



**Fuentes-Barría H; Aguilera-Eguía R; Polevoy G.G; Maureira-Sánchez J; Angarita-Dávila L (2024).** Efectos del entrenamiento Interválico de Alta Intensidad sobre la capacidad aeróbica y variabilidad cardiaca en estudiantes universitarios. Estudio cuasiexperimental. *Journal of Sport and Health Research*. 16(2):239-248. <https://doi.org/10.58727/jshr.102273>

**Original**

## **EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD SOBRE LA CAPACIDAD AERÓBICA Y VARIABILIDAD CARDIACA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. ESTUDIO CUASIEXPERIMENTAL.**

Fuentes-Barría H<sup>1,2</sup>; Aguilera-Eguía R<sup>3</sup>; Polevoy G.G<sup>4</sup>; Maureira-Sánchez J<sup>2</sup>; Angarita-Dávila L<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Arturo Prat. Iquique, Chile.

<sup>2</sup>Facultad de educación. Universidad Central de Chile. Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Carrera de Kinesiología. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile.

<sup>4</sup>Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia.

<sup>5</sup>Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Andres Bello. Concepción, Chile.

Correspondence to:

**Héctor Fuentes-Barría**

Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile.  
Avenida Arturo Prat 2120, Iquique, Chile

Código Postal 1110939

Email: [hectorfuentesbarria@gmail.com](mailto:hectorfuentesbarria@gmail.com)

*Edited by: D.A.A. Scientific Section  
Martos (Spain)*



Received: 12/10/2023

Accepted: 23/12/2023



## RESUMEN

**Objetivo:** analizar los efectos a corto plazo de un entrenamiento interválico de alta intensidad de 4 semanas sobre la capacidad aeróbica en estudiantes universitarios. **Método:** Estudio cuasi experimental, no aleatorizado. Participaron 26 estudiantes, adultos, eutróficos y físicamente activos, cuya muestra considero 26 estudiantes universitarios de ambos sexos distribuidos en un grupo control (n=13) y experimental (n=13) quienes fueron evaluados en su capacidad aeróbica a través del VO<sub>2</sub> pico estimado por el Step Test 3x1 y su variabilidad cardiaca determinada por el balance autonómico LF/HF. Se elaboró un entrenamiento interválico de alta intensidad durante 4 semanas, donde 2 veces por semana se realizaron 4 series de Push-up, Mountain climber, Squat, Jumping Jack, Burpees y Skipping, siendo la intensidad de la carga regulada a través de una escala de percepción de esfuerzo. **Resultados:** el grupo control reporto sobre la capacidad aeróbica cambios significativos con un tamaño de efecto pequeño ( $p = 0,01$ ;  $d = 0,2$ ), mientras que no observo cambios significativos sobre la variabilidad cardiaca ( $p = 0,80$ ;  $d = 0,2$ ), mientras que el grupo experimental observo cambios significativos con un tamaño de efecto medio ( $p = 0,01$ ;  $d = 0,5$ ). No obstante, tampoco se logró apreciar un cambio significativo sobre la variabilidad cardiaca ( $p = 0,21$ ;  $d = 0,2$ ). **Conclusión:** un entrenamiento interválico de alta intensidad y corta duración podría ser un estímulo más eficaz para la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria en comparación de un programa de entrenamiento aeróbico convencional en adultos jóvenes físicamente activos. No obstante, no parece generar cambios agudos sobre el balance autonómico.

**Palabras clave:** Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad; Consumo de oxígeno; Sistema Nervioso Autónomo; Estudiantes; Atletismo.

## ABSTRACT

**Objective:** 4-week high intensity intervallic training on aerobic capacity in university students. **Methods:** Quasi-experimental, non-randomized study. Twenty-six eutrophic and physically active adult students participated in the study. The sample consisted of 26 university students of both sexes distributed in a control group (n=13) and an experimental group (n=13) who were evaluated in their aerobic capacity through the peak VO<sub>2</sub> estimated by the Step Test 3x1 and their cardiac variability determined by the LF/HF autonomic balance. A high intensity intervallic training was elaborated during 4 weeks, where 2 times per week 4 series of Push-up, Mountain climber, Squat, Jumping Jack, Burpees and Skipping were performed, being the intensity of the load regulated through an effort perception scale. **Results:** the control group reported significant changes on aerobic capacity with a small effect size ( $p = 0.01$ ;  $d = 0.2$ ), while no significant changes were observed on cardiac variability ( $p = 0.80$ ;  $d = 0.2$ ), while the experimental group observed significant changes with a medium effect size ( $p = 0.01$ ;  $d = 0.5$ ). However, no significant change in cardiac variability was observed ( $p = 0.21$ ;  $d = 0.2$ ). **Conclusion:** high intensity and short duration intervallic training could be a more effective stimulus for the improvement of cardiorespiratory capacity compared to a conventional aerobic training program in physically active young adults. However, it does not seem to generate acute changes on autonomic balance.

**Keywords:** High-Intensity Interval Training; Oxygen Consumption; Autonomic Nervous System; Students; Track and Field.



## INTRODUCCIÓN

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT, por su sigla en inglés), se caracteriza por la realización de ejercicios repetidos sobre el umbral anaeróbico, cuya dosificación a través de breves períodos de recuperación a intensidad baja o inactividad conllevan una serie de cambios fisiológicos que han popularizado su aplicación como un método eficaz para el control y/o mejora de la condición física, donde la alta intensidad de carga de trabajo ha demostrado generar mayores adaptaciones sobre la capacidad oxidativa y aptitud cardiorrespiratoria en comparación a otros programas de intensidad moderada. (Aguilera Eguía, Vergara Miranda, Quezada Donoso, Sepúlveda Silva., 2015; Abarzúa et al, 2019).

En la actualidad, se sabe que la mayor cantidad de oxígeno consumido durante el ejercicio ( $VO_2$  pico) como también los componentes de composición corporal son elementos determinantes al momento de planificar programas de entrenamiento orientados hacia la mejora del rendimiento deportivo, donde se ha observado que tanto el entrenamiento de resistencia como el HIIT pueden provocar grandes mejoras sobre el  $VO_2$  pico en jóvenes y adultos, siendo estas ganancias mayores en HIIT en comparación al entrenamiento de resistencia convencional (Kour Buttar, Saboo, Kacker, 2019; Milanović, Sporiš, Weston, 2015; O'Donoghue, Blake, Cunningham, Lennon, Perrotta. 2021; Saillant, Intzandt, Bérubé, Sanami, Gauthier, Bherer, 2023).

En este contexto, se ha sugerido que los programas de HIIT aplicados en intervalos cortos ( $\leq 30$  s) con bajo volumen ( $\leq 5$  min) y corta duración ( $\leq 4$  semanas) constituyen estrategias efectivas y eficientes para el desarrollo de la capacidad aeróbica en población general, siendo la maximización de estos efectos logrados en intervalos largos ( $\geq 2$  min) con alto volumen ( $\geq 15$  min) y duración moderada ( $\geq 4-12$  semanas) (Wen et al, 2019), mientras que también se ha postulado una relación entre la capacidad aeróbica y la variabilidad del ritmo cardiaco, específicamente con el dominio espectral, cuyo análisis permite evaluar tanto factores de riesgo cardiovascular como desequilibrios autonómicos en condiciones de ejercicio y reposo (Espinoza-Salinas et al., 2016; Espinoza-Salinas et al., 2018; Espinoza-Salinas et al., 2019; Segovia et al., 2017). Espinoza-

Salinas et al., 2018; Espinoza-Salinas et al., 2019; Segovia et al., 2017).

En este contexto, se sabe que algunos protocolos HIIT podrían generar posibles efectos moduladores sobre la variabilidad del ritmo cardiaco por causa de las adaptaciones cardiovasculares generadas post entrenamiento, donde el volumen, intensidad y recuperación como elementos de la carga de entrenamiento juegan un rol fundamental sobre la individualización de las cargas de trabajo. No obstante, el posible potencial de la variabilidad cardiaca como elemento prescriptor de entrenamiento aeróbico aún no se ha explorado en profundidad producto de las dificultades propias de los diversos protocolos de ejercicios, donde el HIIT destaca por causa de la gran heterogeneidad presentada en sus protocolos, cuyos resultados han conllevado una falta de consenso respecto al comportamiento de la variabilidad cardiaca y la capacidad aeróbica en la prescripción de cargas de entrenamiento (Besnier et al., 2019; Vesterinen et al., 2016; Cerda et al., 2015; Silva et al., 2019).

Por esta razón, este trabajo se planteó como objetivo analizar los efectos a corto plazo de un HIIT de 4 semanas sobre la capacidad aeróbica y variabilidad del ritmo cardiaco en estudiantes universitarios.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño

Estudio cuasi-experimental, no aleatorizado, basado en el "Transparent Reporting of Evaluations with Non-randomised Designs" (Fuller, Peters, Pearson, Anderson., 2014). El consentimiento informado y protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Investigación de la Universidad Central de Chile (Acta N.º 83/2023) en concordancia a la declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013).

### Elegibilidad

La muestra consideró 26 estudiantes voluntarios (20 hombres y 6 mujeres) que fueron invitados a las instalaciones de la Universidad Central de Chile, campus Santiago (Chile), donde un profesional especialista en Ciencias del Deporte comprobó la pertinencia de la selección de los voluntarios entregando a los participantes una breve descripción por escrito del estudio con su objetivo acompañada



de un consentimiento informado que una vez firmado permitió evaluar la capacidad aeróbica de los participantes sometidos a un programa HIIT de 4 semanas. Los participantes cumplieron los siguientes criterios de elegibilidad:

#### A) Criterios de inclusión:

- Estudiantes pertenecientes a la asignatura ‘‘Iniciación al Atletismo’’, impartida por la carrera de Pedagogía en Educación Física, adscrita a la Universidad Central de Chile en su campus Santiago.
- Estudiantes con un nivel de actividad física >600 METs min/sem.

#### B) Criterios de exclusión:

- Estudiantes diagnosticados con algún tipo de patologías cardiopulmonares, músculo esqueléticas, sistémicas, agudas o crónicas que impidiesen cumplir apropiadamente las evaluaciones de capacidad aeróbica o el protocolo HIIT durante el proceso de intervención.
- Estudiantes que no asistan a clases durante las 4 semanas de intervención y/o no acepten o no firmen el consentimiento informado.

### Intervención

La investigación se realizó en la Universidad Central de Chile campus Santiago durante el periodo académico 2023. Antes de comenzar la intervención se consideró una evaluación del estado nutricional, para lo cual se realizaron mediciones antropométricas utilizando una balanza digital Seca con precisión de 100 gr y estadímetro portátil Seca de 220 cm marca Cescorf. Estos instrumentos permitieron la obtención del peso y la talla de cada participante, permitiendo estos datos calcular el Índice de Masa Corporal (De Arriba Muñoz, López Úbeda, Rueda Caballero, Labarta Aizpún, Ferrández Longás., 2016).

Adicionalmente, se aplicó el Cuestionario Internacional de Actividad Física en su versión corta (IPAQ corto) a cuyo contenido permitió clasificar el nivel de actividad física en moderado (>600 METs) intenso (>1500 METs), siendo a este cuestionario agregadas preguntas para indagar datos sociodemográficos (edad y sexo) y el historial de enfermedades cardiopulmonares, patologías músculo esqueléticas, sistémicas agudas o crónicas (Barrera, 2017). Esto, permitió corroborar los criterios de

elegibilidad. Para proceder a realizar 8 secciones (martes y viernes) de un HIIT distribuido en un periodo de 4 semanas, siendo la duración para cada sección de 80 minutos.

Al iniciar cada sección se incluyó un calentamiento estandarizado de 5 minutos de ejercicios de movilidad articular; flexiones, extensiones, abducciones y aducciones de hombros, caderas, rodillas y tobillos. El grupo control (GC) realizó clases de atletismo programadas por el profesor todos los martes y viernes durante cuatro semanas, mientras que el grupo experimental (GE) siguió el mismo programa, pero además realizó un HIIT que incorporo 4 series de Push-up, Mountain climber, Squat, Jumping Jack, Burpees y Skipping basado en un estudio previo (Fuentes-Barría, Urbano-Cerda, Aguilera-Eguía, Vera-Aguirre, González-Wong, 2022), cuyo volumen se modificó en función del microciclo aplicado en cada sección, siendo la intensidad de cada sección estimada a través de la Escala de Borg modificada (Chen, Fan, Moe, 2002 (Tabla I).

Tabla I: Estructura del Programa HIIT basado en tiempo.

	Microciclo 1	Microciclo 2	Microciclo 3	Microciclo 4
Puntuación Borg	9 - 10	9 - 10	9 - 10	9 - 10
N° Series	4	4	4	4
N° Repeticiones	6	6	6	6
Tiempo x repetición (s)	30	35	40	45
Tiempo efectivo (s)	720	840	960	1080
Micro pausa (s)	30	30	30	30
Macro pausa (s)	60	60	60	60
Tiempo total (min)	25	27	29	31



## Objetivo

Este trabajo se planteó como objetivo analizar los efectos a corto plazo de un HIIT de 4 semanas sobre la capacidad aeróbica en estudiantes universitarios. De modo tal que, se buscó como hipótesis alterna que los participantes expuestos a un HIIT de 4 semanas presentaran una mejor capacidad aeróbica en comparación a los sujetos que solo participaron de las clases regulares de atletismo.

## Resultados de interés

- Capacidad aeróbica: Se determinó por medio del  $VO_2$  pico pre y post intervención utilizando un Step Reebok™ regulable en altura, siendo la altura definida en 0,2 metros para mujeres y 0,3 metros para hombres. De modo tal, que se procedió a aplicar el Step Test 3x1 y su ecuación propuesta para la estimación del  $VO_2$  pico según recomendación previa (Cofre-Bolados, Rosales, Espinoza-Salinas, 2018):

$$VO_2 \text{ pico} = (f \times 0,35) + (f \times ht \times 2,4)$$

El Step Test 3x1 consistió en 3 esfuerzos progresivos de 1 minuto de duración por 1 minuto de pausa entre series, siendo ejecutado en el primer minuto de ejercicio una subida y bajada de escalón con ambos pies (1 ciclo) a una velocidad de 20 ciclos por minuto determinados por un metrónomo, mientras que el segundo minuto de ejercicio consistió en un esfuerzo de 32 ciclos por minuto para finalmente realizar el tercer esfuerzo de ciclos de subidas al escalón a intensidad máxima, considerándose para registro la mejor frecuencia obtenida entre los 3 esfuerzos progresivos (Cofre-Bolados, Rosales, Espinoza-Salinas, 2018).

- Variabilidad cardiaca: se registró por medio de una banda cardiaca marca Polar modelo H10 en conjunto con un reloj marca Polar modelo Vantage V2, ambos validados para el registro y análisis de la variabilidad cardiaca en condiciones de reposo y ejercicio (Nuuttila, Korhonen, Laukkanen, Kyröläinen, 2021; Schaffarczyk, Rogers, Reer, Gronwald, 2022). Los registros de variabilidad cardiaca de corta duración fueron obtenidos pre y post intervención, donde se consideró un periodo de 5 min en el que cada participante se colocó en posición supina en un ambiente con un nivel de perturbación acústica disminuido, solicitándose a cada evaluado el no hablar ni moverse.

## Tamaño muestral

Los 27 alumnos voluntarios de la asignatura "Iniciación al Atletismo" durante el periodo 2023 determinaron el tamaño de muestra, donde se estableció un intervalo de confianza (IC) del 95% y un margen de error del 5%, obteniendo un tamaño de muestra ideal de 26 participantes.

## Método de asignación

Cada sujeto fue asignado aún GE o GC en forma no probabilística, siendo esta designación realizada por emparejamiento en dos grupos de tamaño equivalente. De modo tal, que cada grupo quedo conformado por 13 individuos; GC (8 hombres y 5 mujeres) y GE (12 hombres y 1 mujer).

## Unidad de análisis

Se consideró a los grupos de estudiantes como la unidad administrativa más baja utilizada para valorar los efectos de la intervención. Esta consta de la comparación de los datos de capacidad aeróbica según la intervención asociada a un estudiante individual.

## Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 27.0 en conjunto con el software G\*Power versión 3.1, ambos para sistema operativo Windows. La normalidad en la distribución de datos fue determinada con la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Levene, siendo los datos plasmados a través de los descriptivos de tendencia central y dispersión; mediana y rango intercuartil.

Las diferencias entre grupos fueron determinadas con la prueba T Student para muestras relacionadas, considerando para todos los análisis la frecuencia porcentual, además de un nivel alfa de 0,05 y un tamaño del efecto pequeño ( $\geq 0,2$ ), moderado ( $\geq 0,5$ ) y grande ( $\geq 0,8$ ) determinado por la "d" de Cohen.

## RESULTADOS

En la tabla II se presentan las características antropométricas basales para la población estudiada, siendo la mediana de edad 20 años, mientras que el



estado nutricional fue clasificado como eutrófico y un tono vagal levemente disminuido.

Tabla II: Características antropométricas basales de la muestra estudiada.

Variables	GC (n = 13)	GE (n = 13)
	Me ± RQ	Me ± RQ
Edad (años)	20 ± 3	20 ± 2
Estatura (cms)	168 ± 16	175 ± 10
Peso (kgs)	70 ± 12,5	71 ± 15
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	24,3 ± 2,9	23,5 ± 4
Estado nutricional	Eutrófico	Eutrófico
LF/HF	1,5 ± 0,5	1,6 ± 0,6

GC: Grupo Control, GE: Grupo experimental, Me: Mediana. RQ: Rango intercuartil.

La tabla III plasma los valores del VO<sub>2</sub> pico, donde el GE observó cambios significativos al finalizar la intervención con un tamaño de efecto medio ( $p = 0,01$ ;  $d = 0,5$ ), mientras que el GC también reportó cambios significativos con un tamaño de efecto pequeño ( $p = 0,01$ ;  $d = 0,2$ ), siendo el porcentaje de mejoras un 5% y 9,3% para el GC y GE respectivamente. No obstante, no se evidencia cambios significativos sobre el balance autonómico tanto para el GC ( $p = 0,80$ ;  $d = 0,2$ ) como GE ( $p = 0,21$ ;  $d = 0,2$ ).

Tabla III. Valores de VO<sub>2</sub> pico y balance autonómico antes y después de la intervención.

	Antes	Después	%	P	d
	Me ± RQ	Me ± RQ			
<b>Grupo Control</b>					
VO <sub>2</sub> pico (ml Kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	44,8 ± 8,8	47,1 ± 8,1	5	≤0,01*	0,2
LF/HF	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,3	0	0,80	0,2
<b>Grupo experimental</b>					
VO <sub>2</sub> pico (ml Kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	46 ± 10,6	50,3 ± 7	9,3	≤0,01*	0,5
LF/HF	1,6 ± 0,6	1,6 ± 0,6	0	0,21	0,2

Me: Mediana. RQ: Rango intercuartil, GC: Grupo Control, GE: Grupo experimental, %: Frecuencia porcentual, \*Diferencias estadísticamente significativas considerando un alfa de 0,05.

## DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue analizar los efectos a corto plazo de un programa HIIT de 4 semanas sobre la capacidad aeróbica como parte del aprendizaje y vivencia experimentada dentro de la asignatura "Iniciación al Atletismo", impartida en la carrera Pedagogía en Educación Física de la Universidad Central de Chile, campus Santiago, Chile, donde se encuentra un mayor rendimiento sobre la capacidad aeróbica del GE en comparación al GC no

apreciándose diferencias significativas en torno a la variabilidad del ritmo cardiaco.

En la actualidad, se ha documentado que una carga HIIT de volumen elevada superior a 15 minutos distribuidos en torno a un periodo moderado de 4 semanas bastan para lograr cambios sobre la capacidad aeróbica, siendo estas mejoras obtenidas mayores en comparación al entrenamiento de resistencia convencional (Milanović, Sporiš, Weston, 2015; Wen et al, 2019). Estos datos podrían indicar que seguir un programa de entrenamiento HIIT en adultos jóvenes físicamente activos aplicado durante un periodo de 4 semanas, además de ser un estímulo eficaz para mejorar el VO<sub>2</sub> pico, podría ser un indicador clave sobre el riesgo cardiovascular (Su et al, 2019). No obstante, estos resultados son controvertidos, puesto que algunos programas HIIT de similares tiempos de duración no han reportado mejoras sobre parámetros cardiorrespiratorios como la variabilidad cardiaca (Andrade et, 2020; Fuentes-Barría et al, 2022).

En este contexto, posibles explicaciones a estas discrepancias podrían atribuirse a la heterogeneidad de los protocolos de HIIT, donde la carga específica de trabajo (volumen, intensidad y densidad) generada en cada sesión de entrenamiento puede conllevar cambios fisiológicos en torno a una mayor eficiencia sobre la producción de factores adrenérgicos y metabolitos locales, cuyo impacto es directo sobre mecanismos como la oxidación de ácidos grasos y aclaramiento del lactato (D'Alleva et al, 2023; Guo, Li, Cai, Gong, Liu, Liu, 2023). Del mismo modo, el estado nutricional eutrófico de los participantes del presente estudio permite corroborar en parte esta posible explicación, puesto que un menor porcentaje de masa adiposa conlleva el desarrollo de mayores niveles tanto de fuerza muscular como de VO<sub>2</sub> pico en comparación a poblaciones con sobrepeso u obesidad, mientras que la mayor adiposidad se ha relacionado con un tono vagal bajo que permite explicar los valores del balance autonómico (Fuentes-Barría, Urbano-Cerda, Aguilera-Eguía, Vera-Aguirre, González-Wong, 2022; Huerta Ojeda, Galdames Maliqueo, Cataldo Guerra, Barahona Fuentes, Rozas Villanueva, Cáceres Serrano, 2017).

Por otro lado, se ha documentado que la incorporación de ejercicios como el "Burpee" conllevan un enfoque eficaz para la mejora de los programas de educación física, puesto que este tipo de ejercicios involucran el trabajo de grandes grupos



musculares en espacios relativamente pequeños, incorporando una alta carga de trabajo físico que puede mejorar tanto la resistencia muscular como la capacidad aeróbica general (Polevoy, Cazan, Padulo, Ardigò 2022). No obstante, esta alta carga de trabajo físico podría a su vez explicar en parte el empeoramiento de la variabilidad del ritmo cardiaco, puesto que una alta carga de trabajo físico tiende a generar un tono vagal alterado producto del desgaste metabólico producido por la alta intensidad de carga (Fuentes-Barría, Urbano-Cerda, Aguilera-Eguía, Vera-Aguirre, González-Wong, 2022).

### CONCLUSIONES

Un programa HIIT de alto volumen y corta duración podría ser es un estímulo mucho más eficaz para la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria en comparación de un programa de entrenamiento aeróbico convencional en adultos jóvenes físicamente activos. No obstante, parece no ser eficaz para la mejora de la variabilidad del ritmo cardiaco.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abarzúa, V. J., Viloff, C. W., Bahamondes, V. J., Olivera, P. Y., Poblete-Aro, C., Herrera-Valenzuela, T., et al. (2019). Efectividad de ejercicio físico intervalado de alta intensidad en las mejoras del fitness cardiovascular, muscular y composición corporal en adolescentes: una revisión. *Revista Médica de Chile*, 147(2):221-230.
2. Aguilera Eguía, R., Vergara Miranda, C., Quezada Donoso, R., Sepúlveda Silva, M., (2015). Ejercicio intervalado de alta intensidad como terapia para disminuir los factores de riesgo cardiovascular en personas con síndrome metabólico: revisión sistemática con metaanálisis. *Nutrición Hospitalaria*, 32(6): 2460-2471.
3. Andrade, D.C., Arce-Alvarez, A., Parada, F., Uribe, S., Gordillo, P., Dupre A et al. (2020). Acute effects of high-intensity interval training session and endurance exercise on pulmonary function and cardiorespiratory coupling. *Physiological Reports*. 2020;8(15):e14455.
4. Barrera, R. (2017). Cuestionario Internacional de actividad física (IPAQ). *Revista Enfermería del Trabajo*, 7(2):49-54
5. Besnier, F., Labrunée, M., Richard, L., Faggianelli, F., Kerros, H., Soukarié, L., Bousquet, M., Garcia, J.L., Pathak, A., Gales, C., Guiraud, T., & Sénard J.M. (2019). Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 62(5): 321-328.
6. Cerda, H., Pullin, Y., & Cancino, J. (2015). Effects of continuous and intermittent endurance exercise in autonomic balance, rating perceived exertion and blood lactate levels in healthy subjects. *Apunts Medicina del'Esport*, 50(185):5-42.
7. Chen, M.J., Fan, X., Moe, S.T. (2002). Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *Journal of Sports Science*, 20(11):873-99.
8. Cofre-Bolados, C., Rosales, W. D., Espinoza-Salinas, A. (2018). Validation of the ST3x1 Step Test as an estimator of peak VO<sub>2</sub> in adults with cardiovascular risk factors. *Salud Uninorte*, 34(3),581-588
9. D'Alleva, M., Vaccari, F., Graniero, F., Giovanelli, N., Floreani, M., Fiori, F., Marinoni, M., et al. (2023). Effects of 12-week combined training versus high intensity interval training on cardiorespiratory fitness, body composition and fat metabolism in obese male adults. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 21(2):193-201.
10. De Arriba Muñoz, A., López Úbeda, M., Rueda Caballero, C., Labarta Aizpún, J.I., Ferrández Longás, Á. (2016). Valores de normalidad de índice de masa corporal y perímetro abdominal en población española desde el nacimiento a los 28 años de edad. *Nutrición Hospitalaria*,33(4):3-88.
11. Espinoza-Salinas, A., Acuña-Vera, S., Sanchez-Aguilera, P., y Zafra-Santos, E. (2016) Revisión bibliográfica: efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en el balance autonómico y la cinética del consumo de oxígeno en sujetos obesos. *Revista Horizonte Ciencias De La Actividad Física*, 7(2), 30-45
12. Espinoza-Salinas, A., González-Jurado, J., Burdiles-Alvarez, A., Arenas-Sanchez, G., y



- Bobadilla, M. (2019). Efectos del entrenamiento cardiovascular en la respuesta autonómica en personas con sobrepeso. *Retos*, 38, 118-122. Doi: 10.47197/retos.v38i38.73994
13. Espinoza-Salinas, A., Arenas Sánchez, G., Silva Huenopil, B., Osorio Marambio, S., Firinguetti Balocchi, C., y Zafra Santos, E. (2018). Análisis del componente rápido de la cinética de recuperación del consumo de oxígeno tras un programa HIIT de 10 días en un grupo de obesos. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 50(1): 7-17. Doi: 10.18273/revsal.v50n1-2018001
  14. Fuentes-Barría, H., Urbano-Cerda, S., Aguilera-Eguía, R., Vera-Aguirre, V., González-Wong, C. (2022). Efectos de 4 semanas de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre el balance autonómico en adultos confinados por COVID-19. *Journal of Sport and Health Research*, 14(3):503-510.
  15. Fuller, T., Peters, J., Pearson, M., Anderson, R. (2014). Impact of the transparent reporting of evaluations with nonrandomized designs reporting guideline: ten years on. *American Journal of Public Health*, 104(11):e110-7.
  16. Guo, Z., Li, M., Cai, J., Gong, W., Liu, Y., Liu, Z. (2023). Effect of High-Intensity Interval Training vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Fat Loss and Cardiorespiratory Fitness in the Young and Middle-Aged a Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023;20(6):4741.
  17. Huerta Ojeda, Á., Galdames Maliqueo, S., Cataldo Guerra, M., Barahona Fuentes, G., Rozas Villanueva, T., Cáceres Serrano, P. (2017). Efectos de un entrenamiento intervalado de alta intensidad en la capacidad aeróbica de adolescentes. *Revista Médica de Chile*, 145(8): 972-979.
  18. Kour Buttar, K., Saboo, N., Kacker, S. A., (2019). review: Maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub> max) and its estimation methods. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 6(6): 24-32.
  19. Milanović, Z., Sporiš, G., Weston, M. (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO<sub>2</sub>max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Medicine*, 45(10):1469-81.
  20. Nuutila, O. P., Korhonen, E., Laukkanen, J., & Kyröläinen, H. (2021). Validity of the Wrist-Worn Polar Vantage V2 to Measure Heart Rate and Heart Rate Variability at Rest. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(1), 137.
  21. O'Donoghue, G., Blake, C., Cunningham, C., Lennon, O., Perrotta, C. (2021). What exercise prescription is optimal to improve body composition and cardiorespiratory fitness in adults living with obesity? A network meta-analysis. *Obesity Reviews*, 22(2):e13137.
  22. Polevoy, G., Cazan, F., Padulo, J., Ardigò L.P. (2022). The Influence of Burpee on Endurance and Short-Term Memory of Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18):11778.
  23. Saillant, K., Intzandt, B., Bérubé, B., Sanami, S., Gauthier, C., Bherer, L. (2023). Mastering the Relationship between the Body and the Brain? The Case of a Female Master Athlete. *Experimental Aging Research*, 49(4):372-388.
  24. Segovia, V., Manterola, C., González, M., y Rodríguez-Núñez, I. (2017). El entrenamiento físico restaura la variabilidad del ritmo cardiaco en la insuficiencia cardiaca. Revisión sistemática. *Archivos de Cardiología de México*. 2017; 87(4): 326-335.
  25. Schaffarczyk, M., Rogers, B., Reer, R., & Gronwald, T. (2022). Validity of the Polar H10 Sensor for Heart Rate Variability Analysis during Resting State and Incremental Exercise in Recreational Men and Women. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(17), 6536.
  26. Silva, L.R.B., Gentil, P.R.V., Beltrame, T., Basso Filho, M.A., Alves, F.M., Silva, M.S., Pedrino, G.R., Ramirez-Campillo, R., Coswig, V., & Rebelo, A.C.S. (2019). Exponential model for analysis of heart rate responses and autonomic cardiac modulation



- during different intensities of physical exercise. *Royal Society Open Science*, 6(10):190639.
27. Su, L., Fu, J., Sun, S., Zhao, G., Cheng, W., Dou, C., Quan, M. (2019). Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One*, 14(1):e0210644.
  28. Vesterinen, V., Nummela, A., Heikura, I., Laine, T., Hynynen, E., Botella, J., & Häkkinen, K. (2016). Individual Endurance Training Prescription with Heart Rate Variability. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(7), 1347–1354.
  29. Wen, D., Utesch, T., Wu, J., Robertson, S., Liu, J., Hu, G., et al. (2019). Effects of different protocols of high intensity interval training for VO<sub>2</sub>max improvements in adults: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8):941-947.
  30. World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20):2191-4.

