



Ortiz-Pulido, R.; Zavaleta-Sánchez, M. J.; Nuñez-Mercado, C. (2025). Condición física de estudiantes universitarios sedentarios saludables expuestos a protocolos de HIIT y MCIT durante cuatro semanas. *Journal of Sport and Health Research* 18(1):122-138. <https://doi.org/10.58727/jshr.114573>

Original

Condición física de estudiantes universitarios sedentarios saludables expuestos a protocolos de HIIT y MCIT durante cuatro semanas

Physical condition of sedentary healthy university students exposed to HIIT and MCIT protocols for four weeks

Ricardo Ortiz-Pulido¹

¹Dirección de Actividades Deportivas de la Universidad Veracruzana

Correo electrónico: riortiz@uv.mx

María Yesenia Zavaleta-Sánchez²

²Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana

Correo electrónico: yzavaleta@uv.mx

Carlos Nuñez-Mercado³

³Facultad de idiomas de la Universidad Veracruzana

Correo electrónico: carnunez@uv.mx

Correspondence to:

Ricardo Ortiz Pulido

Dirección de Actividades Deportivas de la Universidad Veracruzana
Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n Col. Zona Universitaria C.P. 91090 Xalapa, Veracruz,
Mexico
ricardoortizp612@gmail.com

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



Received:18/03/2025

Accepted:28/05/2025



CONDICIÓN FÍSICA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SEDENTARIOS SALUDABLES EXPUESTOS A PROTOCOLOS DE HIIT Y MCIT DURANTE CUATRO SEMANAS

RESUMEN

La capacidad aeróbica permite conocer un perfil favorable de salud. En este estudio exploramos el efecto de dos programas de ejercicios aeróbicos aplicando el entrenamiento de intervalo de alta intensidad (HIIT; siglas en inglés) y el entrenamiento continuo de moderada intensidad (MICT; siglas en inglés) en estudiantes universitarios sedentarios a través de la prueba 20 m MSR evaluando los siguientes indicadores; distancia recorrida en las pruebas (m), VO₂max (indirecto), velocidad por hora, (km/h) y tiempo recorrido (segundos). Un total de 79 (41 mujeres y 38 hombres) estudiantes físicamente saludables e inactivos participaron en el estudio los cuales fueron asignados aleatoriamente en 6 grupos: el primer grupo HIIT de 13 mujeres; el segundo grupo HIIT de 14 hombres; el tercer grupo MICT de 16 mujeres; el cuarto grupo MICT de 13 hombres; dos grupos controles de 12 mujeres y 11 hombres respectivamente. La intervención duró 4 semanas, y fue medida antes y después de la intervención. Para el análisis estadístico, se usó un análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA-MR) con un nivel de significancia $\alpha=0,05$. Los resultados mostraron mejorías significativas en la distancia y tiempo de recorrido para la prueba de 20 m MSR de los grupos HIIT de hombres y mujeres. Destaca un efecto positivo para el grupo HIIT lo cual podría sugerir que los profesionales de la salud utilicen este tipo de protocolo para lograr efectos significativos en este tipo de población sobre su salud, capacidad aeróbica y condición física.

Palabras clave:

condición física, estudiantes universitarios, entrenamiento de intervalo de alta intensidad, entrenamiento continuo de moderada intensidad.

PHYSICAL CONDITION OF SEDENTARY HEALTHY UNIVERSITY STUDENTS EXPOSED TO HIIT AND MCIT PROTOCOLS FOR FOUR WEEKS

ABSTRACT

The aerobic capacity allows to know a favorable health profile. This study explored the effect of two aerobic exercise programmes using interval training high intensity (HIIT) and the moderate intensity continuous training (MICT) in physically inactive university students. This was measured by pre and post test 20 m MSR based on the distance running in the test (m), VO₂max (indirect), running speed per hour, (km/h) and time frame (seconds). A total of 79 (41 women and 38 men) participants in the study were randomly assigned to 6 groups divided into two HIIT groups, 13 women and 14 men, two MICT groups, 16 women and 13 men, and two control groups, 12 women and 11 men. The intervention lasted four weeks. For statistical analysis, a repeated-measures analysis of variance (RM-ANOVA) with a significance level of $\alpha=0.05$ was used. The results showed significant improvements in distance and time for the 20 m MSR test in both the male and female HIIT groups. This suggested that healthcare professionals might find useful these protocols to achieve positive effects on physically inactive populations when it comes to their health, aerobic capacity and physical condition.

Keywords:

physical conditions, university students, interval training high intensity, moderate intensity continuous training.



INTRODUCCIÓN

La condición física (Physical Fitness) es la capacidad o potencial físico de una persona para realizar actividades vigorosas (Ruiz et al., 2011), hacer ejercicio (García-Artero, et al., 2007) o movimiento capaz de mejorar mediante la práctica y trabajo diario (Candeaux, y Hernández, 2012), y que integra todas las funciones y estructura del organismo humano (Blair, et al., 1995). Esto permite satisfacer las demandas de la vida diaria (Williams, 2001) y retrasa el inicio de la fatiga obteniendo una máxima eficiencia (Candeaux, y Hernández, 2012). La condición física esta directamente asociada con la salud y varía dependiendo de la práctica de la actividad física (AF) (Morenilla-Burló y Iglesias-Soler 2012; Osipov et al., 2020) que realicen. Consecuentemente, la falta de condición física da lugar a una disminución de actividad física, aumento de peso (López, 2016) e insuficiencia al ejercicio físico (Moreno-Arrebola et al., 2019). Estos patrones están vinculados a factores de enfermedades crónicas (World Heath Organization, 2000).

Dados los beneficios de la condición física, es clave conocer su nivel en distintos grupos de la sociedad, siendo un ejemplo el de los jóvenes universitarios. Esta valoración se puede realizar mediante la actividad física (Durán et al., 2014) (Bárcena, et al., 2006), ejercicio físico (Ruiz, et al., 2009), pruebas o tests específicos (Castro-Piñero et al., 2010). Estas diferentes valoraciones permiten tener indicadores (García-Soidán, y Fernández, 2011; Durán et al., 2014), y cualidades físicas como son la fuerza muscular, velocidad de movimiento, agilidad, coordinación, flexibilidad y la condición cardiorrespiratoria para integrar las actividades y ejercicios físicos (Garzón et al., 2005), y así solucionar problemas de salud (Miles, 2007).

Durante la actividad física, ejercicio físico o condición física (Muñoz-Luna et al., 2021) existen componentes relacionados con la composición corporal, condición músculo-esquelética, condición motora y sistema cardiorrespiratorio (Ruiz et al., 2009). Este último componente también se ha descrito como capacidad aeróbica (García et al., 2016). La condición cardiorrespiratoria es una medición de capacidad aeróbica funcional (Ruiz et al., 2016), que refleja la capacidad cardiorrespiratoria

del sistema y la aptitud de realizar ejercicios prolongados involucrando la participación de grandes masas musculares (Gatica et al., 2016). La capacidad aeróbica es uno de los componentes y cualidades más determinantes de la condición física, que está vinculado al sistema cardiovascular, metabólico y respiratorio (Valero et al., 2018). De igual forma se ha considerado que un alto nivel de capacidad aeróbica implica un perfil favorable de salud, sin embargo, la disminución de la capacidad aeróbica podría ser un fuerte predictor de eventos cardiovasculares (González y Achiardi, 2016).

Dada la relación entre la función cardiovascular y la condición cardiorrespiratoria, la aplicación del entrenamiento intervalo de alta intensidad (HIIT; siglas en inglés) (Kessler et al., 2012; Chang et al., 2024) y el entrenamiento continuo de moderada intensidad (MICT; siglas en inglés) ha sido ampliamente utilizado (Hottenrott, et al., 2012). Por su parte, el HIIT se caracteriza por sesiones breves e intermitentes de ejercicios de alta intensidad con un descanso de baja intensidad durante la pausa (Ramos et al., 2015). De hecho, algunos estudios catalogan al HIIT en intensidades de un rango a partir del 80% al 100% de las pulsaciones por minuto (Sabag et al., 2022). Por otra parte, el MICT se refiere al ejercicio aeróbico de entrenamiento realizado en forma de serie de aproximadamente 20 a 60 minutos de duración permitiendo un continuo estado estable del organismo (Sultana et al., 2019). El MICT ha sido clasificado como ejercicio continuo considerando la intensidad del ejercicio de 45% o menos del 80% de frecuencia cardiaca máxima (Sabag et al., 2022).

Diversos trabajos de investigación han realizado revisiones sistemáticas sobre el efecto del HIIT y MICT en estudiantes universitarios inactivos (Chang et al., 2024; Alansare et al., 2018; Dunston & Taylor 2023) y jóvenes de mediana edad (Guo et al., 2023) en variables de respuesta como la pérdida de peso, (Viana et al., 2019), sobrepeso (Keating et al., 2017). Estos estudios se realizaron en jóvenes universitarios (Wewege et al., 2017), y sujetos saludables sedentarios (Esfandiari et al., 2014; Mazurek et al., 2014; Maturana, et al., 2021) y sólo saludables (Wu et al., 2023). En ambos métodos se han logrado adaptaciones a nivel de ejercicio físico y adaptación al entrenamiento.



Las metodologías HIIT y MCIT han sido utilizadas para conocer sus efectos durante el entrenamiento y desentrenamiento (Gripp et al., 2020), y la calidad de vida en estudiantes universitarios inactivos (Chang et al., 2024) quienes fueron evaluados con el test 20 m MSR (Legér et al., 1988; Ramsbottom et al., 1988). Este test permite saber el nivel del consumo máximo de oxígeno indirecto (Ortiz-Pulido et al., 2018; Gripp et al., 2020).

El principal objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad aeróbica antes y después de 4 semanas mediante el test 20 m MSR usando las metodologías HIIT y MCIT en estudiantes universitarios. Como variables de respuesta medimos el tiempo, la distancia, velocidad final alcanzada en el último nivel completado del test y el VO₂max indirecto al aplicar ejercicios de carrera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo con estudiantes de la Universidad Veracruzana quienes eligieron la experiencia educativa de acondicionamiento físico y salud, correspondiente al periodo febrero - julio 2018 y agosto - enero 2019. Durante el momento de la investigación todos los sujetos saludables fueron informados sobre el objetivo de estudio, el tipo de métodos a utilizar (HIIT y MICT), las evaluaciones, duración y actividades a realizar. Posteriormente los sujetos fueron informados de todas las actividades que se realizarían durante el proceso de este trabajo de investigación y, por voluntad propia, firmaron su consentimiento de participación en esta investigación de acuerdo con la declaración de Helsinki.

El criterio de inclusión fue: a) presentar evidencia que podrían realizar ejercicio físico, acondicionamiento físico y actividad física, sin problema alguno antes de iniciar el proceso de investigación; b) no fumar, estar libre de patologías cardíacas y respiratorias, y no tomar regular medicamento; c) no tener experiencia en entrenamiento deportivo; y, d) no haber realizado actividad física ligera, moderada o vigorosa al menos tres meses antes de este trabajo de investigación. 90 estudiantes (47 mujeres y 43 hombres) iniciaron el estudio aunque 11 se eliminaron por diversas razones como lesiones (2 mujeres; 1 hombre), enfermedad (3 mujeres; 2 hombres) e inasistencias (1 mujer; 2 hombres).

Los estudiantes se dividieron en 6 grupos: HIIT de 13 mujeres; HIIT de 14 hombres; MICT de 16 mujeres; MICT de 13 hombres. Estos grupos asistieron dos días a la semana a realizar acondicionamiento físico previamente programado. Un quinto y sexto grupos fueron usados como control y fueron de 12 mujeres y 11 hombres, respectivamente los cuales no realizaron ninguna actividad programada de ejercicio o acondicionamiento.

En la primera semana del estudio se les explicó detalladamente a los estudiantes cómo se realizaría el estudio para que ellos se acostumbraran a todos los procedimientos previos. Además, llenaron una encuesta de sus datos personales con la finalidad de recabar la información necesaria para poder identificar las características de cada sujeto (sexo, edad, peso corporal) involucrado. La práctica de actividad física previa se analizó mediante el cuestionario internacional de actividad física forma corta (siglas en inglés: International Physical Activity Questionnaire-Short Form; IPAQ-SF) (Craig et al., 2003).

El método que utilizamos para que los sujetos tuvieran pleno conocimiento del test de 20 m MSR fue el siguiente. Los estudiantes iniciaron ejecutando el test al menos un día a la semana (durante las semanas dos, tres, cuatro y cinco semanas previas a la evaluación) sin llegar a realizar un ejercicio máximo o submáximo. La segunda semana fueron llevados a un área específica de 20 m x 20 m (con una superficie de cemento y pintura antideslizante), para delimitar el final de cada distancia se pusieron conos, la separación entre conos fue de un metro. Antes de realizar el test realizaron un calentamiento y estiramiento de aproximadamente 15 minutos. Posteriormente, caminaron la distancia de 20 m ida y vuelta tres veces, después lo hicieron trotando ligeramente tres veces de ida y vuelta. El registro de la frecuencia cardíaca máxima (FCmax) e índice de esfuerzo percibido (IEP) fue después de terminar la distancia propuesta durante el test 20 m. MSR, para lo cual se siguió la metodología utilizada por Ortiz-Pulido et al. (2018). La tercera semana realizaron el mismo procedimiento que la anterior semana, solo que esta vez pusimos sonido a la mitad del área destinada para el test. Esto consistió en un audio “bip” que indicaba el inicio del test. El ritmo de carrera (km/h), durante el recorrido (20 m ida y 20 m vuelta). Los estudiantes recorrieron 2 minutos el test



(20 m MSR) de la siguiente forma, el primer minuto realizaron una distancia de 140 m a 8.5 km/h, el segundo minuto corrieron 160 m a 9.0 km/h este ejercicio lo repitieron tres veces, al concluir cada repetición se registraron la FCmax e IEP. Al final de todo este procedimiento, los sujetos de los grupos experimentales y de acuerdo con el grupo en el que se asignó, les fue enseñada la metodología de carrera para el HIIT y MICT basado en la velocidad final del test 20 m MSR. La cuarta semana y quinta semana ejecutaron el mismo procedimiento de la tercera semana. La sexta semana se realizó el test piloto, con el objetivo que todos los estudiantes fueran capaces de realizar el test sin ningún problema, además al término del test reportaron la FCmax e IEP. Una vez evaluado todos los grupos se determinó la velocidad de ejecución de carrera en HIIT y MICT. La séptima y onceava semana del estudio se realizó el test de 20 m MSR. Previo al test los sujetos evitaron realizar ejercicio vigoroso y moderado 48 horas antes. Durante la realización del test, los estudiantes llevaron consigo agua para tomar de acuerdo a como lo necesitaron. Al iniciar el test 20 m MSR los sujetos corrieron a 8.5 km/h. Cada minuto se incrementó la velocidad de carrera a 0.5 km/h. La evaluación concluyó cuando los sujetos no lograron llegar a los 20 m antes que el “bid” sonara en dos ocasiones e inmediatamente se obtuvo el registro de cada sujeto en la distancia recorrida, tiempo realizado, FCmax e IPE.

Finalmente, se verificó que todos y todas las participantes estuvieran listos para cuando se realizara el test antes y después de la aplicación de HIIT y MICT. A partir de las semanas ocho, nueve, diez y once del estudio se realizó la ejecución del ejercicio mediante una intensidad de carrera específica de acuerdo al porcentaje de velocidad de la prueba de 20 m. MSR para cada estudiante el HIIT y MICT según los grupos diferentes grupos (Tabla 1).

Tabla 1. Esquema de entrenamiento específico.

Grupos	Semana	Volumen (m)	20 m MSR (%)	Descanso
HIIT	6	5x250 m.	85%	90''
Lunes	7	6x250 m.	85%	90''
y	8	7x250 m.	90%	90''
Miércoles	9	8x250 m.	90%	90''

MICT	6	1250 m.	60%	-
Martes	7	1500 m.	60%	-
y	8	1750 m.	65%	-
Jueves	9	2000 m.	65%	-

Para la obtención del VO₂max, se utilizó la fórmula $VO_2\text{max} = 6 \times (\text{FA}) - 27.4$, donde FA es igual a la velocidad alcanzada en el último periodo completado de acuerdo a Legér et al. (1988). Para determinar la carga del entrenamiento específico (volumen, intensidad y densidad) durante la utilización del HIIT y MICT fue de basándonos en el trabajo de Gripp et al. (2020).

Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software libre R versión 4.5.0 y las librerías: *psych* para estadísticas descriptivas por grupo; *ggplot2* y *ggpubr* para elaboración de gráficos y *rstatix* para el ANOVA de medidas repetidas. Además, en todas las pruebas de hipótesis realizadas se estableció un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Se usó un análisis de varianza de medidas repetidas (**ANOVA-MR**) donde los factores fueron tipo de entrenamiento (tres niveles: control, HIIT y MICT), sexo (dos niveles: hombres y mujeres) y momento de medición (dos niveles: antes y después). Las variables de respuesta en las pruebas fueron: distancia recorrida (m), VO₂max (ml/kg/min), velocidad (km/h), y tiempo recorrido (segundos). Nuestro interés principal era saber si el papel de los tres factores era determinante en las variables de respuesta. Por esta razón, aunque mencionamos el papel de los factores por separado, en realidad lo importante para nuestro objetivo son las interacciones de los tres factores.

El **Análisis de Varianza (ANOVA)** es una técnica estadística que se utiliza para estudiar el efecto de uno o más factores (con dos o más niveles) sobre la media de una variable respuesta continua, donde las mediciones son independientes entre los grupos. Por el contrario, el **ANOVA de medidas repetidas (ANOVA-MR)** se utiliza cuando las mediciones a comparar provienen de los mismos sujetos (datos pareados) por lo que no se cumple la condición de independencia.



En ambos casos, la hipótesis nula (H_0) establece que la media de la variable estudiada es la misma en los diferentes grupos, contra la hipótesis alterna (H_1) de que al menos dos de las medias difieren de forma significativa entre los grupos. Sin embargo, para poder aplicar un **ANOVA-MR** se debe cumplir con el supuesto de esfericidad. La esfericidad se evalúa solo para variables con más de dos niveles. Este supuesto establece que la varianza de las diferencias entre cada par de niveles de un factor debe ser la

RESULTADOS

Estadísticas descriptivas de los participantes

En la Tabla 2 se presentan las estadísticas descriptivas por grupos (factores de interés) de las características físicas edad, peso, estatura e IMC de los participantes en el estudio.

En el grupo **HIIT-Mujeres** con $n=13$, la edad media fue de $19,69 \pm (0,84)$ años, con peso promedio de $58,54 \pm (8,99)$ kg, estatura media de $1,60 \pm (0,03)$ metros y un IMC promedio $22,8 \pm (3,02)$ kg/m². En el grupo **HIIT-Hombres** con $n=14$, la edad media fue de $21,71 \pm (1,7)$ años, con peso promedio de $72,07 \pm (7,04)$ kg, estatura media de $1,72 \pm (0,07)$ metros y un IMC promedio $24,25 \pm (1,36)$ kg/m².

misma (Keselman et al., 2001). En este estudio la esfericidad fue probada mediante el **test de Mauchly** donde se estableció en la hipótesis nula H_0 que sí existe esfericidad en contra de la hipótesis alterna H_1 que no existe esfericidad (Mauchly, 1940). Solo en los factores que no cumplieron el supuesto de esfericidad con un nivel de significancia $\alpha=0,05$ (es decir, donde $p \leq 0,05$) fue utilizada la corrección de **Greenhouse-Geisser** (Abdi, 2010).

En el grupo **MICT-Mujeres** con $n=16$, la edad media fue de $20,94 \pm (1,37)$ años, con peso promedio de $61,44 \pm (8,47)$ kg, estatura media de $1,59 \pm (0,06)$ metros y un IMC promedio $24,09 \pm (2,89)$ kg/m². En el grupo **MICT-Hombres** con $n=13$, la edad media fue de $21,85 \pm (0,97)$ años, con peso promedio de $72 \pm (9,05)$ kg, estatura media de $1,72 \pm (0,06)$ metros y un IMC promedio $24,19 \pm (2,27)$ kg/m².

En el grupo **Control-Mujeres** con $n=12$, la edad media fue de $21,25 \pm (1,03)$ años, con peso promedio de $63 \pm (5,34)$ kg, estatura media de $1,59 \pm (0,06)$ metros y un IMC promedio $25,02 \pm (1,42)$ kg/m². En el grupo **Control-Hombres** con $n=11$, la edad media fue de $21 \pm (1,45)$ años, con peso promedio de $74,55 \pm (6,18)$ kg, estatura media de $1,78 \pm (0,07)$ metros y un IMC promedio $23,66 \pm (1,68)$ kg/m².

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las características físicas de los sujetos bajo estudio.

Hombres						Mujeres					
	media	de	mediana	min	max		media	de	mediana	min	max
Control	Edad (años)	21	1,45	21	19	24	21,25	1,03	21	20	23
	Peso (kg)	74,55	6,18	74	66	85	63	5,34	62	56	73
	Estatura (m)	1,78	0,07	1,78	1,65	1,86	1,59	0,06	1,58	1,5	1,69
	IMC (kg/m²)	23,66	1,68	23,63	21,68	26,45	25,02	1,42	25,18	22,72	28,07
HIIT	Edad (años)	21,71	1,7	21	19	25	19,69	0,84	20	18	21
	Peso (kg)	72,07	7,04	72,5	61	85	58,54	8,99	60	47	73
	Estatura (m)	1,72	0,07	1,71	1,63	1,89	1,60	0,03	1,61	1,53	1,67
	IMC (kg/m²)	24,25	1,36	24,57	20,86	25,71	22,8	3,02	23,15	18,29	27,48
MICT	Edad (años)	21,85	0,97	22	21	24	20,94	1,37	21	19	23
	Peso (kg)	72	9,05	73	53	83	61,44	8,47	62,5	46	78
	Estatura (m)	1,72	0,06	1,72	1,61	1,82	1,59	0,06	1,60	1,49	1,72
	IMC (kg/m²)	24,19	2,27	24,45	19,47	28,71	24,09	2,89	22,77	20,31	29,36

Nota: *de*=desviación estándar, *min*=mínimo, *max*=máximo.



ANOVA-MR por variable dependiente

En la Tabla 3 se presentan los resultados del ANOVA-MR para la **Distancia recorrida** en metros. En este análisis se encontró que la interacción de los tres factores de interés (Grupo:Sexo:Tiempo) es estadísticamente significativa ($*p\text{ valor}<0,05$).

Tabla 3. Resultados del ANOVA de medidas repetidas para la variable **Distancia**.

Efecto	DFn	DFd	F	p-valor
Grupo	2	20	6,7	0,006 **
Sexo	1	10	603,2	<0,001 ***
Tiempo	1	10	144,1	<0,001 ***
Grupo:Sexo	2	20	0,36	0,069
Grupo:Tiempo	1,17	11,68	50,5	<0,001 *** p[GG]
Sexo:Tiempo	1	10	23,6	<0,001 ***
Grupo:Sexo:Tiempo	2	20	24,1	<0,001 ***

Nota: DFn : Grados de Libertad del numerador, DFd : Grados de Libertad del denominador, F : Valor F de Fisher-Snedecor, *: $p<0,05$; **: $p<0,01$; ***: $p<0,001$, $p[GG]=p\text{ valor}$ después de la corrección de esfericidad de Greenhouse-Geisser.

Para la variable **V02max** (Tabla 4), en los resultados del ANOVA-MR con un nivel de significancia $\alpha=0,05$ y después de la corrección de esfericidad de Greenhouse-Geisser ($p[GG]$), no se encontró significancia estadística ($p\text{-valor}>0,05$) en la interacción de los tres factores de interés (Grupo:Sexo:Tiempo).

Tabla 4. Resultados del ANOVA de medidas repetidas para la variable **V02max**.

Efecto	DFn	DFd	F	p-valor
Grupo	2	20	6,256	0,008 **
Sexo	1	10	593,782	<0,001 ***
Tiempo	1	10	199,604	<0,001 ***
Grupo:Sexo	2	20	1,79	0,19
Grupo:Tiempo	2	20	50,529	<0,001 ***
Sexo:Tiempo	1	10	7,079	0,02 *
Grupo:Sexo:Tiempo	1,31	13,13	4,079	0,056 $p[GG]$

Nota: DFn : Grados de Libertad del numerador, DFd : Grados de Libertad del denominador, F : Valor F de Fisher-Snedecor, *: $p<0,05$; **: $p<0,01$; ***: $p<0,001$, $p[GG]=p\text{ valor}$ después de la corrección de esfericidad de Greenhouse-Geisser.

En la Tabla 5 se presentan los resultados del ANOVA-MR para la **velocidad** en km/h. Al igual que **V02max**, con un nivel de significancia $\alpha=0,05$ y después de la corrección de esfericidad de Greenhouse-Geisser ($p[GG]$), no se encontró significancia estadística ($p\text{ valor}>0,05$) en la interacción de los tres factores de interés (Grupo:Sexo:Tiempo).

Tabla 5. Resultados del ANOVA de medidas repetidas para la variable **km/h**.

Efecto	DFn	DFd	F	p-valor
Grupo	2	20	6,692	0,006 **
Sexo	1	10	570,101	<0,001 ***
Tiempo	1	10	118,017	<0,001 ***
Grupo:Sexo	2	20	1,733	0,202
Grupo:Tiempo	2	20	56,369	<0,001 ***
Sexo:Tiempo	1	10	9,643	0,001 **
Grupo:Sexo:Tiempo	1,34	13,39	1,892	0,193 $p[GG]$

Nota: DFn : Grados de Libertad del numerador, DFd : Grados de Libertad del denominador, F : Valor F de Fisher-Snedecor, *: $p<0,05$; **: $p<0,01$; ***: $p<0,001$, $p[GG]=p\text{ valor}$ después de la corrección de esfericidad de Greenhouse-Geisser.

Finalmente, para la variable **Tiempo recorrido** en segundos (Tabla 6), al igual que para la **Distancia recorrida**, sí se encontró que la interacción de los tres factores de interés (Grupo:Sexo:Tiempo) es estadísticamente significativa ($*p\text{ valor}<0,05$).

Tabla 6. Resultados del ANOVA de medidas repetidas para la variable **tiempo recorrido**.

Efecto	DFn	DFd	F	p-valor
Grupo	2	20	8,16	0,003 **
Sexo	1	10	864,419	<0,001 ***
Tiempo	1	10	158,927	<0,001 ***
Grupo:Sexo	2	20	1,147	0,338
Grupo:Tiempo	1,19	11,95	35,392	<0,001 * $p[GG]$
Sexo:Tiempo	1	10	4,654	0,056
Grupo:Sexo:Tiempo	2	20	4,287	0,028 *

Nota: DFn : Grados de Libertad del numerador, DFd : Grados de Libertad del denominador, F : Valor F de Fisher-Snedecor, *: $p<0,05$; **: $p<0,01$; ***: $p<0,001$, $p[GG]=p\text{ valor}$ después de la corrección de esfericidad de Greenhouse-Geisser.



En general, encontramos que todos los factores por separado fueron significativos para cada variable de respuesta. Sin embargo, la interacción de los tres factores tipo de *Grupo(entrenamiento):Sexo:Tiempo* fue significativa sólo para la distancia y el tiempo recorrido las cual fueron mayor después del

Gráficos de interacciones para cada variable respuesta

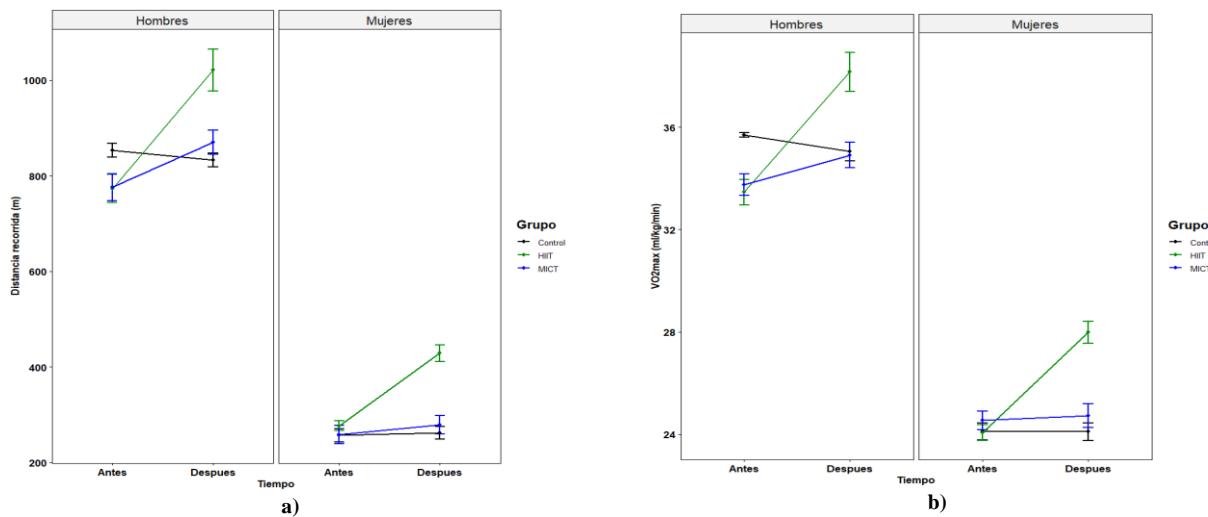
En la Figura 1 se muestran los gráficos de interacciones medias (con su error estándar) de las variables dependientes bajo estudio: a) Distancia recorrida (m), b) V02max (ml/kg/min), d) Velocidad (km/h) y e) Tiempo recorrido (segundos). Para cada variable respuesta sobresale la capacidad aeróbica (natural) de los hombres comparada con las mujeres que participaron en el estudio. Con respecto a la

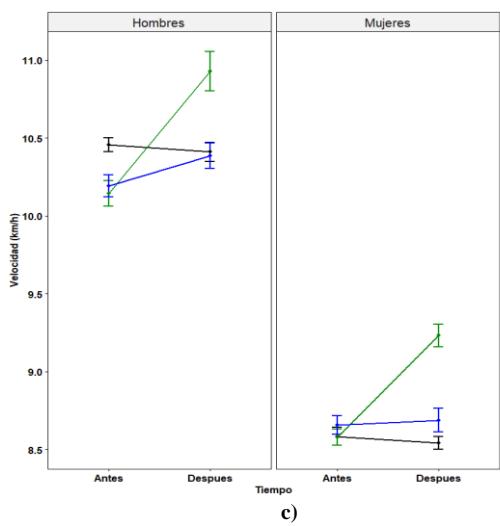
tratamiento para ambos sexos con el tipo de entrenamiento de HIIT.

Este no fue el caso para las otras variables de respuesta pues no hubo diferencias significativas de la interacción.

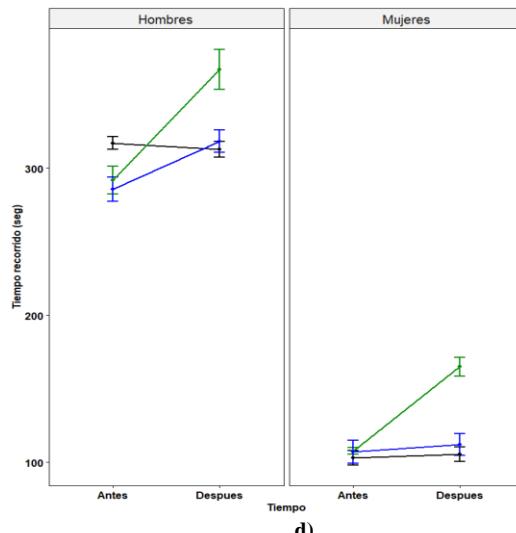
intervención realizada, se observa que tanto MICT como HIIT producen cambios y pueden mejorar la capacidad de los participantes sin importar su sexo, pero HIIT produjo mejores resultados. Otro aspecto que destacar en los grupos control es que, al no realizar actividad programada de ejercicio o acondicionamiento, hubo una reducción en las medias de las cuatro variables estudiadas para los hombres. Por el contrario, para las mujeres este comportamiento solo se observa en la reducción de la velocidad media.

Figura 1. Gráfico de interacciones entre los efectos para cada variable dependiente bajo estudio.





c)



d)

DISCUSIÓN

Nuestros resultados indicaron una respuesta significativa en la distancia y tiempo recorrido según el test de 20 m MST utilizado después de cuatro semanas de entrenamiento (dos sesiones por semana) en los grupos HIIT de hombres y mujeres respectivamente. En adelante, comparemos nuestros resultados con otros semejantes.

Nuestros hallazgos difieren con un estudio previo el cual evaluó jóvenes adultos usando el test de 20 m MSR, y que dio como resultado una distancia recorrida de $1341 \pm 383,4$ m para hombres y de $704,4 \pm 265,7$ m para mujeres (Secchi y García, 2013). En tal estudio, los sujetos fueron analizados para reconocer su capacidad aeróbica saludable o la existencia de un riesgo metabólico. A pesar del incremento en la distancia de nuestros sujetos al final del estudio, su desempeño aún se encuentra por debajo de un percentil de 20 para una población de adultos jóvenes (Carnethon et al., 2003). Esto lo clasifica con riesgos para la salud, debido a los bajos niveles de capacidad aeróbica. Por otra parte, Santander y García (2022) evaluaron la aptitud cardiorrespiratoria, en alumnas de educación física (EF) y mujeres estudiantes del profesorado de educación inicial (PEI) también utilizando el test de 20 m MSR. La distancia recorrida (m) fue de 815 ± 304 y $451,5 \pm 199$ respectivamente. Al examinar nuestros datos con respecto a estos últimos, existe correspondencia con el grupo PEI al final de nuestro estudio. Por el contrario, el grupo de mujeres de EF

no fue cercano a la distancia lo cual pudo ser debido al perfil físico de las alumnas.

Otros trabajos que han utilizado el HIIT y MCIT evidencian que estos métodos tienen distintas ventajas: mejoran la aptitud cardiorrespiratoria (Schaun et al., 2018), generan cambios de composición corporal (Wewege et al., 2017), y maximizan la salud a partir de la actividad física (Elmer et al., 2016). Por ejemplo, Soylu et al. (2021) demostraron una mejoría significativa en los grupos que realizaron un entrenamiento utilizando HIIT y MCIT, pues en hombres jóvenes activos se observó un incremento del 44,3% (1163 ± 151 m. vs 1666 ± 154 m.) y 30,2% (1074 ± 131 m. vs 1389 ± 122 m.) respectivamente, antes y después de 8 semanas. Al comparar nuestros datos con éstos, la distancia recorrida de Soylu y colaboradores fue mayor, en parte explicado porque sus sujetos de estudio eran jóvenes activos y la duración del entrenamiento. Iaia et al. (2006) reportaron que, tras 4 semanas de entrenamiento, en sujetos previamente entrenados en resistencia, tales individuos recorrieron 440 ± 58 m lo que representó un incremento del 19%. Su entrenamiento consistió en 8 repeticiones de 12 segundos de carrera al 95% de la velocidad máxima, con tres minutos de descanso. Hay que notar que estos valores son muy cercanos a lo que reportamos aquí, aunque el test fue diferente al nuestro, así como el tipo de HIIT implementado. Otros trabajos con duración de 4 semanas de entrenamiento han mostrado incremento en diversos indicadores (McRae et al., 2012; Kim & Choi, 2020).



De manera similar, se ha probado que un programa de 6 semanas de entrenamiento de alta intensidad utilizando un test específico como intervención y evaluación, durante dos veces por semana, mejora la distancia recorrida. Por ejemplo, Delahunt et al. (2013) detectaron una mejoría de 230 ± 38 m a 403 ± 152 m en una población de mujeres sedentarias. Aun cuando la duración del entrenamiento, la programación y el tipo de test utilizado fueron diferentes a nuestro estudio, tales resultados son semejantes a los nuestros. Krstrup et al. (2015) utilizaron un test intermitente para evaluar sujetos saludables no entrenados quienes mostraron un rendimiento de 665 ± 271 m. Al contrastar los datos con los nuestros, las cifras son bastante cercanas en la primera evaluación, aunque el tipo de evaluación fue diferente. De igual forma, Mohr et al. (2007) trabajó con sujetos saludables y no entrenados que participan en competiciones, y utilizó 8 semanas con 3 o 5 sesiones de entrenamiento. Un primer grupo realizó entrenamiento de velocidad (ST) (15 veces x 6 segundos de carrera al 95% velocidad máxima por 1 minuto de recuperación) y un segundo grupo realizó entrenamiento de resistencia a la velocidad (SET) (8 veces x 30 segundos de carrera al 130% del VO₂max por 90 segundos de recuperación). Ambos grupos se sometieron a un test intermitente. Los resultados antes y después al aplicar el ST y SET fueron de 483 ± 61 m vs 606 ± 72 m; y 520 ± 54 m. vs. 573 ± 62 m. con incrementos del $28,7 \pm 7,5\%$ y $9,9 \pm 2,4\%$ respectivamente. Si bien nuestros datos muestran mayor distancia recorrida, el efecto del incremento en porcentajes es mayor en nuestros grupos de HIIT en hombres (35,44%) y mujeres (14,29%).

Los resultados obtenidos con respecto al tiempo total empleado de la prueba de 20 m MSR. hasta la última etapa alcanzada fue significativa.

Los valores de esta variables han sido obtenidos en investigaciones de García y Secchi (2013) y García et al. (2013) en estudiantes de educación física en hombres y mujeres, el tiempo total empleado en la prueba de 20 m MSR fue $8,0 \pm 1,7$ y $4,5 \pm 1,3$; $7,7 \pm 1,7$ y $4,5 \pm 1,5$ respectivamente, al contrastar ambos estudios con respecto a nuestros resultados mostraron diferencias antes y después de la aplicación de 4 semanas de HIIT y MCIT en hombres y mujeres ($4,86 \pm 20$ y $6,11 \pm 21,6$; $1,90 \pm 5$ y $2,75 \pm 15$; $4,38 \pm 51,6$ y $5,33 \pm 41,6$; $1,73 \pm 11,66$ y $2,3 \pm 10$) respectivamente quizá esto fue debido a la muestra de

estudiantes fue diferente (estudiantes activos vs estudiantes sedentarios saludables), además ambos trabajos de investigación que comparamos fueron evaluados una sola vez en la prueba 20 m MSR.

El trabajo de investigación de García y Secchi. (2014) también expresa el total de tiempo empleado, a través de tres ejemplos en una plantilla de resultados para 20 m MSR. Como es evidente no logramos discutir ningún dato de los ejemplos, sin embargo este trabajo ha sido fundamental para evidenciar que esta variable puede ser aplicada en una propuesta interesante para delimitar el perfil aeróbico de los sujetos.

Para ello, se sugiere determinar las zonas de actividad física (AF) intensidad aeróbica clasificadas para la salud (ligera, moderada o vigorosa), para lograr la prescripción del ejercicio, basándonos en las directrices o pautas para la AF que están relacionadas con el índice de esfuerzo percibido, consumo de oxígeno, umbrales ventilatorios, umbrales de lactato o frecuencia cardiaca (Coates et al., 2023).

Esta propuesta orientaría la naturaleza de la AF con el objetivo de intentar orientar, mantener ó maximizar la salud de los universitarios con AF ligera, moderada o vigorosa. Considerando importante el tiempo total de la prueba de 20 m MSR en cada sujeto evaluado o grupo de sujetos investigados.

Se sugiere que una vez realizado el perfil aeróbico se utilice alguna de las escalas de la AF en combinación en el MCIT (Gibala et al., 2012) en el modelo tradicional para prescribir ejercicio (Vancini et al., 2017) o aplicar el HIIT con bajo volumen en km (Gibala et al., 2012), y periodos cortos de tiempo (Gripp et al., 2020).

Para mejor comprensión se ha construido un ejemplo: a) Se utilizará el tiempo final de un sujeto (hombre) del grupo HIIT quien completó la última etapa del test 20 m MSR con un tiempo de seis minutos. b) Utilizaremos tres escalas de AF (ligera, moderada y vigorosa). c) El tiempo total lo dividiremos en tres esto es debido a que existen tres escalas de AF. d) Se dividirá los seis minutos (tiempo total del test) entre tres (que son las escalas) y obtendremos el resultado, en este caso fue de dos (minutos), por lo tanto, a cada



escala de AF se le otorgaría dos minutos. f) Consideraremos la velocidad por km/h en la que el sujeto completo la última etapa del recorrido el test 20 m MSR, por lo tanto la propuesta de la aplicación de las escalas de AF sería de la siguiente forma: 11,5-11 km/h AF vigorosa; 10,5-9,5 km/h AF moderada y 9-8,5 km/h AF ligera. Este ejemplo de AF podría ser muy práctico para mejorar la salud y producir mejores prácticas para optimizar la aptitud cardiorrespiratoria.

Sin embargo, se necesita más investigación mediante diseños de estudio robustos para la predicción de la AF (ligera, moderada o vigorosa) que propone la OMS, a partir del tiempo total de la prueba de 20 m MSR. En un futuro se podría describir cómo utilizar en este contexto, sin embargo se deberá contrastarse con otras variables fisiológicas (Coates et al., 2023) para cerciorarse de ser aplicado adecuadamente y de esta forma prescribir la AF con diferentes métodos de entrenamiento o con el HIIT y el MICT.

En suma, desde una perspectiva metodológica, la aplicación del HIIT en una población sedentaria universitaria permitió observar un incremento importante de metros recorridos y tiempo total en la prueba 20 m SRT. En este sentido, dado que el nivel de capacidad aeróbica es bajo, hemos recomendado a los estudiantes a seguir ejercitándose para reducir riesgos de salud en el futuro (Shah et al., 2016). En consecuencia, tales índices podrían ser claves para el pronóstico de la expectativa del rango de vida y salud (Bacon et al., 2013). De igual manera, la prueba de 20 m SRT y ecuaciones (Przednowek et al., 2018), estiman la aptitud cardiorrespiratoria y brindan información significativa en la promoción de la actividad física y factores de riesgos en enfermedades cardiovasculares (Bonikowske et al., 2024). Cabe resaltar que los protocolos de HIIT y MCIT son dos enfoques comunes utilizados para mejorar múltiples beneficios de salud (Chang et al., 2024), en poblaciones universitarias (Wewege et al., 2017), sujetos saludables (Wu et al., 2023), jóvenes inactivos (Alansare et al., 2018; Dunston & Taylor, 2023) y universitarios inactivos (Chang et al., 2024).

Así mismo, es importante destacar que el HIIT ha sido reconocido como una alternativa más eficiente que MCIT (Gripp et al., 2020), para mejorar la capacidad cardiovascular, aumentar la masa muscular y reducir la grasa corporal en períodos más cortos (Wewege et al., 2017). Sin embargo, el MCIT sigue siendo una opción válida para sujetos inactivos, especialmente aquellos con limitaciones físicas o aquellos que prefieren un enfoque más gradual y menos intenso. Con este trabajo se abre una nueva posibilidad y perspectiva sobre el HIIT y MICT para la salud en estudiantes universitarios sedentarios.

CONCLUSIONES

A pesar de la evidencia existente sobre los beneficios de los protocolos HIIT (Boer et al., 2019; Lu et al., 2021; Yaku, 2024) y MCIT que se ha realizado en un entorno controlado (laboratorio) en diferentes poblaciones, es importante destacar que en la actualidad hay una falta de estudios que no utilizan un laboratorio. Sin embargo, desde una perspectiva de un escenario y entorno real (Chang et al., 2024), se podrían comparar el HIIT y el MCIT, y de igual forma controlar el volumen e intensidad eficiente para mejorar los marcadores cardio metabólicos de salud (Gripp et al., 2020; Coates et al., 2023).

Finalmente consideramos que los profesionales relacionados con la salud, el entrenamiento, ejercicio físico, y otros campos afines deben de tener muy en cuenta este tipo de protocolos para lograr seleccionar apropiadamente el HIIT o el MCIT para sus estudiantes o pacientes y así conocer cuáles efectos significativos podrían surgir al aplicar correctamente en cada uno de los sujetos.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Alejandro Córdova Aguilar por su guía durante la escritura de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abdi, H. (2010). The greenhouse-geisser correction. *Encyclopedia of research design*, 1(1), 544-548.
2. Alansare, A., Alford, K., Lee, S., Church, T., & Jung, H. C. (2018). The effects of high-



- intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on heart rate variability in physically inactive adults. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1508. <http://doi.org/10.3390/ijerph15071508>
3. Bacon, A. P., Carter, R. E., Ogle, E. A., & Joyner, M. J. (2013). VO₂max trainability and high intensity interval training in humans: a meta-analysis. *PloS one*, 8(9), e73182. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0073182>
 4. Blair, S. N., Kohl, H. W., Barlow, C. E., Paffenbarger, R. S., Gibbons, L. W., & Macera, C. A. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *Jama*, 273(14), 1093-1098. <http://doi.org/10.1001/jama.1995.03520380029031>
 5. Boer, P. H. (2019). Sprint interval training vs. high intensity interval training in untrained university students. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 41(3), 17-30.
 6. Bonikowske, A. R., Taylor, J. L., Larson, K. F., Hardwick, J., Ozemek, C., Harber, M. P., ... & Lavie, C. J. (2024). Evaluating current assessment techniques of cardiorespiratory fitness. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/14779072.2024.2363393>
 7. Bárcena, J. J. L., de Cossio Ortiz, M. G. G., & Gutiérrez, M. C. R. (2006). Actividad física en estudiantes universitarios: prevalencia, características y tendencia. *Medicina interna de México*, 22(3), 189-196.
 8. Candeaux, L. E., y Hernández, H. P. (2012). La condición física: Evolución histórica de este concepto. *Lecturas: Educación física y deportes*, (170), 5-5.
 9. Carnethon, M.R., Gidding, S.S., Nehgme, R., Sidney, S., Jacobs Jr., y Liu, K. (2003). Aptitud cardiorrespiratoria en adultos jóvenes y desarrollo de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares. *Jama*, 290 (23), 3092-3100. <http://doi.org/10.1001/jama.290.23.3092>
 10. Castro-Piñero, J., Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., Suni, J., & Ruiz, J. R. (2010). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 44(13), 934-943. <http://doi.org/10.1136/bjsm.2009.058321>
 11. Chang, M., Abdul Malik, A., & Hashim, H. A. (2024). Effect of Moderate Versus High-Intensity Interval Exercise Intervention on Exercise Motivation, Mental Health, and Quality of Life in Physically Inactive College Students. *Annals of Applied Sport Science, Ann Appl Sport Sci*, 12(S2) <http://doi.org/10.61186/aassjournal.1360>
 12. Coates, A. M., Joyner, M. J., Little, J. P., Jones, A. M., & Gibala, M. J. (2023). A perspective on high-intensity interval training for performance and health. *Sports Medicine*, 53(Suppl 1), 85-96. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01938-6>
 13. Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & science in sports & exercise*, 35(8), 1381-1395. <http://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453>
 14. Delahunt, E., Callan, L., Donohoe, J., Melican, R., & Holden, S. (2013). The Yo-Yo intermittent recovery test level 1 as a high intensity training tool: Aerobic and anaerobic responses. *Preventive medicine*, 56(5), 278-282. <http://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.01.010>
 15. Dunston, E. R., & Taylor, K. (2023). Psychological and Physiological Responses Across Six Weeks of HIIT and MICT in Previously Inactive, Young Adults. *International Journal of Exercise Science*, 16(5), 756.
 16. Durán, S., Valdés, P., Godoy, A., y Herrera, T. (2014). Hábitos alimentarios y condición física en estudiantes de pedagogía en educación física. *Revista chilena de nutrición*, 41(3), 251-259.



17. Elmer, D. J., Laird, R. H., Barberio, M. D., & Pascoe, D. (2016). Inflammatory, lipid, and body composition responses to interval training or moderate aerobic training. *European journal of applied physiology*, 116, 601-609. DOI <http://doi.org/10.1007/s00421-015-3308-4>
18. Esfandiari, S., Sasson, Z., & Goodman, J. M. (2014). Short-term high-intensity interval and continuous moderate-intensity training improve maximal aerobic power and diastolic filling during exercise. *European journal of applied physiology*, 114, 331-343. DOI <http://doi.org/10.1007/s00421-013-2773-x>.
19. García, A. M. G., Bermúdez, S. R., y Aguirre, O. D. (2016). Calidad científica de las pruebas de campo para el cálculo del VO₂max. Revisión sistemática. *Revista Ciencias de la salud*, 14(2), 247-260. DOI <http://doi.org/10.12804/revsalud14.02.2016.09>
20. García-Artero, E., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Mesa, J. L., Delgado, M., González-Gross, M., ... y Castillo, M. J. (2007). El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). *Revista española de Cardiología*, 60(6), 581-588. DOI <https://doi.org/10.1157/13107114>
21. García-Soidán, J. L., y Fernández, D. A. (2011). Valoración de la condición física saludable en universitarios gallegos. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 11(44), 781-790.
22. Garzón, M. J. C., Porcel, F. B. O., & Ruiz, J. R. (2005). Improvement of physical fitness as anti-aging intervention. *Medicina clínica*, 124(4), 146-155. DOI <http://doi.org/10.1157/13071011>
23. García, G.C., y Secchi, J.D. (2013). Relación entre las velocidades finales alcanzadas en la Course Navette de 20 metros y la prueba MAS-EVAL. Una propuesta para predecir la velocidad aeróbica máxima. *Apunts Sports Medicine*, 48 (177), 27-34.
24. García, G. C., Secchi, J. D., & Cappa, D. F. (2013). Comparación del consumo máximo de oxígeno predictivo utilizando diferentes test de campo incrementales: UMTT, VAMEVAL y 20m-SRT. *Arch Med Deporte*, 155, 156-62.
25. García, G. C., & Secchi, J. D. (2014). Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 49(183), 93-103.
26. Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*, 590(5), 1077-1084.
27. González, A., y Achiardi, Ó. (2016). Relación entre capacidad aeróbica y variables antropométricas en mujeres jóvenes físicamente inactivas de la ciudad de Concepción, Chile. *Revista chilena de nutrición*, 43(1), 18-23.
28. Gripp, F., Nava, R. C., Cassilhas, R. C., Esteves, E. A., Magalhães, C. O. D., Dias-Peixoto, M. F., ... & Amorim, F. T. (2020). HIIT is superior than MICT on cardiometabolic health during training and detraining. *European journal of applied physiology*, 121, 159-172. DOI <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04502-6>
29. 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*, 20(6), 4741. DOI <http://doi.org/10.3390/ijerph20064741>
30. Hottenrott, K., Ludyga, S., & Schulze, S. (2012). Effects of high intensity training and continuous endurance training on aerobic capacity and body composition in recreationally active runners. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 483-488.
31. Iaia, F. M., Kolding, H., Gunnarsson, T., Wendell, J., Rostgaard, T., Nybo, L., ... & Bangsbo, J. (2006). Change to anaerobic training improves running economy and high intensity exercise performance in endurance runners. In 11. annual Congress of the



- European College of Sport Science: book of abstracts (pp. 212-213). Sportverlag Strauss.
32. Kassambara, A. (2023). *ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots*. doi:10.32614/CRAN.package.ggpubr
33. Kassambara, A. (2023). *rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests*. doi:10.32614/CRAN.package.rstatix
34. Keating, S. E., Johnson, N. A., Mielke, G. I., & Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity reviews*, 18(8), 943-964. doi: 10.1111/obr.12536
35. Keselman, H. J., Algina, J., & Kowalchuk, R. K. (2001). The analysis of repeated measures designs: a review. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 54(1), 1-20. <https://doi.org/10.1348/000711001159357>
36. Kessler, H. S., Sisson, S. B., & Short, K. R. (2012). The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports medicine*, 42(6), 489-509. <https://doi.org/10.2165/11630910-000000000000-00000>
37. Kim, C., & Choi, H. E. (2020). The effect and safety of aerobic interval training according to exercise intensity in acute coronary syndrome. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 40(3), 178-182. <http://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000455>
38. Krstrup, P., Bradley, P. S., Christensen, J. F., Castagna, C., Jackman, S., Connolly, L., ... & Bangsbo, J. (2015). The Yo-Yo IE2 test: physiological response for untrained men versus trained soccer players. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(1), 100-108.
39. Legér, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sport science.*; 6(2):93-101. <http://doi.org/10.1080/02640418808729800>
40. Lu, Y., Wiltshire, H. D., Baker, J. S., & Wang, Q. (2021). The effects of running compared with functional high-intensity interval training on body composition and aerobic fitness in female university students. *International journal of environmental research and public health*, 18(21), 11312. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111312>
41. López, L. I. G. (2016). Actividad física habitual de los alumnos de octavo semestre de la Facultad de Educación Física. *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, 1(1), 80-99.
42. Maturana, F. M., Schellhorn, P., Erz, G., Burgstahler, C., Widmann, M., Munz, B., ... & Nieß, A. M. (2021). Individual cardiovascular responsiveness to work-matched exercise within the moderate-and severe-intensity domains. *European Journal of Applied Physiology*, 121, 2039-2059. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04676-7>
43. Mauchly, J. W. (1940). Significance Test for Sphericity of a Normal n-Variate Distribution. *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(2), 204–209. <http://www.jstor.org/stable/2235878>
44. Mazurek, K., Krawczyk, K., Zmijewski, P., Norkowski, H., & Czajkowska, A. (2014). Effects of aerobic interval training versus continuous moderate exercise programme on aerobic and anaerobic capacity, somatic features and blood lipid profile in collegiate females. *Annals of agricultural and environmental medicine*, 21(4).
45. McRae, G., Payne, A., Zelt, J. G., Scribbans, T. D., Jung, M. E., Little, J. P., & Gurd, B. J. (2012). Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(6), 1124-1131. <http://doi.org/10.1139/H2012-093>
46. Miles, L. (2007). Physical activity and health. *Nutrition bulletin*, 32(4), 314-363.
47. Mohr, M., Krstrup, P., Nielsen, J. J., Nybo, L., Rasmussen, M. K., Juel, C., & Bangsbo, J. (2007). Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 292(4), <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00251.2006>



48. Morenilla-Burló, L. y Iglesias-Soler E. (2012). Relación entre hábitos de práctica deportiva y condición física en adolescentes de Galicia. *Apunts. Educación física y deportes*, 1(107), 24-34. [http://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/1\).107.02](http://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/1).107.02)
49. Moreno-Arrebola, R., Puertas-Molero, P., Castañeda-Vázquez, C., y Castro-Sánchez, M. (2019). Insuficiente adherencia al ejercicio físico de universitarios. Una revisión sistemática. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 8(1), 39-50.
50. Muñoz-Luna, J. A., Po-Flórez, N. P., Herrera-Espinoza, M. A., y Villarreal-Ramos, E. E. (2021). Condición física, composición corporal, insomnio y calidad de sueño en deportistas universitarios. *Revista Biumar*, 5(1), 44-58.
51. Ortiz-Pulido, R., Ortiz-Pulido, R., & Ortiz-Pulido, R. (2018). Consumo máximo de oxígeno en mexicanos universitarios: Correlación entre cinco test predictivos. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 18(71), 521-535.
52. Osipov, A., Potop, V., Nagovitsyn, R., Zemba, E., Knyazev, A., Orlova, I., Ratmanskaya, T., & Iermakov, S. (2020). Indicators of physical activity and fitness of male students at Russian universities. *Physical education of students*, 24(1), 40–46. <https://doi.org/10.15561/20755279.2020.0105>
53. Przednowek, K., Barabasz, Z., Zadarko-Domaradzka, M., Przednowek, K. H., Nizioł-Babiarz, E., Huzarski, M., ... & Zadarko, E. (2018). Predictive modeling of VO₂max based on 20 m shuttle run test for young healthy people. *Applied Sciences*, 8(11), 2213. <http://doi.org/10.3390/app8112213>
54. Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., & Coombes, J. S. (2015). The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine*, 45, 679-692. <http://doi.org/10.1007/s40279-015-0321-z>
55. Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C. A. (1988) progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Brit. J. Sports Med.*, 22(4):141-144. <https://doi.org/10.1136/bjsm.22.4.141>
56. R Core Team. (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
57. Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjöström, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 43(12), 909-923. <http://doi.org/10.1136/bjsm.2008.056499>
58. Ruiz, J., España Romero, V., Castro Piñero, J., Artero, E., Cuenca García, M., Jiménez Pavón, D., Chillón, P., Girela Rejón, M., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. (2011). Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 1210–1214.
59. Ruiz, J. R., Cavero-Redondo, I., Ortega, F. B., Welk, G. J., Andersen, L. B., & Martinez-Vizcaino, V. (2016). Cardiorespiratory fitness cut points to avoid cardiovascular disease risk in children and adolescents; what level of fitness should raise a red flag? A systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 50(23), 1451-1458. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095903>
60. Sabag, A., Barr, L., Armour, M., Armstrong, A., Baker, C. J., Twigg, S. M., ... & Johnson, N. A. (2022). The Effect of High-intensity Interval Training vs Moderate-intensity Continuous Training on Liver Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 107(3), 862-881. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgab795>
61. Santander, M. D., y García, G. C. (2022). Resistencia cardiorrespiratoria saludable en estudiantes mujeres de educación superior. *Educación Física y Deporte*, 41(1), 1-18. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e339603>



62. Schaun, G. Z., Pinto, S. S., Silva, M. R., Dolinski, D. B., & Alberton, C. L. (2018). Whole-body high-intensity interval training induce similar cardiorespiratory adaptations compared with traditional high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in healthy men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2730-2742. <http://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002594>.
63. Secchi, J. D., & García, G. C. (2013). Aptitud física cardiorrespiratoria y riesgo cardio-metabólico en personas adultas jóvenes. *Revista Española de Salud Pública*, 87, 35-48.
64. Shah, R. V., Murthy, V. L., Colangelo, L. A., Reis, J., Venkatesh, B. A., Sharma, R., ... & Lima, J. A. (2016). Association of fitness in young adulthood with survival and cardiovascular risk: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) study. *JAMA internal medicine*, 176(1), 87-95. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.6309>
65. Soylu, Y., Arslan, E., Sogut, M., Kilit, B., & Clemente, F. M. (2021). Effects of self-paced high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on the physical performance and psychophysiological responses in recreationally active young adults. *Biology of Sport*, 38(4), 555. <https://doi.org/10.1016/j.biosport.2021.100359>
66. Sultana, R. N., Sabag, A., Keating, S. E., & Johnson, N. A. (2019). The effect of low-volume high-intensity interval training on body composition and cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(11), 1687-1721. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01167-w>
67. Vancini, R. L., Rayes, A. B. R., Lira, C. A. B. D., Sarro, K. J., & Andrade, M. S. (2017). Pilates and aerobic training improve levels of depression, anxiety and quality of life in overweight and obese individuals. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 75, 850-857.
68. Valero, G. G., Ortega, F. Z., Mata, S. S., Cortés, A. J. P., Molero, P. P., y Cuberos, R. C. (2018). Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (34), 395-402. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.58278>
69. Viana, R. B., Naves, J. P. A., Coswig, V. S., De Lira, C. A. B., Steele, J., Fisher, J. P., & Gentil, P. (2019). Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *British journal of sports medicine*, 1-12. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099928>
70. Wewege, M., Van Den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews*, 18(6), 635-646. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>
71. Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Retrieved from <https://ggplot2.tidyverse.org>
72. Williams, P. T. (2001). Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(5), 754. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00012>
73. William R. (2025). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=psych>
74. Wu, Q., Niu, X., Zhang, Y., Song, J., & Chi, A. (2023). A comparative study of inhibition function between high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in healthy people: a systematic review with meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 2859. <https://doi.org/10.3390/ijerph20042859>



75. Yaku, W. R. (2024). Effects of blocked and periodic interval training on cardiorespiratory fitness and affective responses among college students (Master's thesis, Washington State University). 161 pp.