



Dinámica cardiovagal en una sesión de entrenamiento en bloque comparada con un entrenamiento en circuito: ensayo controlado aleatorizado

Cardiovagal dynamics in a block training session compared to circuit training: randomized controlled trial

Autores

Héctor Fuentes-Barría ^{1,2}
Miguel Alarcón-Rivera ³
Raúl Aguilera-Eguía ⁴

¹ Universidad Arturo Prat (Chile)

² Universidad Andres Bello (Chile)

³ Universidad Santo Tomás (Chile)

⁴ Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile).

Autor de correspondencia:

Héctor Fuentes-Barría
hefuentes_@unap.cl

Cómo citar en APA

Fuentes-Barría, H., Alarcón-Rivera, M., & Aguilera-Eguía, R. (2025). Dinámica cardiovagal en una sesión de entrenamiento en bloque comparada con un entrenamiento en circuito: ensayo controlado aleatorizado. *Retos*, 72, 37–49. <https://doi.org/10.47197/retos.v72.116904>

Resumen

Introducción: La variabilidad de la frecuencia cardíaca es clave para el ajuste de cargas en programas de entrenamiento cardiovagal.

Objetivo: Evaluar la dinámica del valor cuadrático medio de las diferencias sucesivas (RMSSD) y de los intervalos RR durante una sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad, comparando dos modalidades: entrenamiento en bloque y entrenamiento en circuito.

Métodos: Se utilizó un diseño controlado, aleatorizado y doble ciego, en el que participaron 32 estudiantes universitarios físicamente activos, divididos en grupos control y experimental. El grupo experimental realizó los ejercicios en formato de bloque, mientras que el grupo control los ejecutó en formato de circuito. La variabilidad de la frecuencia cardíaca se midió durante los periodos de ejercicio y recuperación, analizando la frecuencia cardíaca, los intervalos RR, el RMSSD y la razón RR. Se realizaron análisis inferenciales mediante la prueba t de Student para muestras independientes, evaluando la homogeneidad de las varianzas con la prueba de Levene. El tamaño del efecto se calculó mediante la d de Cohen.

Resultados: Ambos grupos mostraron una disminución en la variabilidad de la frecuencia cardíaca; sin embargo, el grupo experimental presentó un aumento significativo en la frecuencia cardíaca y una mayor disminución en los intervalos RR durante la cuarta serie ($p < 0,001$; $d = 1,71$). El RMSSD y su relación con los intervalos RR se mantuvieron estables, sin diferencias significativas.

Conclusión: El entrenamiento en bloque genera una mayor demanda cardiovascular y una mayor reducción de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en comparación con el formato en circuito.

Palabras clave

Entrenamiento interválico de alta intensidad; sistema nervioso autónomo; entrenamiento de fuerza; ejercicio basado en circuitos; adulto.

Abstract

Background: Heart rate variability is key for adjusting loads in cardiovagal training programs.

Objective: This study evaluated the dynamics of the Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD) and RR intervals during a high-intensity interval training session, comparing two modalities: block training and circuit training.

Methods: A controlled, randomized, double-blind design was used, involving 32 physically active university students divided into control and experimental groups. The experimental group performed the exercises in a block format, while the control group followed a circuit format. Heart rate variability was measured during exercise and recovery periods, analyzing heart rate, RR intervals, RMSSD, and the RR ratio. Inferential analyses were conducted using the independent samples t-test, verifying the homogeneity of variances with Levene's test. Effect sizes were calculated using Cohen's d.

Results: Both groups showed a decrease in heart rate variability, but the experimental group exhibited a significant increase in heart rate and a greater decrease in RR intervals during the fourth set ($p < 0.001$; $d = 1.71$). RMSSD and its relationship with RR intervals remained stable without significant differences.

Conclusion: Block training leads to a higher cardiovascular demand and a reduction in heart rate variability compared to the circular format.

Keywords

High-intensity interval training; autonomic nervous system; resistance training; circuit-based exercise; adult.

Introducción

El análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca analizado como la variación en el tiempo, medida en milisegundos, entre latidos consecutivos del corazón (intervalos RR), registrados tradicionalmente mediante un electrocardiograma, permite reflejar la actividad del sistema nervioso autónomo, cuyo desempeño es crucial en la regulación cardiovascular y los procesos homeostáticos relacionados al síndrome general de adaptación como respuesta a los estímulos de carga interna y externa producidos en contextos deportivos (Billman et al., 2015; D'Angelo et al., 2023).

En cuanto al monitoreo de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, los dominios temporales, espectrales y no lineales han permitido observar los procesos de la dinámica cardiovagal en diversos contextos, siendo las métricas "Root Mean Square of the Successive Differences" (RMSSD) y los intervalos RR ampliamente documentados como parámetros determinantes para observar los procesos de recuperación tanto a corto como a largo plazo (Porrás-Álvarez et al. 2019; Ravé et al. 2020; Grässler et al. 2021; Medina Corrales et al. 2021; Picard et al. 2021; El-Malahi et al. 2024).

Los intervalos RR son un componente clave en el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, ya que las variaciones en la duración de estos intervalos proporcionan información valiosa sobre el equilibrio entre los sistemas nerviosos simpático y parasimpático, los cuales regulan la actividad cardíaca. Los cambios en estos intervalos pueden indicar alteraciones en la función autónoma del corazón, por lo que tradicionalmente se han utilizado para evaluar la respuesta del cuerpo al estrés físico o emocional (Billman et al., 2015). Por otro lado, la RMSSD es un parámetro más complejo que se calcula como la raíz cuadrada de la media de las diferencias sucesivas al cuadrado entre intervalos RR consecutivos. Su dinámica refleja principalmente la actividad del sistema nervioso parasimpático, y se emplea para medir la recuperación y adaptación autonómica del cuerpo tras el ejercicio físico. Los valores más altos de RMSSD suelen indicar un mayor predominio parasimpático y, por lo tanto, una mejor capacidad de recuperación, mientras que valores más bajos sugieren una menor actividad parasimpática y una mayor carga fisiológica. Estas interpretaciones facilitan la prescripción y el monitoreo eficiente de la carga de trabajo (Bocalini et al., 2017; Wiewelhove et al., 2018; Boullosa et al., 2021; Medina Corrales et al., 2021).

En este contexto, la monitorización de la variabilidad de la frecuencia cardíaca se ha convertido en una herramienta fundamental para la prescripción y ajuste de cargas de trabajo en los denominados programas de entrenamiento cardiovagal (Fuentes-Barría et al. 2024a; Fuentes-Barría et al. 2024b; Fuentes-Barría et al., 2025), donde la pendiente de recuperación refleja la capacidad del sistema cardiovascular para retornar a un estado de reposo tras un esfuerzo físico intenso (Boullosa et al., 2021; Medina Corrales et al., 2021). Dentro de los entrenamientos de tipo cardiovagal, las modalidades de entrenamiento por circuito y bloques destacan ampliamente por ser utilizadas para mejorar la capacidad cardiovascular y neuromuscular, puesto que, permiten una estructuración diversa (Tonon et al., 2020; Hu et al., 2024). En el entrenamiento en bloque, los ejercicios se agrupan en series donde se completan todas las repeticiones de un ejercicio antes de pasar al siguiente (Issurin, 2008; Issurin, 2019). En cambio, el entrenamiento en circuito general alterna entre diferentes ejercicios en cada serie (Schmidt et al., 2016; Ho et al., 2024). Ambos enfoques se utilizan para provocar adaptaciones en el sistema cardiovascular, pero sus efectos sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la recuperación pueden variar.

A pesar de que investigaciones previas del mismo grupo han documentado los efectos de distintas cargas de entrenamiento sobre la recuperación autonómica en programas cardiovagales, la novedad del presente estudio radica en analizar de forma comparativa e intraindividual la dinámica de la RMSSD y los intervalos RR en una única sesión aguda de entrenamiento de alta intensidad, estructurada bajo dos formatos distintos (bloques vs circuito), lo cual no ha sido abordado anteriormente con este nivel de precisión metodológica.

En la actualidad, se sabe que la prescripción de cargas de trabajo físico genera un síndrome general de adaptación cuyos efectos son apreciables después de aproximadamente 4 semanas en las respuestas cardiorrespiratorias, mientras que las adaptaciones neuromusculares, por su parte, comienzan a observarse alrededor de las 6 semanas, siendo ambos tipos de respuestas consolidadas tras un entrenamiento regular de aproximadamente 12 semanas de duración (Ho et al. 2012; Park et al. 2020). En este proceso, el control y la programación de la carga deben estar en constante monitorización, siendo la variabilidad de la frecuencia cardíaca una herramienta eficaz para controlar la carga interna antes, durante y después

de un programa de entrenamiento cardiovascular (Javaloyes et al. 2019; Boullosa et al. 2021; Medina Corrales et al. 2021).

Por estas razones, el presente trabajo se planteó como objetivo evaluar la dinámica de la RMSSD de forma individual y combinada con los intervalos RR durante una sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad, comparando los efectos de un entrenamiento de distribución en bloque frente a uno circular, siendo la hipótesis esperada que una sesión única de entrenamiento interválico de alta intensidad estructurada en bloques genera una recuperación autonómica más rápida, medida a través de la dinámica de la RMSSD y los intervalos RR, en comparación con una sesión estructurada en formato de circuito.

Método

Diseño

Estudio controlado, paralelo y aleatorizado con cegado doble, elaborado siguiendo la lista de chequeo "Consolidated Standards of Reporting Trials" (Junqueira et al., 2023). El consentimiento informado y protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Central de Chile: Acta N°59-2024, en concordancia a la declaración de Helsinki (World Medical Association., 2025).

Participantes

En el presente estudio se incluyeron 32 participantes (21 hombres y 11 mujeres): 16 fueron asignados al grupo experimental (GE), mientras que los 16 restantes se asignaron a un grupo control (GC). Los participantes fueron invitados a las instalaciones del estadio municipal de la comuna de Puente Alto, ubicado en la Región metropolitana de Santiago de Chile, durante el año 2024. Donde, un profesional especialista en Ciencias del Deporte, certificado como entrenador de la World Athletics en su nivel I 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 dinámica de la variabilidad de la frecuencia cardíaca de los participantes sometidos a una sesión de entrenamiento de tipo bloque y un entrenamiento en circuito de tipo general. Antes de participar en la sesión de entrenamiento, se solicitó a los voluntarios que cumplieran las siguientes indicaciones:

- Tener entre 18 y 30 años, asegurando la participación de adultos jóvenes físicamente activos según la clasificación de actividad física moderada o alta del Cuestionario Internacional de Actividad Física (Serón et al., 2010; Balboa-Castillo et al., 2023).
- Abstenerse de realizar actividad física moderada o intensa durante las 48 horas previas a la intervención para evitar efectos residuales que pudieran alterar la dinámica cardiovascular (Medina Corrales et al., 2021).
- No consumir café, alcohol ni medicamentos que puedan afectar la dinámica cardiovascular (por ejemplo, diuréticos o corticoides) durante las 24 horas previas a la evaluación (Nieto-Jiménez et al., 2020).
- Comprometerse a asistir puntualmente a la sesión de entrenamiento programada, ya que la ausencia podría comprometer la validez de los datos recolectados.
- Leer, comprender y firmar el consentimiento informado antes de comenzar las evaluaciones, de acuerdo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2025).

Intervención

Antes de comenzar la intervención se consideraron las siguientes evaluaciones basales:

Composición corporal



La estatura se midió con un estadiómetro portátil (Cescorf, São Paulo, Brasil) con una longitud máxima de 200 cm, validado para fines antropométricos por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Silva, & Vieira, 2020). El peso corporal se registró con una báscula digital SECA (modelo 803), que cumple con las recomendaciones de la ISAK para un rango de 0 a 150 kg y una precisión de 100 g (Silva, & Vieira, 2020). El IMC se calculó mediante la siguiente fórmula (Weir & Jan, 2023):

$$IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Estatura (m}^2\text{)}$$

El resultado del IMC fue categorizado en función de los puntos de corte recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Weir & Jan, 2023):

- Bajo peso: IMC < 18,5 kg/m²
- Peso normal: IMC 18,5 – 24,9 kg/m²
- Sobrepeso: IMC 25,0 – 29,9 kg/m²
- Obesidad: IMC > 30,0 kg/m²

Posteriormente, la circunferencia de la cintura se midió con una cinta antropométrica metálica Cescorf (São Paulo, Brasil), con una resolución promedio de ± 1 mm, 6 mm de ancho y 200 cm de largo. Para esta medición, se indicó al participante que se colocara de pie con los pies juntos y el abdomen relajado. La cinta se colocó horizontalmente justo por encima de la cresta ilíaca, rodeando el abdomen en su punto más estrecho, que generalmente coincide con el nivel del ombligo. La circunferencia de la cintura se registró después de la exhalación. En hombres chilenos, una medida ≥ 88 cm se considera indicativa de obesidad y alto riesgo cardiometabólico (Labraña et al., 2017).

Nivel de Actividad Física

Este se determinó a través del Cuestionario Internacional de Actividad Física en su versión corta (IPAQ-SF, por su sigla en inglés), cuya validación se ha realizado en adultos chilenos (Balboa-Castillo et al., 2023). Este instrumento consta de 7 preguntas que permiten ponderar el nivel de actividad física presentado durante los últimos 7 días, permitiendo clasificar este por medio de la tasa metabólica equivalente (METs, por su sigla en inglés) en bajo (<599), moderado (600-1499) y alto (≥ 1500).

Calidad de sueño

El análisis de la calidad del sueño en el último mes considero la aplicación del Cuestionario de Pittsburgh (PSQI), cuyo uso en estudiantes chilenos con trastornos mentales ha sido ampliamente divulgado (Merellano-Navarro et al., 2022). Este instrumento está compuesto por 19 ítems autoadministrados, agrupados en 7 componentes (calidad subjetiva del sueño, latencia del sueño, duración del sueño, eficiencia habitual del sueño, alteraciones del sueño, uso de medicación para dormir y disfunción diurna) puntuados en una escala Likert de 0 a 3 puntos, siendo la clasificación según la puntuación global determinada como; Buena calidad del sueño (0–4 puntos), mala calidad del sueño (5–10 puntos) y trastorno grave del sueño (≥ 10 puntos) (Nevels et al., 2023).

Estrés

El nivel de estrés se evaluó mediante la “Escala de Estrés Percibido de 10 ítems (PSS-10)”, que mide la percepción subjetiva del estrés en el último mes. La escala incluye 10 preguntas, cada una valorada en una escala tipo Likert de 0 (nunca) a 4 (muy a menudo), generando una puntuación total que puede variar de 0 a 40 puntos. La clasificación de los niveles de estrés se establece como; Nivel bajo (0 a 13 puntos), Nivel moderado (14 a 26 puntos) y nivel alto (27 a 40 puntos) (Baik et al., 2019).

Sesión de entrenamiento

Luego de estas valoraciones basales, se procedió a realizar una sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad que considero una sesión de 80 minutos de duración extraída de un protocolo previamente utilizado para valorar la dinámica cardiovagal en adultos universitarios físicamente activos (Fuentes-Barría et al., 2024a; Fuentes-Barría et al., 2024b; Fuentes-Barría et al., 2025). La sesión de en-

trenamiento considero una separación metodológica involucrando las tres fases tradicionales de un entrenamiento deportivo (calentamiento, parte principal y vuelta a la calma), siendo estas estructuradas de la siguiente forma:

Calentamiento estandarizado: Se realizaron 5 minutos de ejercicios de movilidad articular (flexiones, extensiones, abducciones y aducciones de hombros, caderas, rodillas y tobillos), con una intensidad cercana al 60% de la frecuencia cardíaca máxima teórica determinada por la ecuación de Karvonen (Yabe et al., 2021).

Parte principal: El grupo experimental (GE) estuvo conformado por 16 adultos que participaron en un protocolo interválico de alta intensidad adaptado, cuya conformación considero 4 series de 4 repeticiones. La carga de trabajo se organizó en forma de bloque, en el que cada serie incluyó un ejercicio distinto: Push-up, Mountain climber, Squat y Burpees, mientras que la densidad de la carga considero una duración de 30 segundos de trabajo efectivo, seguida de 30 segundos de descanso entre repeticiones y 60 segundos entre series (Fuentes-Barría et al., 2024a; Fuentes-Barría et al., 2024b; Fuentes-Barría et al., 2025). Por otro lado, el grupo control (GC), compuesto también por 16 adultos, siguió el mismo programa de entrenamiento, pero la carga se distribuyó en un circuito de tipo general donde en cada una de las cuatro series se realizaron todos los ejercicios (Push-up, Mountain climber, Squat y Burpees).

Vuelta a la calma: Esta fase considero 5 minutos de los mismos ejercicios de movilidad articular utilizados en la fase de calentamiento, siendo la carga de trabajo limitada a una intensidad cercana al 60% de la frecuencia cardíaca máxima teórica determinada por la ecuación de Karvonen y registrada por reloj Polar® Vantage V2, en combinación con un cardiotacómetro Polar® H10 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia) (Yabe et al., 2021).

Dinámica cardiovagal

La intensidad de la carga prescrita y la variabilidad de la frecuencia cardíaca se evaluó 30 minutos antes del ejercicio y durante toda la sesión de entrenamiento a través de un reloj Polar® Vantage V2 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia) y un cardiotacómetro Polar® H10 (Polar Electro Oy), siendo estos dispositivos ampliamente validados para este tipo de registros tanto en reposo como en ejercicio (Nuuttila et al., 2021; Schaffarczyk et al., 2022). Estos datos fueron contrastados con la frecuencia cardíaca máxima teórica, calculada mediante la ecuación de Karvonen, orientando la sesión de entrenamiento a una intensidad superior al 90% de la frecuencia cardíaca máxima para lograr un estímulo interválico de alta intensidad (Yabe et al., 2021). Los datos recopilados se exportaron posteriormente a la aplicación para smartphone ELITE HRV versión 5.5.1 (Asheville, NC, EE. UU.), y el análisis final se llevó a cabo utilizando el software Kubios HRV Scientific, version 3.5.0 (Kubios Oy, Kuopio, Finland), siendo ambos instrumentos validados para estos fines (Rogers et al., 2022; Vondrasek et al., 2023).

La dinámica de recuperación se estimó en cada una de las macropausas programadas en la sesión de entrenamiento, siendo utilizados el parámetro RMSSD en forma individual y combinada con los intervalos RR, antes, durante y tras la intervención, considerando tanto los periodos de carga efectiva como también los periodos de recuperación entre series (macropausas). Estos indicadores a corto plazo permitieron reflejar la dinámica parasimpática relacionada con la capacidad de recuperación tras un estímulo cardiovascular de alta intensidad (Michael et al., 2017; Nieto-Jiménez et al., 2020; Berry et al., 2021; Boullosa et al., 2021; Medina Corrales et al., 2021; Dupuy et al., 2022).

Aleatorización

La secuencia de aleatorización se creó usando un generador de secuencia aleatoria online (<https://www.alazar.info/generador-de-secuencia-de-numeros-desordnada>), siendo este proceso realizado en forma simple, estratificada y codificada utilizando tamaños de bloques equivalentes 1:1, cuyo resultado conllevó que cada grupo estuviera conformado por 16 participantes.

Enmascaramiento

Se llevó a cabo un cegado doble, donde tanto el GE como el GC siguieron un protocolo idéntico en cuanto a la selección de ejercicios (Push-up, Mountain climber, Squat y Burpees), el tiempo de trabajo y de descanso, pero en el GE, los participantes completaron todas las repeticiones de un ejercicio antes de pasar al siguiente, mientras que en el GC se alternaron entre ejercicios, conllevando a que ningún de los participantes lograra identificar una diferencia intencional entre ambas modalidades. En cuanto al evaluador,

este prescribo los programas de ejercicio y realizó las evaluaciones de acuerdo con el plan de trabajo, pero sin saber qué modalidad corresponde a cada grupo.

Tamaño muestral

El tamaño muestral se estimó mediante un análisis retrospectivo o post hoc utilizando el software G Power 3.1.9. Considerando un tamaño del efecto moderado (Cohen's $d = 0,6$), un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y una potencia estadística del 80%, se estimó que se requerirían aproximadamente 45 participantes por grupo (90 en total) para detectar diferencias significativas entre condiciones. Dado que el presente estudio incluyó un total de 32 participantes (16 por grupo), este debe considerarse como un ensayo clínico exploratorio o piloto. Esta limitación fue tenida en cuenta al momento de interpretar los resultados y planificar futuras investigaciones con muestras más amplias

Análisis de datos

Los datos fueron analizados utilizando el software IBM SPSS Statistics, versión 27, para el sistema operativo Windows. Las estadísticas descriptivas se expresaron mediante medidas de tendencia central y dispersión: media, desviación estándar e intervalo de confianza (IC) al 95%. Para los análisis inferenciales, se empleó la prueba t de Student para muestras independientes, dado que el diseño implicó comparaciones puntuales intergrupales en cada momento de medición, sin considerar un modelo de medidas repetidas con estructura factorial. La normalidad se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Eso permitió, establecer un nivel de significancia bilateral de $\alpha = 0,05$. La homogeneidad de las varianzas fue verificada mediante la prueba de Levene. Además, se calculó el tamaño del efecto utilizando la d de Cohen, clasificándose su efecto como pequeño ($\geq 0,2$), moderado ($\geq 0,5$) o grande ($\geq 0,8$), de acuerdo con recomendaciones previas (Rendón-Macías et al., 2021).

Resultados

La tabla 1 muestra las características basales de ambos grupos, reportándose una homogeneidad de base para todas las variables estudiadas ($p > 0,05$).

Tabla 1. Características sociodemográficas de la muestra analizada ($n = 32$)

Variables	GE ($n = 16$)		GC ($n = 16$)		Estadísticos		
	$\bar{X} \pm DS$	IC95%	$\bar{X} \pm DS$	IC 95%	Valor p	Tamaño efecto d cohen	Clasificación
Edad (años)	20.81 $\pm$ 2.66	19.39 - 22.23	20.81 $\pm$ 3.48	18.95 - 22.67	1	0	Nulo
Talla (cm)	172.06 $\pm$ 9.50	167.00 - 177.13	166.56 $\pm$ 9.51	161.50 - 171.63	0.10	0,58	Moderado
Peso (kg)	72.31 $\pm$ 13.80	64.96 - 79.66	68.81 $\pm$ 10.37	63.28 - 74.35	0.45	0,29	Moderado
IMC (kg/m ²)	24.30 $\pm$ 3.46	22.46 - 26.15	24.80 $\pm$ 3.47	22.95 - 26.66	0.68	0,14	Nulo
FC (ppm)	63.31 $\pm$ 7.38	59.38 - 67.25	63.56 $\pm$ 7.84	59.38 - 67.74	0.91	0,03	Nulo
RR (ms)	959.91 $\pm$ 113.02	899.68 - 1020.14	956.67 $\pm$ 110.87	897.60 - 1015.75	0.92	0,03	Nulo
RMSSD (ms)	67.93 $\pm$ 7.99	63.67 - 72.20	67.66 $\pm$ 7.79	63.51 - 71.80	0.91	0,03	Nulo
RR/RMSSD	14.11 $\pm$ 0.02	14.10 - 14.12	14.11 $\pm$ 0.03	14.09 - 14.13	0.58	0	Nulo
IPAQ (METs)	1910.62 $\pm$ 480.84	1654.40 - 2166.85	1983.69 $\pm$ 523.87	1704.54 - 2262.84	0.65	0,15	Nulo
PSQI (puntos)	11.87 $\pm$ 6.58	8.37 - 15.38	8.81 $\pm$ 5.74	5.75 - 11.88	0.12	0,50	Moderado
PSS-10 (puntos)	19.12 $\pm$ 12.58	12.42 - 25.83	24.06 $\pm$ 11.65	17.86 - 30.27	0.29	0,41	Pequeño

GE: Grupo experimental, GC: Grupo control, $\bar{X}$: Media, DS: Desviación estándar, d: Tamaño del efecto, p: valor de significancia estadística.

La tabla 2 muestra la dinámica de la frecuencia cardíaca, donde se observa un aumento progresivo tanto en su periodo de trabajo como recuperación, existiendo una diferencia significativa con un tamaño de efecto grande entre grupos solo para el caso de la cuarta serie de trabajo ($p < 0,001$; $d = 1,71$).

Tabla 2. Dinámica de la frecuencia cardíaca durante una sesión de entrenamiento ($n = 32$)

Dinámica de la frecuencia cardíaca (ppm)	GE ($n = 16$)		GC ($n = 16$)		Estadísticos		
	$\bar{X} \pm DS$	IC95%	$\bar{X} \pm DS$	IC 95%	Valor p	Tamaño efecto d cohen	Clasificación
Serie 1	182.13 $\pm$ 10.87	176.33 - 187.90	173.94 $\pm$ 12.29	167.39 - 180.49	0.12	0.71	Moderado
Serie 2	187.75 $\pm$ 10.95	181.91 - 193.59	180.75 $\pm$ 11.99	174.36 - 187.14	0.17	0.61	Moderado
Serie 3	194.31 $\pm$ 9.87	189.05 - 199.57	188.56 $\pm$ 10.89	182.77 - 194.35	0.20	0.55	Moderado
Serie 4	205.44 $\pm$ 2.66	204.02 - 206.85	200.25 $\pm$ 3.38	198.45 - 202.05	<0.001	1.71	Grande



Macropausa 1	158.00 ± 13.35	150.89 - 165.11	149.06 ± 13.39	141.93 - 156.20	0.12	0.67	Moderado
Macropausa 2	178.69 ± 10.44	173.13 - 184.25	172.75 ± 11.95	166.38 - 179.12	0.22	0.53	Moderado
Macropausa 3	191.69 ± 9.51	186.62 - 196.75	185.88 ± 11.65	179.67 - 192.08	0.21	0.55	Moderado
Macropausa 4	193.69 ± 10.18	188.27 - 199.11	188.88 ± 11.12	182.96 - 194.80	0.28	0.45	Pequeño

GE: Grupo experimental, GC: Grupo control, $\bar{X}$: Media, DS: Desviación estándar, d: Tamaño del efecto, p: valor de significancia estadística.

La tabla 3 muestra la dinámica de los intervalos RR, donde la variabilidad de la frecuencia cardíaca se reduce en forma progresiva tanto en su periodo de trabajo como recuperación, existiendo una diferencia significativa con un tamaño de efecto grande entre grupos solo para el caso de la serie de trabajo final ($p < 0,001$; $d = 1,71$).

Tabla 3. Dinámica de los intervalos RR durante una sesión de entrenamiento ($n = 32$)

Dinámica de los intervalos RR (ms)	GE ($n = 16$)		GC ($n = 16$)		Valor p	Estadísticos	
	$\bar{X} \pm DS$	IC 95%	$\bar{X} \pm DS$	IC 95%		Tamaño efecto	Clasificación
Serie 1	330.63 ± 19.41	320.29 - 340.97	346.46 ± 23.75	333.81 - 359.11	0.11	0.73	Moderado
Serie 2	320.74 ± 18.18	311.06 - 330.42	333.47 ± 21.49	322.03 - 344.91	0.15	0.64	Moderado
Serie 3	309.79 ± 15.90	301.32 - 318.26	319.27 ± 18.22	309.56 - 328.98	0.20	0.55	Moderado
Serie 4	292.08 ± 3.79	290.06 - 294.10	299.71 ± 5.02	297.03 - 302.39	<0.001	1.71	Grande
Macropausa 1	382.47 ± 34.60	364.03 - 400.91	405.61 ± 36.88	385.96 - 425.26	0.13	0.65	Moderado
Macropausa 2	336.91 ± 19.43	326.56 - 347.26	348.85 ± 23.51	336.33 - 361.37	0.20	0.55	Moderado
Macropausa 3	313.75 ± 16.01	305.22 - 322.28	323.98 ± 20.07	313.29 - 334.67	0.20	0.56	Moderado
Macropausa 4	310.62 ± 17.03	301.55 - 319.69	318.72 ± 18.98	308.61 - 328.83	0.28	0.45	Pequeño

GE: Grupo experimental, GC: Grupo control, $\bar{X}$: Media, DS: Desviación estándar, d: Tamaño del efecto, p: valor de significancia estadística.

La tabla 4 muestra la dinámica de recuperación ponderada por medio de la RMSSD, donde se observa que este parámetro indica una intensidad de trabajo acumulada sobre el umbral anaeróbico (<30 ms), siendo la dinámica de recuperación estable durante la realización de cargas de trabajo efectiva, mientras que durante las fases de recuperación se observa una reducción progresiva. No obstante, ninguno de estos comportamientos es significativo entre grupos ($p > 0,05$).

Tabla 4. Dinámica de la RMSSD durante una sesión de entrenamiento. ($n = 32$)

Dinámica de la RMSSD (ms)	GE ($n = 16$)		GC ($n = 16$)		Valor p	Estadísticos	
	$\bar{X} \pm DS$	IC 95%	$\bar{X} \pm DS$	IC 95%		Tamaño efecto	Clasificación
Serie 1	20.38 ± 3.28	18.63 - 22.13	18.06 ± 2.72	16.61 - 19.50	0,08	0,77	Moderado
Serie 2	21.13 ± 4.05	18.97 - 23.29	19.81 ± 4.00	17.68 - 21.94	0,37	0,46	Pequeño
Serie 3	19.63 ± 2.87	18.10 - 21.16	19.50 ± 1.86	18.51 - 20.49	0,89	0,05	Nulo
Serie 4	21.31 ± 1.45	20.54 - 22.08	21.63 ± 2.16	20.48 - 22.78	0,59	0,17	Pequeño
Macropausa 1	27.04 ± 2.45	25.73 - 28.35	28.66 ± 2.61	27.27 - 30.05	0,13	0,64	Moderado
Macropausa 2	23.82 ± 1.37	23.09 - 24.55	24.66 ± 1.65	23.78 - 25.54	0,19	0,55	Moderado
Macropausa 3	21.19 ± 1.13	20.59 - 21.79	22.90 ± 1.41	22.15 - 23.65	0,20	1,34	Grande
Macropausa 4	22.19 ± 1.13	21.59 - 22.79	22.74 ± 1.31	22.04 - 23.44	0,28	0,45	Pequeño

GE: Grupo experimental, GC: Grupo control, $\bar{X}$: Media, DS: Desviación estándar, d: Tamaño del efecto, p: valor de significancia estadística.

La tabla 5 plasma la dinámica de la relación RR/RMSSD, donde los hallazgos de esta relación (<50) sugieren una mayor actividad del sistema nervioso parasimpático y un estado de relajación o recuperación a pesar de la intensidad de la carga prescrita a ambos grupos sin apreciarse diferencias significativas sobre esta dinámica entre grupos ($p > 0,05$).

Tabla 5. Dinámica de la relación RR/RMSSD durante una sesión de entrenamiento. ($n = 32$)

Dinámica de la RR/RMSSD	GE ($n = 16$)		GC ($n = 16$)		Valor p	Estadísticos	
	$\bar{X} \pm DS$	IC 95%	$\bar{X} \pm DS$	IC 95%		Tamaño efecto	Clasificación
Serie 1	16.76 ± 3.69	14.79 - 18.73	19.76 ± 4.09	17.58 - 21.94	0.08	0.77	Moderado
Serie 2	15.79 ± 3.53	13.91 - 17.67	17.45 ± 3.50	15.59 - 19.31	0.24	0.47	Pequeño
Serie 3	16.20 ± 3.12	14.54 - 17.86	16.56 ± 2.10	15.44 - 17.68	0.71	0.14	Nulo
Serie 4	13.76 ± 0.92	13.27 - 14.25	14.00 ± 1.40	13.25 - 14.75	0.53	0.25	Pequeño
Macropausa 1	14.14 ± 0.01	14.13 - 14.14	14.15 ± 0.01	14.14 - 14.15	0.06	1	Grande
Macropausa 2	14.14 ± 0.01	14.13 - 14.14	14.14 ± 0.01	14.13 - 14.14	0.54	0	Nulo



Macropausa 3	14.14 ± 0.01	14.13 - 14.14	14.15 ± 0.01	14.14 - 14.15	0.14	1	Grande
Macropausa 4	13.99 ± 0.22	13.87 - 14.11	14.01 ± 0.23	13.89 - 14.13	0.84	0.09	Nulo

GE: Grupo experimental, GC: Grupo control, $\bar{X}$: Media, DS: Desviación estándar, d: Tamaño del efecto, p: valor de significancia estadística.

Discusión

Los resultados obtenidos durante la Serie 4 demuestran que el GE alcanzó la mayor intensidad de carga de trabajo, reflejada en el aumento de la frecuencia cardíaca en comparación con el GC. La frecuencia cardíaca máxima registrada en el GE durante esta serie sugiere una mayor demanda cardiovascular, indicando que los participantes en este grupo fueron sometidos a estímulos físicos más intensos. Este hallazgo concuerda con estudios previos que destacan cómo el entrenamiento interválico de alta intensidad lleva a una activación extrema del sistema cardiovascular, superando umbrales anaeróbicos y demandando una mayor recuperación producto de la alta demanda del sistema glucolítico (Michael et al., 2017; Ravé et al., 2020).

En paralelo, la variabilidad de la frecuencia cardíaca, medida a través de los intervalos RR, mostró una disminución significativa en la Serie 4 del GE. Esto indica que el grupo alcanzó una mayor intensidad en comparación con el GC, ya que los intervalos RR más cortos están relacionados con una mayor activación del sistema nervioso simpático, conllevando una reducción de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (Nieto-Jiménez et al., 2020). En este sentido, la respuesta observada en los intervalos RR durante la Serie 4 es coherente con el incremento de la carga de trabajo y el esfuerzo acumulado, lo cual ha sido documentado en estudios que analizan la fatiga y la capacidad de recuperación tras esfuerzos máximos (Berry et al., 2021; Boullousa et al., 2021). No obstante, a pesar de la alta intensidad registrada, la RMSSD se mantuvo estable bajo los 30 ms, mientras que la frecuencia cardíaca se situó sobre el 90% del máximo teórico, lo que indica que el ejercicio prescrito superó el umbral anaeróbico en ambas intervenciones (Shaffer & Ginsberg, 2017; Michael et al., 2017; Schaffarczyk et al., 2023; Peric et al., 2022; Sempere-Ruiz et al., 2024).

Este resultado es consistente con investigaciones previas que muestran que, durante ejercicios de alta intensidad, la RMSSD tiende a disminuir o estabilizarse por debajo de ciertos valores críticos, sugiriendo que los sujetos están operando en un rango de alta demanda anaeróbica cercana o superior al umbral anaeróbico láctico (Medina Corrales et al., 2021; El-Malahi et al., 2024). Del mismo modo, la estabilidad de la RMSSD en ambos grupos indica que, aunque el GE fue sometido a una mayor carga producto de la concentración de los bloques de carga, ambos grupos experimentaron intensidades suficientemente altas como para comprometer la recuperación del sistema parasimpático, lo que puede explicar en parte la falta de diferencias significativas entre grupos respecto a los periodos de recuperación. Sin embargo, los altos valores de la relación RR/RMSSD (<20) indican que, incluso ante cargas elevadas, los participantes lograron mantener un control parasimpático adecuado, favoreciendo el proceso de adaptación y recuperación ante estímulos externos de alta intensidad (Gronwald et al., 2020; Dupuy et al., 2022). No obstante, este estudio presenta limitaciones metodológicas importantes que deben considerarse. En primer lugar, el tamaño muestral limitado restringe la potencia estadística y la generalización de los hallazgos, particularmente para detectar diferencias menores o efectos específicos en subgrupos. En segundo lugar, la ausencia de control riguroso sobre variables potencialmente confusoras como el estado nutricional, niveles hormonales, hidratación y la calidad del sueño previa a las sesiones puede haber influido en la respuesta fisiológica, afectando la interpretación de los resultados. Además, aunque se implementó cegado doble para reducir el sesgo, la naturaleza visible de los protocolos pudo haber generado sesgos conductuales no controlados, como diferencias en la motivación o percepción del esfuerzo.

Los resultados de este estudio ofrecen implicaciones prácticas claras para entrenadores y profesionales del deporte en la prescripción de entrenamientos interválicos de alta intensidad. El entrenamiento en bloque, que mostró una mayor demanda cardiovascular, puede ser más adecuado para aquellos que buscan maximizar el estímulo de alta intensidad en cortos periodos de tiempo, lo que lo convierte en una opción atractiva para atletas entrenados o individuos que buscan mejorar su capacidad anaeróbica (Stone et al., 2021; Dolan et al., 2024). Por otro lado, el formato circular, al distribuir la carga de trabajo entre diferentes ejercicios, puede ser más apropiado para aquellos que prefieren un enfoque más equi-

librado, con menor estrés cardiovascular, lo que lo hace ideal para principiantes o personas con limitaciones físicas (Turri-Silva et al., 2021). Independientemente de la modalidad seleccionada, la monitorización de la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante y después de las sesiones sigue siendo una herramienta esencial para ajustar las cargas de trabajo de acuerdo con la capacidad de recuperación individual, permitiendo optimizar el entrenamiento según las respuestas fisiológicas específicas de cada atleta (Dupuy et al., 2018). En resumen, el entrenamiento en bloque puede ser la opción más efectiva para mejorar la capacidad anaeróbica y la fuerza explosiva en poblaciones entrenadas, mientras que el entrenamiento en circuito es más adecuado para principiantes o personas con limitaciones cardiovasculares que necesitan evitar picos de intensidad elevados.

En cuanto a las limitaciones de estos hallazgos, el tamaño de la muestra (32 participantes) puede no ser suficiente para generalizar los resultados a otras poblaciones, como atletas de élite, personas sedentarias o individuos con condiciones médicas preexistentes. Esta limitación afecta la potencia estadística del estudio y puede aumentar la posibilidad de errores tipo II, lo que significa que diferencias potencialmente importantes entre los grupos podrían no haberse detectado. Además, aunque el estudio utilizó un cegado doble para reducir el sesgo, la naturaleza evidente de los protocolos de entrenamiento (bloque vs. circuito) puede haber introducido un sesgo conductual en los participantes. Es posible que algunos participantes reconocieran la modalidad en la que estaban asignados, lo que podría haber influido en su percepción del esfuerzo o su rendimiento.

En futuras investigaciones, sería recomendable no solo abordar los efectos agudos, sino también investigar las adaptaciones crónicas de estos protocolos de entrenamiento a lo largo del tiempo, y evaluar cómo se desarrollan las adaptaciones en diferentes poblaciones. La inclusión de otros marcadores fisiológicos, como los niveles de lactato o el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.), ofrecería una visión más completa del impacto de los diferentes formatos de entrenamiento en la recuperación y la adaptación cardiovascular.

Conclusiones

Durante una sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad distribuido en bloque, se registra un aumento significativo de la frecuencia cardíaca y una disminución en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en los intervalos RR, en comparación con una sesión de alta intensidad distribuida por circuito. Sin embargo, ambos tipos de distribución parecen ser efectivos para mantener una adecuada actividad parasimpática, como se refleja en la relación RR/RMSSD durante las fases de recuperación. Es fundamental que futuras investigaciones aborden las limitaciones del presente estudio y exploren el impacto de programas de entrenamiento a largo plazo en la recuperación cardiovascular y en la salud general.

Referencias

- Baik, S. H., Fox, R. S., Mills, S. D., Roesch, S. C., Sadler, G. R., Klonoff, E. A., & Malcarne, V. L. (2019). Reliability and validity of the Perceived Stress Scale-10 in Hispanic Americans with English or Spanish language preference. *Journal of health psychology*, 24(5), 628–639. <https://doi.org/10.1177/1359105316684938>
- Balboa-Castillo, T., Muñoz, S., Seron, P., Andrade-Mayorga, O., Lavados-Romo, P., Aguilar-Farias, N. (2023) Validity and reliability of the international physical activity question-naire short form in Chilean adults. *PLoS ONE*, 18(10):e0291604. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291604>
- Berry, NT., Bechke, E., Shriver, L. H., Calkins, S. D., Keane, S. P., Shanahan, L., & Wideman, L. (2021) Heart Rate Dynamics During Acute Recovery From Maximal Aerobic Exercise in Young Adults. *Frontiers in Physiology*. 12:627320. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.627320>
- Billman, G. E., Huikuri, H. V., Sacha, J., & Trimmel, K. (2015). An introduction to heart rate variability: methodological considerations and clinical applications. *Frontiers in physiology*, 6, 55. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00055>
- Bocalini, D. S., Bergamin, M., Evangelista, A. L., Rica, R. L., Pontes, F. L., Junior, Figueira, A., Junior, Serra, A. J., Rossi, E. M., Tucci, P. J. F., & Dos Santos, L. (2017). Post-exercise hypotension and heart rate



- variability response after water- and land-ergometry exercise in hypertensive patients. *PLoS ONE*, 12(6), e0180216. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180216>
- Boullosa, D., Medeiros, A.R., Flatt, A.A., Esco, M.R., Naka-mura, F.Y., Foster, C. (2021). Relationships between Workload, Heart Rate Variability, and Performance in a Recreational Endurance Runner. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(1):30. <https://doi.org/10.3390/jfmk6010030>
- D'Angelo, J., Ritchie, S. D., Oddson, B., Gagnon, D. D., Mrozewski, T., Little, J., & Nault, S. (2023). Using Heart Rate Variability Methods for Health-Related Outcomes in Outdoor Contexts: A Scoping Review of Empirical Studies. *International journal of environmental research and public health*, 20(2), 1330. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021330>
- Dolan, C., Quiles, J. M., Goldsmith, J. A., Mendez, K. M., Klemp, A., Robinson, Z. P., Pelland, J. C., Coccia, C., & Zourdos, M. C. (2024). The Effect of Time-Equated Concurrent Training Programs in Resistance-Trained Men. *Journal of human kinetics*, 91(Spec Issue), 87–103. <https://doi.org/10.5114/jhk/185637>
- Dupuy, A., Birat, A., Maurelli, O., Garnier, Y. M., Blazevich, A. J., Rance, M., & Ratel, S. (2022). Post-exercise heart rate recovery and parasympathetic reactivation are comparable between prepubertal boys and well-trained adult male endurance athletes. *European journal of applied physiology*, 122(2), 345–355. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04823-0>
- El-Malahi, O., Mohajeri, D., Mincu, R., Bäuerle, A., Rothenaicher, K., Knuschke, R., Rammos, C., Rassaf, T., & Lortz, J. (2024). Beneficial impacts of physical activity on heart rate variability: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 19(4), e0299793. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299793>
- Fuentes-Barría, H., Aguilera Eguia, R., & Polevoy, G. (2024a). Entrenamiento interválico de alta intensidad basado en la actividad parasimpática y su impacto sobre la capacidad cardiorrespiratoria de estudiantes universitarios. *Ensayo Controlado Aleatorizado. Retos*, 55, 513–519. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.105419>
- Fuentes-Barría, H., Aguilera-Eguía, R., Polevoy, G.G., Maureira-Sánchez, J., Angarita-Dávila, L. (2024b). Efectos del entrenamiento Interválico de Alta Intensidad sobre la capacidad aeróbica y variabilidad cardíaca en estudiantes universitarios. *Estudio cuasiexperimental. Journal of Sport and Health Research*, 16(2):58-66. <https://doi.org/10.58727/jsr.102273>
- Fuentes-Barría, H., Aguilera-Eguía, R., Maureira-Sánchez, J., Alarcón-Rivera, M., Garrido-Orsorio, V., López-Soto, O. P., Aristizábal-Hoyos, J. A., Angarita-Davila, L., Rojas-Gómez, D., Bermudez, V., Flores-Fernández, C., Roco-Videla, Á., González-Casanova, J. E., Urbano-Cerda, S., & Iulian Alexe, D. (2025). Effects of 12 Weeks of Interval Block Resistance Training Versus Circuit Resistance Training on Body Composition, Performance, and Autonomic Recovery in Adults: Randomized Controlled Trial. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(2), 195. <https://doi.org/10.3390/jfmk10020195>
- Grässler, B., Thielmann, B., Böckelmann, I., & Hökelmann, A. (2021). Effects of different exercise interventions on heart rate variability and cardiovascular health factors in older adults: a systematic review. *European review of aging and physical activity: official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity*, 18(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s11556-021-00278-6>
- Gronwald, T., Rogers, B., Hoos, O. (2020). Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability: A New Biomarker for Intensity Distribution in Endurance Exercise and Training Prescription?. *Frontiers in Physiology*, 11:550572. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.550572>
- Ho, S. S., Dhaliwal, S. S., Hills, A. P., & Pal, S. (2012). The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC public health*, 12, 704. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-704>
- Ho, S.Y., Chung, Y.C., Wu, H.J., Ho, C.C., Chen, H.T. (2024). Effect of high intensity circuit training on muscle mass, muscular strength, and blood parameters in sedentary workers. *PeerJ*, 12:e17140. <https://doi.org/10.7717/peerj.17140>
- Hu, C., Xia, Y., Zeng, D., Ye, M., Mei, T. (2024). Effect of resistance circuit training on comprehensive health indicators in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 14(1):8823. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59386-9>
- Issurin, V. (2008). Block periodization versus traditional training theory: a review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(1):65-75.



- Issurin, V.B. (2019). Biological Background of Block Periodized Endurance Training: A Review. *Sports Medicine*, 49(1):31-39. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1019-9>
- Javaloyes, A., Sarabia, J. M., Lamberts, R. P., & Moya-Ramon, M. (2019). Training Prescription Guided by Heart-Rate Variability in Cycling. *International journal of sports physiology and performance*, 14(1), 23–32. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0122>
- Junqueira, D. R., Zorzela, L., Golder, S., Loke, Y., Gagnier, J. J., Julious, S. A., Li, T., Mayo-Wilson, E., Pham, B., Phillips, R., Santaguida, P., Scherer, R. W., Gøtzsche, P. C., Moher, D., Ioannidis, J. P. A., Vohra, S., & CONSORT Harms Group (2023). CONSORT Harms 2022 statement, explanation, and elaboration: updated guideline for the reporting of harms in randomised trials. *BMJ (Clinical research ed.)*, 381, e073725. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-073725>
- Labraña, A. M., Durán, E., Martínez, M. A., Leiva, A. M., Garrido-Méndez, A., Díaz, X., Salas, C., & Celis-Morales, C. (2017). Menor peso corporal, de índice de masa corporal y de perímetro de cintura se asocian a una disminución en factores de riesgo cardiovascular en población chilena. *Revista médica de Chile*, 145(5), 585–594. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872017000500005>
- Medina Corrales, M., Garrido Esquivel, A., Flores Cruz, M., Miranda Mendoza, F J., García Dávila, MZ., Hernández Cruz, G., Naranjo Orellana, J (2021). Utilidad de la RMSSD-Slope para cuantificación de carga interna de entrenamiento en jugadores élite de bádminton. Estudio de caso. *Retos*, 40, 60-66. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.78348>
- Merellano-Navarro E, Bustamante-Ara N, Russell-Guzmán J, Lagos-Hernández R, Uribe N, Godoy-Cumillaf A. Association between Sleep Quality and Physical Activity in Physical Education Students in Chile in the Pandemic Context: A Cross-Sectional Study. *Healthcare (Basel)*. 2022 1;10(10):1930. <https://doi.org/10.3390/healthcare10101930>
- Michael, S., Graham, K. S., & Davis, G. M., Oam (2017). Cardiac Autonomic Responses during Exercise and Post-exercise Recovery Using Heart Rate Variability and Systolic Time Intervals-A Review. *Frontiers in physiology*, 8, 301. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00301>
- Nevels, T. L., Wirth, M. D., Ginsberg, J. P., McLain, A. C., & Burch, J. B. (2023). The role of sleep and heart rate variability in metabolic syndrome: evidence from the Midlife in the United States study. *Sleep*, 46(5), zsad013. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsad013>
- Nieto-Jiménez, C., Bertoglia-Ghiglino, C., Soto-Voisier, E., Morales-Rodríguez, I., Sepúlveda-Catalán, F., Quintiliano-Scarpell, D., Ruso-Álvarez, JF. (2020). Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto. *Archivos de Medicina del Deporte*, 37(4):234-238
- Nuuttila, 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. <https://doi.org/10.3390/s22010137>
- Park, W., Jung, W. S., Hong, K., Kim, Y. Y., Kim, S. W., & Park, H. Y. (2020). Effects of Moderate Combined Resistance- and Aerobic-Exercise for 12 Weeks on Body Composition, Cardiometabolic Risk Factors, Blood Pressure, Arterial Stiffness, and Physical Functions, among Obese Older Men: A Pilot Study. *International journal of environmental research and public health*, 17(19), 7233. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197233>
- Peric, R., Nikolovski, Z., Meucci, M., Tadger, P., Ferri Marini, C., & Amaro-Gahete, F. J. (2022). A Systematic Review and Meta-Analysis on the Association and Differences between Aerobic Threshold and Point of Optimal Fat Oxidation. *International journal of environmental research and public health*, 19(11), 6479. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116479>
- Picard, M., Tauveron, I., Magdasy, S., Benichou, T., Bagheri, R., Ugbole, U. C., Navel, V., & Dutheil, F. (2021). Effect of exercise training on heart rate variability in type 2 diabetes mellitus patients: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 16(5), e0251863. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251863>
- Porras-Álvarez, J., & Bernal-Calderón, MO. (2019). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: evaluación del entrenamiento deportivo. *Revisión de tema. Duazary*, 16(2), 259–269. <https://doi.org/10.21676/2389783X.2750>
- Ravé, G., Zouhal, H., Boullosa, D., Doyle-Baker, P. K., Saeidi, A., Abderrahman, A. B., & Fortrat, J. O. (2020). Heart Rate Variability is Correlated with Perceived Physical Fitness in Elite Soccer Players. *Journal of human kinetics*, 72, 141–150. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0103>

- Rendón-Macías, M. E., Zarco-Villavicencio, I. S., & Villasís-Keever, M. Á. (2021). Métodos estadísticos para el análisis del tamaño del efecto. *Revista alergia México*, 68(2), 128-136. <https://doi.org/10.29262/ram.v658i2.949>
- Rogers, B., Schaffarczyk, M., & Gronwald, T. (2022). Estimation of Respiratory Frequency in Women and Men by Kubios HRV Software Using the Polar H10 or Movesense Medical ECG Sensor during an Exercise Ramp. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(19), 7156. <https://doi.org/10.3390/s22197156>
- 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. <https://dx.doi.org/10.3390/s22176536>
- Schaffarczyk, M., Rogers, B., Reer, R., & Gronwald, T. (2023). Validation of a non-linear index of heart rate variability to determine aerobic and anaerobic thresholds during incremental cycling exercise in women. *European journal of applied physiology*, 123(2), 299-309. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-05050-x>
- Schmidt, D., Anderson, K., Graff, M., Strutz, V. (2016). The effect of high-intensity circuit training on physical fitness. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 56(5):534-40.
- Sempere-Ruiz, N., Sarabia, J.M., Baladzhaeva, S., Moya-Ramón, M. (2024). Reliability and validity of a non-linear index of heart rate variability to determine intensity thresholds. *Frontiers*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1329360>
- Serón, P., Muñoz, S., & Lanús, F. (2010). Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población Chilena. *Revista médica de Chile*, 138(10), 1232-1239. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872010001100004>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in public health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Silva, V. S. da, & Vieira, M. F. S. (2020). International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22, e70517. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e70517>
- Stone, M. H., Hornsby, W. G., Haff, G. G., Fry, A. C., Suarez, D. G., Liu, J., Gonzalez-Rave, J. M., & Pierce, K. C. (2021). Periodization and Block Periodization in Sports: Emphasis on Strength-Power Training-A Provocative and Challenging Narrative. *Journal of strength and conditioning research*, 35(8), 2351-2371. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004050>
- Tonon, B. A., Gouthon, P. N., Nigan, I. B., Akpatchi, R. V., & Nouatin, B. K. (2020). Changes in Selected Physiological Parameters Following a Training Block of Specific Circuit Training Among National Top-level Basketball Players. *International journal of exercise science*, 13(6), 1156-1166.
- Turri-Silva, N., Vale-Lira, A., Verboven, K., Quaglioti Durigan, J. L., Hansen, D., & Cipriano, G., Jr (2021). High-intensity interval training versus progressive high-intensity circuit resistance training on endothelial function and cardiorespiratory fitness in heart failure: A preliminary randomized controlled trial. *PloS one*, 16(10), e0257607. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257607>
- Vondrasek, J. D., Riemann, B. L., Grosicki, G. J., & Flatt, A. A. (2023). Validity and Efficacy of the Elite HRV Smartphone Application during Slow-Paced Breathing. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(23), 9496. <https://doi.org/10.3390/s23239496>
- Weir, C. B., & Jan, A. (2023). BMI Classification Percentile and Cut Off Points. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Wiewelhove, T., Schneider, C., Schmidt, A., Döweling, A., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2018). Active Recovery After High-Intensity Interval-Training Does Not Attenuate Training Adaptation. *Frontiers in physiology*, 9, 415. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00415>
- World Medical Association (2025). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants. *Journal of the American Medical Association*, 333(1), 71-74. <https://doi.org/10.1001/jama.2024.21972>
- Yabe, H., Kono, K., Onoyama, A., Kiyota, A., Moriyama, Y., Okada, K., & Kasuga, H. (2021). Predicting a target exercise heart rate that reflects the anaerobic threshold in nonbeta-blocked hemodialysis patients: The Karvonen and heart rate reserve formulas. *Therapeutic apheresis and dialysis: official peer-reviewed journal of the International Society for Apheresis, the Japanese Society for*

Apheresis, the Japanese Society for Dialysis Therapy, 25(6), 884-889.
<https://doi.org/10.1111/1744-9987.13628>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Héctor Fuentes-Barría
Miguel Alarcón-Rivera
Raúl Aguilera-Eguía

hefuentes_@unap.cl
mrivera3@santotomas.cl
raguilerae@ucsc.cl

Autor
Autor
Autor