

Diferencias en el rendimiento anaeróbico después de ejercicios interválicos de alta intensidad¹

8

<https://doi.org/10.21830/9789585284814.08>

*Oscar Adolfo Niño Méndez², Linda Paola Ramírez Galeano³,
Diego Fernando Vásquez Sánchez⁴, Jorge Leonardo Rodríguez Mora⁵,
German Ignacio Pinzón Zamora⁶*

Resumen

Objetivo: el objetivo principal de la presente investigación fue establecer si es posible aumentar el rendimiento anaeróbico determinado a través de un test de Wingate, después de culminar un entrenamiento de alta intensidad y corta duración en bicicleta estática. **Material y métodos:** 17 hombres sanos y físicamente activos, con edades 20 ± 2 años, fueron evaluados a través de un test de Wingate, antes y después de un periodo de entrenamiento de alta intensidad y corta duración en bicicleta estática, tres veces por semana, durante cinco semanas. **Resultados:** G-HIT mejoró significativamente ($p=0.040$) en la PP en vatios de 12.0% con respecto a los valores iniciales, así mismo, se determinó una mejora significativa ($p=0.032$) en índice de fatiga aumentando los valores un 16.3% con respecto

1 La presente investigación se desarrolló como trabajo final de carrera en Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte de la Universidad de Cundinamarca, fue desarrollado en su totalidad en el Laboratorio de Fisiología del esfuerzo en la sede de Fusagasugá.

2 Magister en Fisiología integrativa, Doctor en Fisiología, Docente programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte, Universidad de Cundinamarca (Sede Fusagasugá) Grupo de investigación CAFED. Contacto: oanino@ucundinamarca.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9703-3666>

3 Estudiante programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte, Universidad de Cundinamarca (Sede Fusagasugá). Semillero de investigación: Nuevas Tendencias y Expresiones Motrices, Grupo de investigación CAFED. Contacto: lpaolaramirez@ucundinamarca.edu.co

4 Especialista en Procesos Pedagógicos del Entrenamiento Deportivo, Semillero de investigación: Nuevas Tendencias y Expresiones Motrices, Grupo de investigación CAFED Contacto: dfvasquez@ucundinamarca.edu.co

5 Especialista en Procesos Pedagógicos del Entrenamiento Deportivo, líder del Semillero de investigación: Nuevas Tendencias y Expresiones Motrices, Grupo de investigación CAFED. Contacto: jleonardorodriguez@ucundinamarca.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8032-6219>

6 Psicólogo, Magister en Antropología Aplicada; Docente Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Enfermería. Grupo de investigación TATAMASALUD Contacto: gipinzon@ucundinamarca.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1439-7822>

a los valores iniciales, finalmente, se determinó una mejora significativa ($p=0.041$) en la PP/kg de 13.7% con respecto a los valores iniciales, al comparar el G-HIIT y G-CONTROL en los datos observados al finalizar el periodo de entrenamiento, el G-HIIT mostró valores más elevados ($p=0.016$, 34.2 vatios) con respecto al G-CONTROL en la PM, así como en la PP/kg ($p=0.033$, 1.10 vatios por kilo) y, finalmente, en la PP/kg ($p=0.007$, 0.6 vatios por kilo). **Conclusiones:** a través de la presente investigación se pudo establecer que un entrenamiento de alta intensidad y breve ejecución —40 minutos de duración por sesión— durante cinco semanas, tres veces por semana, realizado en bicicleta estática, mejora de manera significativa el rendimiento anaeróbico determinado a través de un test de Wingate.

Palabras clave: anaerobiosis; ejercicio físico; rendimiento atlético.

Introducción

Actualmente la práctica de actividad física, el ejercicio físico y el entrenamiento deportivo están presentes en la vida diaria de muchas personas que buscan mantenerse en forma, tener un estilo de vida saludable o para mejorar su rendimiento deportivo (Janssen & LeBlanc, 2010). Cada día la implementación de nuevos métodos de entrenamiento va creciendo debido al afán por conseguir mejores resultados, esto, a partir del objetivo que se persiga (Weineck, 2005). Así, el entrenamiento deportivo puede estar enfocado en diferentes contextos, como puede ser el deporte escolar o universitario, el deporte recreativo, el alto rendimiento o para mantener un estado de vida saludable (Arias, 2008).

Hoy por hoy, son numerosas las investigaciones respecto al rendimiento deportivo, como, por ejemplo, los entrenamientos de alta intensidad y corta duración HIIT (por sus siglas en inglés), generalmente, estos se refieren a un trabajo segmentado en el que se alternan trabajos de alta intensidad de corto tiempo, llegando casi al 100% de esfuerzo del sujeto y con consumos cercanos al $VO_{2máx}$, con periodos de reposo total o recuperaciones con ejercicio de baja intensidad (García, 2016). Frente a los entrenamientos de alta intensidad y corta duración, se puede decir que favorecen el rendimiento y las variables fisiológicas en deportes de predominancia anaeróbica (Esfarjani & Laursen, 2007), sin embargo, dadas las altas intensidades en las cuales se desarrolla este tipo de entrenamiento, las personas que lo aplican y que lo desarrollan en sus planes y programas de entrenamiento deben ser conscientes de los riesgos

e incluso de la posible disminución del rendimiento causado por la fatiga (Derrick, Dereu & Mclean, 2002). Por otro lado, los entrenamientos tradicionales y con personas de alto rendimiento con HIIT, por lo general, son un complemento a un plan general y más complejo de entrenamiento, por ello, aún son necesarias más investigaciones que centran su entrenamiento en solo HIIT con poblaciones que no sean de alto rendimiento.

Por tal motivo, el objetivo principal de la presente investigación fue determinar si es posible aumentar el rendimiento anaeróbico determinado a través de un test de Wingate, después de culminar un entrenamiento de alta intensidad y corta duración en bicicleta estática.

Metodología

El presente estudio se desarrolló como una investigación de tipo ensayo clínico aleatorio controlado, la investigación se realizó atendiendo las guías de la declaración de Helsinki y fue aprobada por el Consejo de Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Cundinamarca. Los sujetos que participaron en esta investigación firmaron un conocimiento informado en donde se les explicaba el protocolo de entrenamiento, así como el test de Wingate que se debía realizar; del mismo modo, se les aplicó un PAR-Q para conocer los hábitos de actividad física que realizaban en su tiempo libre y en las clases propias de su carrera. Dentro del protocolo de exclusión se determinó si se tenía algún impedimento físico que limitara o impidiera el entrenamiento, además, se determinó la necesidad de completar el total de sesiones de entrenamiento, caso contrario, sus datos serían excluidos de la investigación.

Participaron un total de 17 hombre sanos y físicamente activos, los cuales se encontraban cursando primer semestre de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte en la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, las edades promedio de los sujetos era de 20 ± 2 años, los sujetos se organizaron en un primer grupo que se encontraba conformado por 20 personas. Al finalizar el periodo de entrenamiento tres de ellos no culminaron el total de las sesiones, razón por la cual se culminó y se analizó la investigación con 17 sujetos.

Después de completar la recolección de datos básicos, como nombre y edad, se prosiguió a aleatorizar el grupo y organizarlo en dos subgrupos: un

grupo que realizó ejercicio de alta intensidad y corta duración (G-HIIT) y un grupo control, el cual no realizaba ningún tipo de entrenamiento, más que las actividades propias de su carrera (G-CONTROL).

Tanto el test de Wingate antes y después del entrenamiento, así como el total de sesiones de entrenamiento, se realizaron en el laboratorio de fisiología del esfuerzo de la Universidad de Cundinamarca de la sede de Fusagasugá, ubicado a 1740 metros sobre el nivel del mar, a una temperatura constante de 22° centígrados y a una húmeda relativa de 75%.

El test de Wingate permite establecer de manera confiable la potencia máxima alcanzada y la potencia media desarrollada en la prueba, ambas expresadas en vatios, así como los dos datos anteriores determinados por el peso corporal del sujeto que desarrolla la prueba. Por último, pero no menos importante, brinda información sobre el índice de fatiga, el cual corresponde al grado porcentual de caída de la potencia durante el tiempo de ejecución del test (Bar-Or, Dotan & Inbar, 1977; Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996).

Los sujetos realizaron un test de Wingate antes y después del periodo de entrenamiento atendiendo el siguiente protocolo: se estableció el peso corporal en kilogramos del sujeto para ajustar las cargas de calentamiento: 30% de la carga máxima de trabajo, y de trabajo: $\text{peso} \times 0.075$. Realizaron un calentamiento general de aproximadamente de 10 minutos, posteriormente, se ajustó el cicloergómetro según la estatura de cada sujeto y luego se les solicitó pedalear 30 segundos al 30% de la carga del test (aproximadamente 100 pedalazos/minuto), se realizó un descanso pasivo de un minuto, por último, se les solicitó pedalear a 90 pedalazos*minuto sin carga y, a los dos segundos, se les ajustó la carga máxima de trabajo. Los sujetos debían pedalear durante 30 segundos a máxima velocidad.

Para la correcta ejecución del test, todas las pruebas fueron controladas por tres personas con tareas específicas: la persona uno se encargaba de ajustar la carga y consignar en la hoja el número de pedalazos cada cinco segundos; la persona dos debía llevar el tiempo y manifestarlo cada cinco segundos, la tercera persona se encargó de contar en voz alta los pedalazos cada cinco segundos. Los datos fueron consignados en una hoja de Excel para determinar a través de la fórmula los diferentes ítems. Además de lo anterior, cada una de las pruebas fue filmada y cronometrada por aparte, de esta forma se pudo verificar el número de pedalazos máximos alcanzados cada cinco segundos.

El entrenamiento se realizó tres veces por semana durante cinco semanas en bicicleta estática, siempre se controló a través de la escala de Borg y la frecuencia cardiaca, la cual estuvo siempre entre el 85% y el 100%, determinada anteriormente en el test de Wingate. El protocolo de entrenamiento se especifica en la Tabla 1.

Tabla 1. Entrenamiento de alta intensidad y corta duración

	Carga de entrenamiento				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Repeticiones	4 de 15 sg	4 de 15 sg	4 de 15 sg	4 de 15 sg	4 de 15 sg
Series	5	5	5	5	5
F. Cardiaca	85 a 100%	85 a 100%	85 a 100%	85 a 100%	85 a 100%
Densidad	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1 a 1	1 a 1
Escala de Borg	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10
Micropausas	15 segundos	15 segundos	15 segundos	15 segundos	15 segundos
Macropausas	2 minutos	2 minutos	2 minutos	2 minutos	2 minutos

Fuente: elaboración propia.

Para las diferentes mediciones y test de Wingate se utilizó un Cicloergómetro marca Monark Ergomic 839e (Suiza), pulsómetros Polar rxc3 (Finlandia), sensores H3 (Filipinas). Bicicleta estática para los entrenamientos marca Grand spinning (USA), una báscula de bioimpedancia Omron HBF 514 CL (USA) y escala de Borg (1-10). En la Tabla 1 Se especifica la metodología del entrenamiento de alta intensidad y corta duración, el cual tuvo un tiempo aproximado de 40 minutos, el cual incluyó 5 minutos de calentamiento a baja intensidad. Se utilizó la escala de Borg (8-10).

Análisis estadístico

Para todas las variables se realizó una estadística descriptiva determinando 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 G-HIIT y G-CONTROL, antes de iniciar el periodo de entrenamiento, se realizó una t de Student para muestras independientes, así mismo se realizó para los datos obtenidos después del entrenamiento. Al realizar la comparación antes y después del entrenamiento se hizo una t de Student para muestras relacionadas. Los análisis se realizaron a través del paquete estadístico SPSS v17, se tomó como nivel de significación $p < 0.05$.

Resultados

Los datos básicos de los dos grupos se pueden observar en la Tabla 2, al realizar el análisis de distribución normal, con el test de Shapiro-Wilk, se determinó una distribución normal de los datos, posteriormente se realizó una comparación de los dos grupos a través de una t de Student, no se evidenció ninguna diferencia significativa entre los parámetros básicos y antropométricos entre los dos grupos antes del periodo de entrenamiento.

Tabla 2. Datos básicos y antropométricos⁷

	G-HIIS			G-CONTROL		
	(n= 8)			(n= 9)		
Edad (Años)	19.3	±	3.05	20.2	±	2.6
Estatura (m)	1.69	±	0.06	1.75	±	0.1
Peso (kg)	64.9	±	6.09	67.0	±	12
Masa Grasa (%)	14.7	±	3.75	13.8	±	4.6
IMC (kg·m-2)	22.5	±	1.94	21.7	±	2.9

Fuente: elaboración propia.

Se realizó una t de Student para muestras independientes antes del periodo de entrenamiento para verificar si existía alguna diferencia entre los datos del test de Wingate, no se evidenció ninguna diferencia significativa antes de iniciar el periodo de entrenamiento.

⁷ Valores son media y desviación estándar. Abreviaciones; G-HIIT: Grupo que realizó entrenamiento interválico de alta intensidad, G-CONTROL: Grupo que no realizó ningún tipo de entrenamiento, IMC: Índice de masa corporal.

En la Tabla 3 se pueden observar las diferencias significativas encontradas al comparar los datos del test de Wingate antes y después del periodo de entrenamiento en los dos grupos; G-HIIT y G-CONTROL. De igual forma, se pueden observar las diferencias encontradas al comparar los datos del test de Wingate entre los grupos después del periodo de entrenamiento.

Tabla 3. Test de Wingate⁸

	g-hiit		g-control		g-hiit		g-control	
	(n= 8)		(n= 9)		(n= 8)		(n= 9)	
	Antes del Entrenamiento				Después del Entrenamiento			
PP (vatios)	670.4	± 153.1	732.5	± 121.2	750.7	± 89.0	* 702.1	± 143.2
PM (vatios)	245.9	± 51.4	240.3	± 28.6	259.3	± 17.7	225.1	± 31.6 †
IF (%)	46.0	± 9.69	59.9	± 8.89	53.5	± 9.61	* 59.8	± 10.4
PP/kg (vatios)	10.2	± 1.55	10.8	± 0.90	11.7	± 0.98	* 10.6	± 0.89 †
PM/kg (vatios)	3.76	± 0.52	3.57	± 0.40	3.99	± 0.35	3.43	± 0.39 †

Fuente: elaboración propia.

Con el test de Wingate se pudo determinar, para el G-HIIT, una mejora significativa ($p=0.040$) en la potencia pico en vatios de 12.0% con respecto a los valores iniciales, así mismo, una mejora significativa ($p=0.032$) en el índice de fatiga aumentando los valores un 16.3% con respecto a los valores iniciales, finalmente, se determinó una mejora significativa ($p=0.041$) en la potencia pico relativa al peso de 13.7% con respecto a los valores iniciales, figuras 1 y 2.

8 Valores son media y desviación estándar. Abreviaciones; G-HIIT: Grupo que realizó entrenamientos de alta intensidad. G-CONTROL: Grupo que no realizó ningún tipo de entrenamiento. 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 antes del entrenamiento y después del entrenamiento ($p<0.05$), †: Diferencia significativa entre los grupos después del entrenamiento ($P <0.05$).

Test de Wingate. Potencia pico

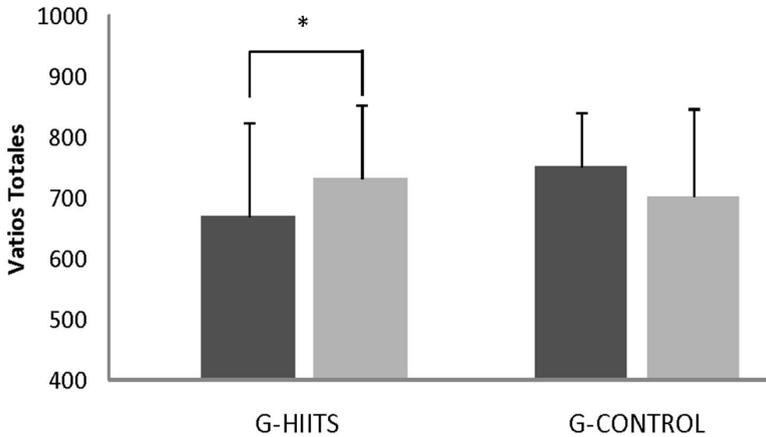


Figura 1. Cambios en el test de Wingate en la «Potencia pico máxima».

Los valores son media y desviación estándar.

* Diferencia significativa ($p < 0.05$).

Fuente: elaboración propia.

Test de Wingate. Potencia pico relativa al peso

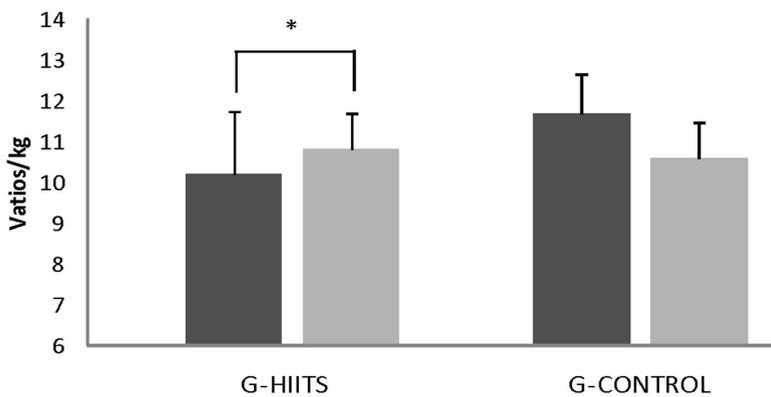


Figura 2. Cambios en el test de Wingate en la «Potencia pico relativo al peso».

Los valores son media y desviación estándar.

* Diferencia significativa ($p < 0.05$).

Fuente: elaboración propia.

De la misma forma, se observaron diferencias significativas al comparar el G-HIIT y el G-CONTROL en los datos observados al finalizar el periodo de entrenamiento. El G-HIIT tuvo valores más elevados ($p=0.016$, 34.2 vatios) con respecto al G-CONTROL en la potencia media medida en vatios, así como en la potencia pico relativa al peso ($p=0.033$, 1.10 vatios por kilo) y, finalmente, en la potencia media relativa al peso ($p=0.007$, 0.6 vatios por kilo).

En la Figura 3 se puede observar el comportamiento del número de pedalezos durante la ejecución del test, datos que permiten determinar el índice de fatiga, en este caso no se encontró ninguna diferencia significativa ($p<0.05$), por otro lado, es interesante observar la tendencia en el G-HIIT, cuando se compara con el G-CONTROL.

Se puede observar como el G-HIIT mantiene de manera más estable el número de pedalezos en los cinco diferentes momentos (30 segundos) en el test de Wingate.

Números de pedalezos según Test de Wingate

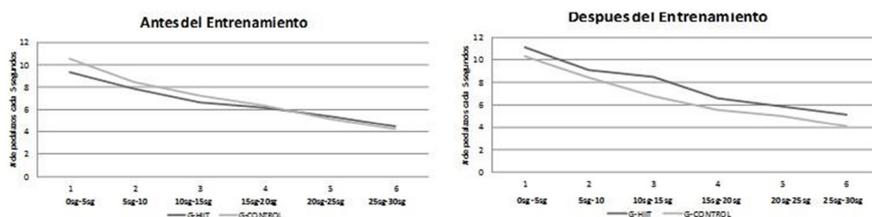


Figura 3. Comportamiento del número de pedalezos durante la ejecución del test de Wingate, antes del entrenamiento y después de este en el G-HIIT y G-CONTROL. En el eje horizontal se puede observar el tiempo donde fue tomada la medición; en el eje vertical se puede observar el número de pedalezos realizados.

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Los resultados más importantes en la presente investigación corresponden a los diferentes entrenamientos fundamentados en ejercicios de alta intensidad y corta duración en bicicleta estática, dichos resultados evidenciaron aumentos significativos en la potencia pico medida en vatios y en la potencia pico relativa al peso en el test de Wingate.

Cabe resaltar que el test de Wingate, realizado en un cicloergómetro, es una herramienta que resulta muy valiosa en las diferentes investigaciones que buscan evaluar las respuestas fisiológicas a esfuerzos de alta intensidad (Armstrong, Welsman & Kirby, 1997; Changela & Bhatt, 2012), además es un método no invasivo, económico y relativamente fácil de realizar, siempre y cuando se siga el protocolo de la manera adecuada (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996).

Al observar los resultados en el test de Wingate en la potencia pico y compararlos con los resultados obtenidos en otra investigación, se observan unos resultados bastante satisfactorios, ya que superan a los otros en un 8,22%. Cabe anotar que nuestros sujetos promediaban un peso de 64,9 kilogramos, alrededor de 15 kilogramos menos que en el otro estudio (Vaquera *et al.*, 2002). Dado que la acción principal del entrenamiento fue ejecutado por la musculatura de los cuádriceps femorales y el entrenamiento realizado fue ejecutado de forma parecida al test de evaluación (Okano *et al.*, 2017), se puede hablar de resultados favorables, además, el rendimiento anaeróbico también se vio favorecido al realizar un entrenamiento interválico de alta intensidad en carrera continua, sin embargo, este entrenamiento fue complementado por otros métodos de entrenamiento (Garc & Frontera, 2017) no solo HIIT como el de la presente investigación.

Los beneficios en el rendimiento a través de entrenamientos de alta intensidad podrían mejorar la capacidad para mantener actividades extenuantes, como generalmente se espera solo para entrenamientos de larga duración y con menor intensidad (Maldonado-Martín *et al.*, 2018). La mejora en la capacidad para mantener una potencia adecuada en la ejecución de los 30 segundos en el test de Wingate puede ser debido, entre otros muchos factores, al desarrollo de enzimas mitocondriales (Driss & Vandewalle, 2013), producto del entrenamiento de alrededor de 40 minutos, fraccionado en este caso en 5 series, cada una de ellas de 4 repeticiones de 15 segundos de duración, con 15 segundos de descanso entre repeticiones y 2 minutos entre series, esto es clave en la interpretación de los resultados, dado que una sola repetición sería de predominancia anaeróbica aláctica, pero la acumulación de dichas repeticiones y series convierten a la actividad en un trabajo mixto (Ekkekakis, Hall & Petruzzello,

2004), que influye en el aumento de actividades enzimáticas como la creatina quinasa, la fosfofructoquinasa, la lactato deshidrogenasa, 3-hidroxi-acil-CoA deshidrogenasa y la citrato sintasa, aumentando el rendimiento anaeróbico (Rodas *et al.*, 2000), como en el caso de esta investigación; en otras investigaciones se determinó también aumento el $VO_{2\text{máx}}$ (Astorino, Allen, Roberson & Jurancich, 2012; Ekkekakis *et al.*, 2004).

Aunque nuestra investigación se desarrolló con hombres sanos y físicamente activos, sin un entrenamiento previo y sin ser de alto rendimiento, muchas otras investigaciones han reportado beneficios en otros tipos de población (Fernández, Sánchez & Vicente, 2014; Kemi *et al.*, 2005; Mancilla *et al.*, 2014; Wisløff *et al.*, 2007) siendo una herramienta valiosa en los diferentes programas de promoción de la salud y del mejoramiento de las condiciones aeróbicas y anaeróbicas.

Conclusiones

A través de la presente investigación se pudo establecer que un entrenamiento exclusivo de alta intensidad y de breve ejecución, de 40 minutos de duración por sesión, durante cinco semanas, tres veces por semana, realizado en bicicleta estática, controlada por frecuencia cardiaca y escala de Borg, mejora de manera significativa el rendimiento anaeróbico determinado a través de un test de Wingate.

Referencias

- Arias, J. (2008). El proceso de formación deportiva en la iniciación a los deportes colectivos fundamentado en las características del deportista experto. *Retos. Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación* (13), 28-32.
- Armstrong, N., Welsman, J., & Kirby, B. (1997). Performance on the wingate anaerobic test and maturation. *Pediatric exercise science*, 9(3), 253-261. <http://doi.org/10.1123/pes.9.3.253>
- Astorino, T., Allen, R., Roberson, D., & Jurancich, M. (2012). Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, $VO_{2\text{máx}}$ and muscular force. *The journal of strength and conditioning research*, 26(1), 138-145. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318218dd77>
- Bar-Or, O., Dotan, R., & Inbar, O. (1977). A 30 sec all-out ergometric test: its reliability and validity for anaerobic capacity. *Israel journal of medical sciences*, 13(126).

- Changela, P., & Bhatt, S. (2012). The correlational study of the vertical jump test and wingate cycle test as a method to assess anaerobic power in high school basketball players. *International journal of scientific and research publications*, 2(6), 1-6.
- Derrick, T., Dereu, D., & Mclean, S. (2002). Impacts and kinematic adjustments during an exhaustive run. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(6), 998-1002. <http://doi.org/10.1097/00005768-200206000-00015>
- Driss, T., & Vandewalle, H. (2013). Review article the measurement of maximal (anaerobic) power output on a cycle ergometer: a critical review. *BioMed research international*, 2013, 1-40.
- Ekkekakis, P., Hall, E., & Petruzzello, S. (2004). Practical markers of the transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise: rationale and a case for affect-based exercise prescription. *Preventive Medicine*, 38(2), 149-159. <http://doi.org/10.1016/j.ypmed.2003.09.038>
- Esfarjani, F., & Laursen, P. (2007). Manipulating high-intensity interval training: effects on over VO2 max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *Journal of science and medicine in sport*, 10(1), 27-35. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.05.014>
- Fernández, A., Sánchez, J., & Vicente, J. (2014). Efectos de 2 tipos de entrenamiento interválico de alta intensidad en la habilidad para realizar esfuerzos máximos (RSA) durante una pretemporada de fútbol. *Cultura, ciencia y deporte*, 9(27), 251-259. <http://doi.org/10.12800/ccd.v9i27.467>
- Garc, F., & Frontera, L. (2017). Physiological, neuromuscular and biomechanical responses to hiit in endurance runners physiological, neuromuscular and biomechanical responses to high-intensity intermittent training in. *The journal of strength & conditioning research*, 29(1), 11-21. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.31064.70401>
- García, F. (2016). *Respuesta fisiológica, neuromuscular y biomecánica al entrenamiento intermitente de alta intensidad en atletas a fondo*. Universidad de Jaén.
- Inbar, O., Bar-Or, O., & Skinner, J. (1996). *The wingate anaerobic test: development, characteristics, and application*. Human Kinetics.
- Janssen, I., & LeBlanc, A. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 7(1), 40.
- Kemi, O., Haram, P., Loennechen, J., Osnes, J., Skomedal, T., Wisløff, U., & Ellingsen, Ø. (2005). Moderate vs. high exercise intensity: differential effects on aerobic fitness, cardiomyocyte contractility, and endothelial function. *Cardiovascular research*, 67(1), 161-172. <http://doi.org/10.1016/j.cardiores.2005.03.010>
- Maldonado-Martín, S., Jayo-Montoya, J., Matajira-Chia, T., Villar-Zabala, B., Goiriena, J., & Aispuru, G. (2018). Effects of combined high-intensity aerobic interval training program and Mediterranean diet recommendations after myocardial infarction (Interfarct Project): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 19(1), 156. <http://doi.org/10.1186/s13063-018-2529-3>

- Mancilla, R., Torres, P., Álvarez, C., Schifferli, I., Sapunar, J., & Díaz, E. (2014). Ejercicio físico intervalico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Revista médica de Chile*, *142*(1), 34-39. <http://doi.org/10.4067/S0034-98872014000100006>
- Okano, A., Moraes, A., Pria, A., Cyrino, E., Simões, H., Pezarat-Correia, P., Barbieri, J., Teodoro, C., & Gáspari, A. (2017). Varied EMG responses of the quadriceps muscle during a Wingate anaerobic test. *Manual therapy, posturology & rehabilitation journal*, *15*, 1-5. <http://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.458>
- Rodas, G., Ventura, J., Cadefau, J., Cussó, R., & Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European journal of applied physiology*, *82*(5), 480-486. <http://doi.org/10.1007/s004210000223>
- Vaquera, A., Rodríguez, J., Villa, J., García, J., & Ávila, C. (2002). Cualidades fisiológicas y biomecánicas del jugador joven de liga EBA. *Revista Motricidad. European Journal of Human Movement*, *9*, 43-63.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total* (1.ª ed.). Editorial Paidotribo. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J., Bruvold, M., Rognum, Ø., Haram, P., Tjønnå, A., Helgerud, J., Slørdahl, S., Lee, S., Videm, V., Bye, A., Smith, G., Najjar, S., Ellingsen, Ø., Skjærpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, *115*(24), 3086-3094. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041>