el número de semanas, las intensidades y, por su puesto, los niveles iniciales de rendimiento cardiorrespiratorios, es de resaltar que los sujetos que realizaron el programa de ejercicio eran jóvenes, sanos y físicamente activos pero sin ningún entrenamiento de alto rendimiento previo, ellos aumentaron el  $VO_2$  máx en un 7,6 % y los vatios máximos en un 15,9 % respecto a los valores iniciales. Otras investigaciones reportan beneficios con solo 2 sesiones a la semana y a intensidades entre el 50 % y el 60 % del  $VO_2$  máx, aunque si el nivel de entrenamiento es mayor los estímulos necesarios deben ser mayores, incluso alcanzando hasta el 90 % del  $VO_2$  máx y como mínimo 3 veces por semana (21) Otra investigación con adultos sanos reportó aumentos en el  $VO_{2Pico}$  de 17,6 % (22), casi un 10 % más con el mismo número de semanas que nuestra investigación, pero nuestra investigación determinó el  $VO_2$  máx, que es considerablemente menor que el  $VO_{2Pico}$ .

Programas de ejercicio aeróbico submáximo en personas con un promedio de edad mayor al nuestro ( $44,3 \pm 9,1$  años) (23) han reportado mejoras cardiorrespiratorias con 2 semanas menos que nuestra investigación pero con dos sesiones más de ejercicio por semana. Dicha investigación también controló la frecuencia cardiaca pero alcanzó una intensidad 20% menor que nuestro estudio.

Los aumentos en el rendimiento anaeróbico reportados en la presente investigación son básicamente en la potencia

pico en vatios y en la potencia pico dividida por el peso corporal, 18,8 % y un 18,9 % respectivamente, siendo el pico de potencia el indicador más utilizado en la comparación de resultados pre-post, además, se considera el dato más relevantes para ser medido en dicho test (generalmente, se presenta en los primeros 5 segundos). Si bien el índice de fatiga podría depender de una mayor capacidad aeróbica como el  $VO_2$  máx y a una mayor concentración de enzimas mitocondriales entre otros factores (24), nosotros no encontramos ninguna correlación entre estas dos variables.

Por otro lado, las repercusiones del entrenamiento aeróbico submáximo sobre estos dos indicadores de rendimiento anaeróbico podrían ser explicados por la especificidad muscular del ejercicio (25, 26) y por la intensidad exigida durante el control del programa.

Generalmente los aumentos en el rendimiento anaeróbico son debidos como mínimo a entrenamientos aeróbicos por intervalos a altas intensidades (27) o a entrenamientos del mismo tipo (28). Nuestra investigación se basó en un programa aeróbico submáximo con repercusiones sobre el rendimiento anaeróbico. De esta forma, se podría decir que dicho programa tuvo efectos positivos en el metabolismo de los fosfágenos (29), evidenciado en el aumento significativo de la potencia pico y relativa al peso. Finalmente, no se reportó una correlación entre el rendimiento aeróbico y el rendimiento anaeróbico después de culminar el programa de ejercicio. Se observaron resultados parecidos al comparar las variables del test de Wingate

con la capacidad de correr diferentes distancias, incluso con las pruebas en las que predomina metabolismo anaeróbico, como lo son 100-200 o 400 metros planos (13).

## Conclusiones

Un programa de ejercicio aeróbico submáximo en bicicleta estática de 6 sema-

nas, tres días por semana y con una intensidad horaria de 45 minutos por día aumenta el rendimiento cardiorrespiratorio y el rendimiento anaeróbico sin que exista una relación de dependencia entre las diferentes variables de los dos test.

## Referencias bibliográficas

1. Cordero A, Masía MD, Galve E. Ejercicio físico y Obesidad. *Rev Esp Cardio*. 2015;67(9):748-53.
2. Caspersen CJ, Christenson GM. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Rep*. 1985;100(April):126-131.
3. Franco OH, de Laet C, Peeters A, Jonker J, Mackenbach J, Nusselder W. Effects of physical activity on life expectancy with cardiovascular disease. *Arch Intern Med*. 2005;165(20):55-60.
4. Stroth S, Hille K, Spitzer M, Reinhardt R. Neuropsychological Rehabilitation: An International aerobic endurance exercise benefits memory and affect in young adults. *Neuropsychol Rehabil*. 2009;19(2):223-243.
5. Glenn R, Adeel S, Zolt A. Running Forward: New Frontiers in Endurance Exercise Biology. *Circulation*. 2014;129(7):798-810.
6. Boraita Pérez A. Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Rev Española Cardiol*. 2008;61(5):514-528.
7. Robert McComb JJ, Tacon A, Randolph P, Caldera Y. A pilot study to examine the effects of a mindfulness-based stress-reduction and relaxation program on levels of stress hormones, physical functioning, and submaximal exercise responses. *J Altern Complement Med*. 2004;10(5):819-827.
8. Hagberg JM, Mullin JP, Giese MD, Spitznagel E. Effect of pedaling rate on submaximal exercise responses of competitive cyclists. *J Appl Physiol*. 1981;51(2):447-451.
9. Minh, V. D L, M H V, P SJW, J. W B. Relation of VO<sub>2</sub>max. to cardiopulmonary function in patients with chronic obstructive lung disease. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1978;15(2):359-377.
10. Shephard R, Allen C, Benade A, CT D, Di Pramper P, Hedman R, et al. The Maximum Oxygen Intake An International Reference Standard of Cardiorespiratory Fitness. *Bull World Heal Organ*. 1968;38:757-764.
11. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. *Sport Med*. 1987;4(6):381-394.
12. Bar-Or O. A new anaerobic capacity test. Characteristics and applications. *Commun to 21st Congr Sport Med*. 1978;
13. Legaz-Arrese A, Munguía-Izquierdo D, Carranza-García LE, Torres-Dávila CG. Validity of the Wingate Anaerobic Test for the Evaluation of Elite Runners. *J Strength Cond Res*. 2011 Mar;25(3):819-824.
14. Pereira GE, Caspersen CJ M. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. *J Am Geriatr Soc*. 2000;48:883-893.
15. World Health Organization. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Geneva WHO Libr Cat. 2010.
16. O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, et al. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci*. 2010 Apr;28:573-591.
17. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin B a, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing

- exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43:1334-1359.
18. American College of Sports Medicine. Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. Tercera ed. Badalona, España: Editorial Paidotribo; 2014. p. 187-189.
19. Borg GA V. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sport Exerc.* 1982;14:377-381.
20. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Després J-P, Dishman RK, Franklin BA, et al. ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sport Exerc.* 1998;(30):975-991.
21. Wenger H, Bell G. The Interactions of Intensity, Frequency and Duration of Exercise Training in Altering Cardiorespiratory Fitness. *Sport Med.* 1986;3(5):346-356.
22. Bond V, Stephens Q, Adams RG, Vaccaro P, Demeersman R, Williams D, et al. Aerobic exercise attenuates an exaggerated exercise blood pressure response in normotensive young adult African-American men. *Blood Press.* 2002;11:229-234.
23. Clarke J, De Lannoy L, Ross R. Comparison of Measures of Maximal and Submaximal Fitness in Response to Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(4):711-716.
24. Driss T, Vandewalle H. Review Article The Measurement of Maximal (Anaerobic ). Power Output on a Cycle Ergometer : A Critical Review. *Biomed Res Int.* 2013.
25. Ericson M. "On the biomechanics of cycling. A study of joint and muscle load during exercise on the bicycle ergometer". *Scand J Rehabil.* 1986;16:1-43.
26. Hug F, Dorel S. Electromyographic analysis of pedaling: A review. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(2):182-198.
27. Gaiga MC, Docherty D. The effect of an aerobic interval training program on intermittent anaerobic performance. *Can J Appl Physiol.* 1995;20(4):452-464.
28. Luebbbers PE, Hulver MW, Thyfault JP, Carper MJ, Lockwood RH, Potteiger JA. Effects of Plyometric Training and Recovery on Vertical Jump Performance and Anaerobic Power. *J strength Cond Res.* 2003;4(17):704-709.
29. Bar-Or O, Dotan R, Inbar O. A 30 s all-out ergometric test: Its reliability and validity for anaerobic capacity. *Isr J Med Sci.* 1977;13(126).