

HIIT y su influencia sobre el VO₂max en estudiantes de fisioterapia HIIT and its influence on VO₂max in physiotherapy students

Verónica Potosí-Moya, Ronnie Paredes-Gómez, Ximena Durango-Sánchez
Universidad Técnica del Norte (Ecuador)

Resumen. Se ha evidenciado la importancia del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) y su influencia en el consumo de VO₂máx en las personas. Considerando que la tendencia actual de la fisioterapia radica en la periodización de ejercicio terapéutico y la puesta en práctica de esta, es necesario la adherencia del mismo a programas de entrenamiento que garanticen el buen estado físico del profesional de fisioterapia. El objetivo general del estudio fue describir como el HIIT puede incidir sobre el VO₂máx en estudiantes de la carrera de fisioterapia en la Universidad Técnica del Norte en Ecuador. Se utilizó un diseño cuasiexperimental, pre y post-test, de tipo cuantitativo; con una muestra de 66 sujetos divididos en GE (31) y GC (35); los cuales fueron evaluados en forma inicial y final a través del Test de Cooper, calculando el VO₂max; el GE recibió instrucciones para realizar HIIT programados para 8 semanas y el GC mantuvo sus actividades habituales. Los datos fueron analizados utilizando la prueba de T para muestras relacionadas. Se registró un aumento significativo ($P < 0,01$) de la distancia recorrida y del VO₂max en relación de la distancia y del VO₂max del grupo control ($P > 0,01$). Se concluye que el HIIT puede mejorar los niveles de VO₂max en los estudiantes de fisioterapia, genera beneficios en la disminución de la frecuencia cardíaca máxima, sin embargo, los niveles de IMC se mantienen iguales.

Palabras Clave: HIIT, VO₂max, estudiantes, fisioterapia

Abstract. The importance of high intensity interval training (HIIT) and its influence on VO₂max consumption in people has been evidenced. Considering that the current trend in physiotherapy lies in the periodization of therapeutic exercise and its implementation, it is necessary to adhere to training programs that guarantee the physical fitness of the physiotherapy professional. The general objective of the study was to describe how HIIT can affect VO₂max in physiotherapy students at the Técnica del Norte University in Ecuador. A quasi-experimental pre- and post-test quantitative design was used; with a sample of 66 subjects divided into EG (31) and CG (35); which were evaluated initially and finally through the Cooper Test, calculating the VO₂max; the GE was instructed to perform HIIT scheduled for 8 weeks and the GC maintained their usual activities. Data were analyzed using the T-test for related samples. There was a significant increase ($P < 0.01$) in distance traveled and VO₂max in relation to distance and VO₂max in the control group ($P > 0.01$). It is concluded that HIIT can improve VO₂max levels in physiotherapy students, generates benefits in lowering maximum heart rate, however, BMI levels remain the same.

Keywords: HIIT, VO₂max, students, physiotherapy

Fecha recepción: 01-02-24 Fecha de aceptación: 26-02-24

Verónica Potosí-Moya
vjpotosi@utn.edu.ec

Introducción

La Organización Mundial de la Salud recomienda realizar actividad física de intensidad moderada a vigorosa durante al menos 60 minutos al día o más. Se sugiere dedicar al menos 3 días a la semana a ejercicios que incluyan fortalecimiento muscular y óseo. Estas recomendaciones son aplicables a personas de todas las edades, géneros, razas, orígenes étnicos o niveles actuales de condición física. Un estudio exhaustivo realizado en 24 países reveló que los adultos jóvenes, comprendidos entre 18 y 30 años, que practicaban actividad física experimentaban un mayor nivel de satisfacción y felicidad, así como una percepción positiva de su estado de salud (Hosker et al., 2019), (An et al., 2020), (Carballo-Fazanes et al., 2020).

Sin importar la edad, el género o el nivel socioeconómico, se evidencia que la principal barrera para involucrarse en la práctica regular de ejercicio es la limitación de tiempo. (Kul et al., 2022). Esta razón fundamental explica porque muchos estudiantes universitarios no incorporan la actividad física en su rutina diaria.

El consumo de oxígeno (VO₂) en todo el organismo se interpreta como la necesidad de oxígeno por parte de los músculos activos; mismo que se produce porque la mayor parte de la energía, es decir, el ATP, utilizada durante el

ejercicio de resistencia (aeróbico), se regenera en las mitocondrias mediante el metabolismo oxidativo. A medida que la intensidad se acerca a niveles máximos, el VO₂ alcanza una meseta que no se ve afectada por aumentos adicionales en la intensidad del ejercicio. A esta meseta se le denomina volumen máximo de oxígeno (VO₂máx). El VO₂máx representa la velocidad máxima a la cual se puede regenerar el ATP a través de procesos aeróbicos, y establece una limitación para la tolerancia al ejercicio (Santisteban et al., 2022).

Para evaluar el VO₂máx, se emplea comúnmente la prueba de esfuerzo máxima con medición de gases (ergoespirometría) como el estándar de referencia. No obstante, existen opciones más económicas y viables que demuestran una confiabilidad y buena consistencia interna como el test de Cooper (Galvis Rincón et al., 2020). Esta prueba se utiliza para estimar el VO₂máx basado en la distancia total recorrida. Es una prueba sencilla que implica 12 minutos de carrera en pista con esfuerzo máximo a su propio ritmo y proporciona una buena evaluación de este indicador, la velocidad aeróbica máxima (MAS) y una predicción razonable del tiempo de media maratón (Lu et al., 2022).

El VO₂máx, puede mejorar con el entrenamiento; investigaciones previas manifiestan que el entrenamiento a intervalos de alta intensidad (HIIT) se ha propuesto como una

forma de ejercicio eficiente en términos de tiempo, superando hasta tres veces al entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT) tradicional y produciendo mejoras cardiovasculares y metabólicas en menos tiempo que el MICT (Martland et al., 2020), mencionando que también el entrenamiento de HIIT contrarresta la obesidad en edades avanzadas mejorando su condición y el porcentaje de grasa corporal (Syamsudin et al., 2023).

Las respuestas fisiológicas al HIIT pueden variar según varios factores, tales como: la intensidad de cada sesión de ejercicio ($\geq 85\%$ de la frecuencia cardíaca máxima), la duración de cada sesión, los períodos de descanso activo o inactivo después de cada serie (frecuencia cardíaca a $\leq 70\%$ de la FC_{máx}), entre otros. Se ha observado que una relación de trabajo y descanso de 2:1 resulta en un mayor déficit de oxígeno acumulado en comparación con otras proporciones, como 1:1 o 1:2. Investigaciones previas ha indicado que el intervalo HIIT más eficaz y de menor duración emplea una proporción de trabajo-descanso de 20 segundos de actividad seguidos por 10 segundos de descanso, también conocido como 20-10-HIIT (Martland et al., 2020), (Muddle & Dmjenkins, 2019), (Kul et al., 2022).

En el 2021, investigaciones realizadas, manifiestan que este tipo de entrenamientos mejora la capacidad cardiovascular y cardiorrespiratoria de quien lo practica incidiendo directamente sobre el reclutamiento de fibras tipo I y II, la utilización de sustratos energéticos y la mejora del VO₂máx. (de Oliveira-Nunes et al., 2021). Además, tiene incidencia sobre la composición corporal, la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el metabolismo de los lípidos en sangre; incluyendo su contribución en la reducción del exceso de adiposidad, la mejora de la fuerza de agarre, fuerza de espalda y flexibilidad en estudiantes universitarios (Hu et al., 2022), (Wang et al., 2023).

Los estudiantes al llegar a la universidad sufren cambios en su estilo de vida. Se ha demostrado altos niveles de sedentarismo e inactividad física debido a que sus rutinas diarias se caracterizan por actividades sedentarias como asistir a conferencias, clases, seminarios y estudiar. Por ende, no resulta sorprendente que la prevalencia del comportamiento sedentario parezca ser considerablemente superior en estudiantes universitarios en comparación con la media mundial (Flores Paredes, 2020), (Edelmann et al., 2022)

Los estudiantes de medicina mencionan carecer de tiempo para realizar ejercicio físico, razón por la cual el HIIT se presenta como una opción de entrenamiento conveniente. Este método demanda un espacio y tiempo reducidos, a la vez que ofrece una intensidad elevada, impactando positivamente en la capacidad de reacción y en la mejora del VO₂máx de aquellos que lo incorporan en su rutina, favoreciendo también al rendimiento cognitivo de los mismos (Dian Rahma Saphira et al., 2021) (Ayu Octaviani et al., 2021). En la Universidad Pública de Cali, se observó que los estudiantes de fisioterapia que se encontraban en semestres académicos avanzados (cuando comenzaban sus prácticas profesionales) experimentaban una disminución en los niveles de actividad física; sin embargo, se registró un

aumento en la actividad física durante los primeros semestres. (Cortes et al., 2021).

Al dirigir nuestra atención a este grupo específico, es esencial resaltar la importancia del desarrollo integral de habilidades tanto cognitivas como físicas entre los estudiantes de Fisioterapia. Esto engloba aspectos de resistencia, siendo componentes importantes en la mejora del rendimiento clínico (Gómez Ramírez et al., 2021).

El empleo de actividad física, especialmente mediante el entrenamiento de fuerza, emerge como una opción prometedora para mejorar la capacidad laboral y prevenir la disminución de la salud y aptitud física en trabajadores con trastornos musculoesqueléticos y en roles laborales físicamente demandantes. Un estudio llevado a cabo en 2022 incluyó una muestra de fisioterapeutas españoles a quienes se les administró el Índice de Capacidad Laboral (WAI, por sus siglas en inglés) y un cuestionario sobre su participación en entrenamiento de fuerza durante su tiempo libre, se encontró que en relación con la intensidad del entrenamiento, aquellos fisioterapeutas que realizaron entrenamiento de alta intensidad ($> 80\%$ de su repetición máxima, 1RM) exhibieron la asociación más marcada con una capacidad de trabajo sobresaliente. Por el contrario, el ejercicio a intensidades más bajas ($< 50\%$ 1RM y 60-70% 1RM) no mostró una asociación significativa con niveles excelentes de capacidad de trabajo (Calatayud et al., 2022).

Un estudio transversal que involucró a 3000 trabajadores con ocupaciones físicamente exigentes llegó a la conclusión de que el tiempo dedicado a la actividad física de alta intensidad durante el tiempo libre estaba vinculado de manera positiva con la capacidad laboral. Asimismo, los investigadores observaron que aquellos que participaban en ≥ 5 horas de actividad física de alta intensidad por semana presentaban, en promedio, 8 puntos más de capacidad laboral en comparación con aquellos que no realizaban tales actividades (Calatayud et al., 2022).

La efectividad del ejercicio está ligada al grado de seguimiento del plan de ejercicio prescrito. Un estudio realizado en el 2018 en donde se analizó exhaustivamente 72 tratamientos con ejercicios para el dolor lumbar reveló que, al promover la adherencia para alcanzar una alta frecuencia de ejercicio, se observaron mejoras significativas en las puntuaciones de dolor en comparación con frecuencias más bajas de ejercicio. Un mayor cumplimiento con el programa de ejercicio puede resultar en una mejora tanto en los niveles de dolor como en la función física de los pacientes en general (Bailey et al., 2018).

Además de la adherencia al ejercicio, hay aspectos claves dentro del proceso de rehabilitación como lo es la alianza terapéutica. Desarrollar una relación terapéutica sólida y positiva, conocida también como "alianza de trabajo", es de gran valor para abordar los aspectos psicosociales del dolor. Aunque es un concepto ampliamente reconocido en el ámbito de la psicología, recientemente ha empezado a recibir atención en otras disciplinas médicas. La alianza terapéutica se centra en establecer una conexión sólida para aumentar la motivación del paciente y su compromiso con el plan de

tratamiento (Kinney et al., 2020). La función de los fisioterapeutas es establecer un vínculo y comprender a la persona que busca tratamiento involucra compartir experiencias personales, resaltando la importancia de integrar la educación temprana en un contexto biopsicosocial tanto en los programas de pregrado como de posgrado en fisioterapia (Søndenå et al., 2020); por lo que se cree necesario que desde su formación consideren al ejercicio físico como una herramienta en los procesos de intervención, generando el hábito de autocuidado y práctica de actividad física desde su ingreso a la carrera de pregrado (Roldán-González et al., 2022).

Dada la necesidad de mantener niveles de actividad física moderada a vigorosa, los entrenamientos del tipo HIIT se presentan como una opción beneficiosa dentro de esta población estudiantil. Por lo que se plantea como objetivo de estudio desarrollar un plan de entrenamiento enfocado a garantizar el buen estado físico de los estudiantes de la Universidad Técnica del Norte en Ecuador, mediante un entrenamiento de Intervalo de Alta Intensidad (HIIT), con el fin de evaluar los cambios producidos por el mismo, entre la fase pre y post test.

Material y Métodos

Diseño de Estudio

La investigación es de tipo cuantitativa, con un enfoque cuasiexperimental, pre y post-test, pues a través del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en estudiantes de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica del Norte en Ecuador, se buscó identificar si en dos periodos de tiempo, el VO₂max puede variar, según la hipótesis establecida.

Hipótesis

Hipótesis alterna (H_a): El entrenamiento tipo HIIT aumenta el VO₂max de los estudiantes de fisioterapia

Hipótesis nula (H₀): El entrenamiento tipo HIIT no aumenta el VO₂max de los estudiantes de fisioterapia

Participantes

Se convocó a los estudiantes de Fisioterapia desde segundo a octavo semestre, durante el 2022, que cumplieron los siguientes criterios de selección: (1) Estudiantes matriculados en la carrera de Fisioterapia. (2) Estudiantes que realicen actividad física entre una y tres veces por semana (que incluye actividades de gimnasio, atletismo y complementación deportiva dentro de la misma institución) (3) Que no transiten por enfermedades traumatológicas ni cardiorrespiratorias. (4) Aquellos que tengan disponibilidad de tiempo y puedan asistir a las evaluaciones y los entrenamientos. Obteniendo a 85 estudiantes elegibles y a través de un muestreo aleatorio simple (5% de error y 95% de nivel de confianza), finalmente se trabajó con una muestra de 70 sujetos. La muestra se dividió en dos grupos, un grupo control (GC) que realizó sus actividades habituales, y un grupo experimental (GE) que recibió el entrenamiento planificado

tipo HIIT. Cabe recalcar que durante el proceso de evaluación salieron 4 estudiantes (mismos que habían transitado una enfermedad, lesión o alguna situación personal) (figura 1).

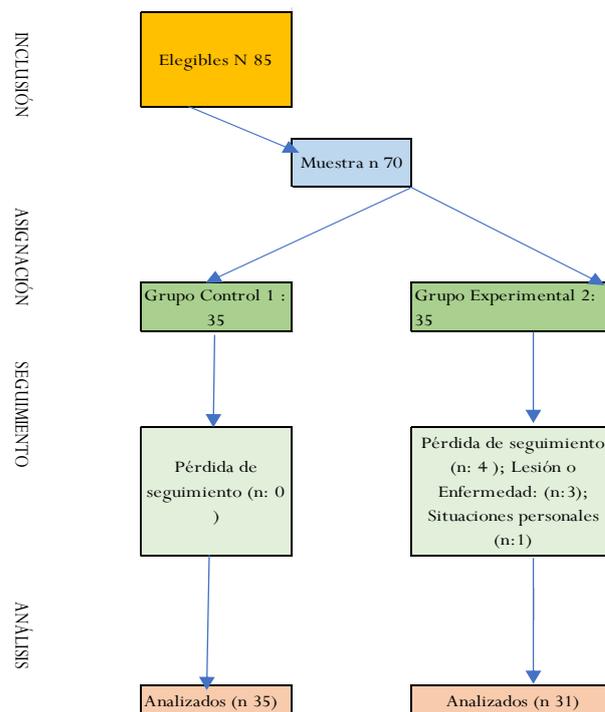


Figura 1. Flujograma de participación

El grupo de estudio se constituyó por 66 sujetos divididos: grupo control GC 35 estudiantes y grupo experimental GE por 31 estudiantes.

Instrumentos

Frecuencia Cardíaca Máxima: El estimado se realizó a través de la ecuación $207 - 0,7 \times \text{edad}$ (Gellish et al., 2007), durante la ejecución de la prueba se observaron también criterios como agotamiento, incapacidad para mantener la velocidad, observando (Sietsema & Rossiter, 2023) que los evaluados llegaron a ejecutar la prueba en un 95 a 100% de su VO₂max.

Índice de Masa Corporal: se determinó a través del peso(kg)/talla(m)². Se utilizó la clasificación de la OMS (Galán et al., 1999)

Test de Cooper: Mide la aptitud física, al recorrer 12m de carrera, registrando la distancia máxima del recorrido en metros (Dmítrievich, 2021).

VO₂max: Se derivó de la realización del test de Cooper, a través de la ecuación: $\text{VO}_2\text{max} (\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = (22.351 \times \text{distancia recorrida en kilómetros}) - 11.288$ (Penry et al., 2011).

Borg CR-10: la carga de entrenamiento se midió a través de la escala de esfuerzo percibido (RPE), con categorías de 0 a 10 desarrolladas por Borg-CR10, basadas en la producción de potencia máxima subjetiva con categorías fáciles menor a 5, moderadas entre 5 y 7,5 y duro mayor a 8,5, con una fiabilidad de 0,76 (Arney et al., 2019).

Intervención y procedimiento

La intervención tiene una duración de 10 semanas dividiéndose a su vez en: pre-test, entrenamiento y post-test:

Pre-test: Los participantes fueron reunidos y se les socializó la investigación y el consentimiento informado, para la respectiva autorización.

Se capacitó a 8 estudiantes del último año de formación en fisioterapia considerados “auxiliares” en el estudio, que se encargaron de tomar datos iniciales, nombres edad, talla, peso, IMC, distancia recorrida en el test de Cooper y asistieron a los investigadores con el entrenamiento. Cabe mencionar que el encargado de las capacitaciones fue uno de los investigadores quien tiene formación en entrenamiento deportivo. A cada auxiliar se le responsabilizó entre 6 a 8 estudiantes para el seguimiento respectivo.

Se realizó una prueba piloto para estimar el tiempo de la entrevista y de la ejecución de la prueba, estableciendo un tiempo aproximado de 40 minutos de duración.

Entrenamiento: La intervención tiene una duración de 10 semanas, donde la semana 1 está destinada a la evaluación inicial, las 8 siguientes a la realización del HIIT y la semana 10 está destinado a la evaluación final.

Semana 1: Se estableció el tiempo de una semana para la toma de datos y la realización de la prueba física. Posterior, se realizó un sorteo aleatorio para definir el grupo control y grupo experimental.

Una vez establecido el grupo experimental, los auxiliares se reunían con sus entrenados en horarios de la mañana 3 veces por semana (Tabla 1 y Gráfico 1). Quienes también se encargaban de monitorear al grupo control, que continuaron con sus actividades habituales y se programaron encuentros por la tarde para mantener el seguimiento mediante el control rutinario (signos vitales, frecuencia cardíaca a través del reloj Polar Ft1 Heart Rate Monitor y RPE). Esta acción la consideraron los investigadores para conseguir adhesión de este grupo al estudio y evitar la pérdida de datos y abandono del entrenamiento.

Se planificó iniciar el entrenamiento en la semana 2 y concluirlo en la semana 9. Los procesos de entrada en calor (E.c) y vuelta a la calma (V.c) tuvieron una duración de 5 minutos; el entrenamiento consistía en correr 20 metros, 4 series, con 10 repeticiones, subiendo una serie y una repetición cada semana; la intensidad se la controló a través del tiempo de ejecución de cada repetición (R), siendo esta de 10 segundos aproximadamente durante la primera semana; para individualizar la intensidad se realizó un promedio general de los participantes para un estimado de la frecuencia cardíaca máxima (F.C.Max), iniciando al 80% de sus capacidad en las semanas iniciales con 130p/m, llegando a un pico aproximado del 100% con 150 p/m, en la semana 6 se descendiendo la intensidad a partir de la semana 7 a la 9, estos monitorearon la intensidad mediante el control rutinario explicado anteriormente; las micropausas de 15 segundos realizada de forma activa a través de caminatas y las macropausas de 20 segundos (Tabla 1 y Grafico 1). Se midió el RPE de cada sujeto 30 después de completar cada sesión

de entrenamiento con una escala de 0 a 10, sacando un promedio general por cada semana (Arney et al., 2019).

Tabla 1.

Entrenamiento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E.c /m		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
F.C.Max l/m		130	135	140	145	150	145	140	130		
Series		4	5	6	7	8	8	7	6		
# rep/m		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
R	Pre-test	10	11	12	13	14	14	13	12		
t/ s		10	10	9	9	8	8	9	10		
Micropausa"		15	15	15	15	15	15	15	15		
Macropausa		2	2	2	2	2	2	2	2		
V. c/m		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
V.T		800	1100	1440	1820	2240	2240	1820	1440		
Total, minutos		27	32	37	40	48	48	40	37		

E.c /m: entrada en calor en minutos; F.C: Max: frecuencia cardíaca máxima en latidos por minuto; # rep/m: Volumen recorrido por repetición, en metros; R: repeticiones; tiempo de la repetición en segundos; t/s; “: segundos; minutos; V.c/m: vuelta a la calma en minutos; VT: volúmenes recorridos total en metros



Gráfico 1. Esquema del entrenamiento

•Post-test: Transcurrido el tiempo determinado los sujetos de estudio tanto del GC y GE fueron convocados para la evaluación final donde se volvió a tomar los mismos parámetros del pre-test.

Análisis Estadístico

Se presenta una base de en el paquete estadístico SPSS Statistics versión 21. Detallando los resultados de la siguiente manera, la variable cualitativa de genero se presentan en frecuencias (f) y porcentajes (%); las variables cuantitativas de edad en años, IMC (kg/m^2), frecuencia cardíaca máxima (F_{cmax}), RPE, distancia (m) y VO₂max ($\text{ml}/\text{kg}/\text{m}$), se presentan en valores promedios y desviación estándar.

Para estadística inferencial, se aplicó la prueba Kolmogórov-Smirnov, identificado datos paramétricos, utilizando la prueba de T de student para diferencias de medias relacionadas e independientes.

El valor de significancia de la prueba es $P = < 0,05$. Si es menor se rechaza la hipótesis nula y si es mayor se acepta la hipótesis alternativa.

Resultados

Los participantes presentan una edad promedio de 21 años, con un IMC dentro del rango considerado normal, ejecutando una distancia de 1600mts aproximadamente durante la evaluación, partiendo de un VO₂max entre los 31,6

y 33,4 ml/kg/m, No se encontraron diferencias significativas de manera inicial entre el GE y GC, de las variables IMC, Fcmax, Distancia y VO2max (ml/kg/min) (Tabla 2).

Tabla 2.

Características Iniciales Pre-test

Genero	Control	Experimental	P
Femenino	33,3% (22)	40,9% (27)	-
Masculino	13,6% (9)	12,1% (8)	-
Edad (años)	21,3 ± 1,6	21,5 ± 1,4	0,96
IMC (kg/m ²)	23,2 ± 2,3	23,8 ± 2,6	0,86
FC máx.	147,6 ± 19,4	142,4 ± 25,5	0,06
Distancia (m)	1604,1 ± 107,5	1668,8 ± 133,3	0,77
VO2max (ml/kg/m)	31,6 ± 2,8	33,4 ± 3,5	0,77

Prueba T para muestras independientes de edad, índice de masa corporal kg/m² (IMC), Frecuencia cardíaca máxima, distancia recorrida en el test de Cooper en metros y volumen máximo de oxígeno; valores medios y ± desviación estándar; P= <0,05.

El RPE semanal para el GE (barras negras) y el GC (barras grises) durante cada semana de entrenamiento se presentan en el gráfico 2. En el GC refirieron que con sus actividades habituales presentaban un RPE entre 5,1 y 3,9 durante las semanas de seguimiento; el GE en cambio refirió inicial con un RPE de 6,5 alcanzando un pico máximo de 8,08 en la semana 5 y terminando con un 6,4.

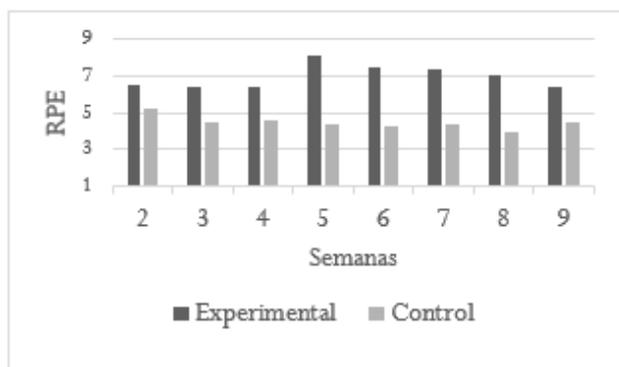


Gráfico 2. RPE por semana de entrenamiento

Tabla 3.

Pre-test /Post-test

Grupo	IMC	Fcmax	Distancia	VO2max
Control				
Pre	23,2 ± 2,3	145 ± 25,2	1604,1 ± 107,5	31,6 ± 2,8
Post	23,9 ± 2,8	142 ± 25,6	1607,1 ± 109,9	31,8 ± 2,9
P	-	-	-	-
Experimental				
Pre	23,6 ± 2,6	157,4 ± 23,7	1604,1 ± 107,5	33,4 ± 3,5
Post	23,9 ± 2,6	147,4 ± 23,7	1607,1 ± 109,9	39,9 ± 7,21
P	-	*	**	**

Prueba T para muestras relacionadas del Índice de masa corporal kg/m² (IMC), Frecuencia cardíaca máxima (Fcmax), distancia recorrida en el test de Cooper en metros y Volumen máximo de oxígeno VO2max (ml/kg/m); Pre- test y Post-test; valores medios y ± desviación estándar; * <0,05; ** <0,01

Aplicada la intervención, el IMC en ninguno de los grupos, ni en el pre-test y post-test tuvieron variabilidad significativa (tabla 3).

La frecuencia cardíaca máxima (Fcmax) del GE, tuvo una disminución significativa en la etapa post-test (P= <0,05) una vez concluido la propuesta de HIIT; sin embargo, al comparar entre grupos GC y GE no se presentaron diferencias significativas (tabla 4).

La presente investigación se centró en valorar a la distancia recorrida en metros y el VO2máx (ml/kg/min), destacando un aumento importante (P= <0,01) en el GE posteriores a las intervenciones (Tabla 3); mancándose una diferencia estadísticamente significativa (P= <0,05) entre el GC y GE en el post-test (Tabla 4).

Tabla 4.

Características finales Post-Test

Género	Control	Experimental	P
IMC (kg/m ²)	23,8 ± 2,8	23,9 ± 2,6	0,35
FC max	142,4 ± 25,6	147,6 ± 19,4	0,153
Distancia (m)	1607,1 ± 109,9	1910,8 ± 269,1	0,03*
VO2max (ml/kg/m)	31,8 ± 2,9	39,9 ± 7,2	0,03*

Prueba T para muestras independientes, índice de masa corporal kg/m² (IMC), Frecuencia cardíaca máxima, distancia recorrida en el test de Cooper en metros y volumen máximo de oxígeno; valores medios y ± desviación estándar; P= <0,05; * <0,05

Discusión

Se ha venido mencionando que los factores como el estudio y el trabajo pueden incidir de manera negativa sobre la falta de actividad física y el crear hábitos físicos en etapas tempranas podría hacer que a larga se eviten complicaciones y mejorar la calidad de vida (Shah et al., 2022).

Si bien es cierto el IMC no fue el principal motivo de este estudio, se lo analizó con el fin de identificar cambios, sin embargo, no presentaron diferencias en la disminución, debido a que no se utilizó un programa combinado con un control nutricional, considerando también que el número de semanas estimadas para incidir sobre el IMC es de aproximadamente 12 y 24 semanas (Hesketh et al., 2021), (Pippi et al., 2022); según Mallardo la frecuencia cardíaca máxima (Fcmax) en conjugación con el consumo de VO2max, son reconocidos como parámetros cardio metabólicos, mismos que experimentan una variación tras una intervención con HIITs, el VO2max refiere un aumento significativo (P=0,01) y la Fcmax una disminución (P=0,04), similar comportamiento de las variables en el presente estudio, donde el GE tuvo una disminución de 10 l/m entre el pre y post intervención (Mallardo et al., 2023).

Estudios previos refieren una mejora en la aptitud cardiorrespiratoria medida por el VO2máx (Lee & Zhang, 2021), (Parmar et al., 2021), situación respaldada en esta investigación, pues el VO2max pasó de 33,4 ± 3,5 a 39,9 ± 7,21 en el GE después de la intervención; sin embargo, es importante que la selección de los ejercicios dependa de las preferencias individuales como: los objetivos, la duración, tolerancia al esfuerzo físico y la motivación (Kramer et al., 2023).

En este estudio se observó que los valores medios del efecto del HIIT sobre el VO2máx aumentaron en el GE; basándonos en estudios investigativos de los autores donde los estos recomiendan realizar entre 6 a 36 sesiones con un máximo de tres sesiones de manera constante, logrando incluso normalizar parámetros de frecuencia cardíaca y presión arterial, disminuyendo los factores de riesgo cardio metabólico (Tamayo Acosta et al., 2022); (Martins, 2023)

(Batacan et al., 2017). Cabe mencionar que los jóvenes están dispuestos a trabajar con mayor predisposición en aquellos entrenamientos de poca duración pero con intensidades vigorosas, mayores al 80% de F_{cmax} , como se observa en el estudio de Eather, logrando alcanzar mejoras en la aptitud cardiorrespiratoria y muscular ($P < 0,01$), con gran aceptación y satisfacción aplicando el entrenamiento HIIT durante 8 semanas (Eather et al., 2019).

En la presente propuesta se buscó trabajar con una F_{cmax} superior al 80%, combinando en este caso periodos de carrera de 10 a 12 segundos con descansos de 15 segundos, esto para provocar un aumento importante de la frecuencia cardíaca, con pausas incompletas pero suficientes para lograr el siguiente intervalo; fisiológicamente esto provoca una mayor sobrecarga en los órganos que transportan oxígeno desde el aire a las mitocondrias aumentando el pulso máximo de O_2 y disminuyendo la frecuencia cardíaca máxima (Hov et al., 2023) Otro estudio que identifica la fisiología del entrenamiento HIIT menciona los cambios producidos, en los cuales los indicadores de fatiga como el RPE y el lactato muestran un aumento en sus valores promedios considerados como una respuesta adaptativa para favorecer a una alta producción a la demanda energética (Flockhart et al., 2022). por lo que se animó a los participantes a alcanzar la intensidad de ejercicio requerida mediante el control de su frecuencia cardíaca, recomendada en la intervención (tabla 1 y grafico1).

Esta intervención a pesar de ser grupal buscaba respetar principios biológicos de entrenamiento importantes para alcanzar una adecuada adaptación; en cuanto a la sobrecarga, se buscó periodizar a la intensidad cada semana haciendo un ascenso progresivo de los ejercicios, esta variable es clave para aumentar la capacidad física en los sujetos disminuyendo el tiempo de ejecución para lograr un aumento de la velocidad en cada repetición (Campos et al., 2021).

En estudiantes universitarias sanas se aplicó un entrenamiento HIIT, evaluando la resistencia a través del test de Cooper, reflejando al final un aumento en la distancia recorrida, intensidad y F_{cmax} (Csepregi et al., 2020), este utilizando entrenamientos invariables, al igual que en un estudio aleatorio en hombres donde con este tipo de entrenamientos mostró un aumento en el VO_{2max} de 3,5 ml/kg/min (Csepregi et al., 2020), al igual que en los sujetos estudiados, estos mejoraron los niveles de VO_{2max} con diferencias significativas ($P < 0,01$).

Los estudiantes universitarios muestran actividades de trabajo con alta carga cognitiva, elevado tiempo sentado y comportamiento sedentario (Taylor et al., 2022), (Nowak et al., 2019), por lo que este tipo de entrenamientos resultaría una propuesta de fácil integración a las actividades de la vida diaria, demanda menos tiempo y permite trabajar con cargas altas, convirtiéndose en una intervención recomendable en los estudiantes de fisioterapia (Santos et al., 2023) y poblaciones que no gocen con suficiente cantidad de tiempo, espacios grandes e implementos especiales.

Los resultados recalcan la mejoría de las capacidades físicas en fisioterapeutas, que juntamente con las acciones

cognitivas son pilares del proceso de rehabilitación de un paciente, considerando al ejercicio físico, una de las herramientas de intervención con más alta evidencia dentro de la atención terapéutica. Por lo que durante su formación es necesario fomentar la práctica regular de la actividad física, educación y la alianza terapéutica para que más adelante como profesionales de la salud sean capaces de inferir hábitos adecuados de un estado saludable y activo al paciente.

Limitaciones y fortalezas del estudio

El presente estudio tiene algunas fortalezas:

1) La muestra tanto en el GC como GE gozan de similitudes significativas, es decir se aplicó en una población que presenta las mismas características. 2) Se utilizaron instrumentos con validación y de fácil utilización de tal forma que puedan ser replicados con facilidad en otras poblaciones.

Como limitaciones:

1) Se podría haber realizado un monitoreo exhaustivo de las intensidades y la evaluación del rendimiento del ejercicio también con precisión mediante la prueba de ejercicio cardiopulmonar.

2) Es necesario subrayar que la obtención de una muestra de estudio más grande hubiera mejorado los datos investigativos, y este estuvo limitada por la ubicación, tiempo y posibilidad de participar en el estudio.

3) Además no se realizó ninguna modificación en cualidades nutricionales, vida cotidiana y sueño, dado que son variables indispensables que podrían sugerir grandes cambios de la valoración pre y post intervención. Estos aspectos pueden afectar la generalización de nuestros hallazgos, por último, recomendar futuros estudios en los cuales realicen evaluaciones del nivel de adherencia a los entrenamientos.

Conclusiones

Esta investigación nos permite afirmar que el entrenamiento tipo HIIT, con una duración 10 semanas, tres veces por semana, utilizando densidades de trabajo de 20 segundos, con periodos de descanso de 10 segundos, resultado efectiva para la mejora del VO_{2max} ml/kg/m en estudiantes universitarios de la carrera de fisioterapia, siendo considerada como una herramienta para promover la salud y la mejora de la condición física de las personas que gozan de menos tiempo y poca adherencia al ejercicio.

En estudios futuros sería interesante abarcar una mayor población con un programa de entrenamiento de mayor duración.

Agradecimientos

Agradecemos de manera especial a la Universidad Técnica del Norte por la facilidad y predisposición para impulsar este tipo de estudios, de igual manera a los estudiantes que formaron parte de la investigación.

Referencias

- An, H. Y., Chen, W., Wang, C. W., Yang, H. F., Huang, W. T., & Fan, S. Y. (2020). The relationships between physical activity and life satisfaction and happiness among young, middle-aged, and older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134817>
- Arney, B. E., Glover, R., Fusco, A., Cortis, C., de Koning, J. J., van Erp, T., Jaime, S., Mikat, R. P., Porcari, J. P., & Foster, C. (2019). Comparison of RPE (Rating of Perceived Exertion) Scales for Session RPE. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(7), 994–996. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0637>
- Ayu Octaviani, N., Widodo, S., Puspita Wati, A., & Ayu Sumekar, T. (2021). The effect of high intensity interval training (HIIT) on short-term memory student among medical student in Semarang. *Journal Kedokteran Diponegoro*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/dmj.v10i1.29279>
- Bailey, D. L., Holden, M. A., Foster, N. E., Quicke, J. G., Haywood, K. L., & Bishop, A. (2018). Defining adherence to therapeutic exercise for musculoskeletal pain: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, bjsports-2017-098742. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098742>
- Calatayud, J., Morera, Á., Ezzatvar, Y., López-Bueno, R., Andersen, L. L., Cuenca-Martínez, F., Suso-Martí, L., Sanchis-Sánchez, E., López-Bueno, L., & Casaña, J. (2022). Importance of frequency and intensity of strength training for work ability among physical therapists. *Scientific Reports*, 12(1), 15016. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18539-4>
- Campos, F. de S., Borszcz, F. K., Flores, L. J. F., Barazetti, L. K., Teixeira, A. S., Hartmann Nunes, R. F., & Guglielmo, L. G. A. (2021). HIIT Models in Addition to Training Load and Heart Rate Variability Are Related With Physiological and Performance Adaptations After 10-Weeks of Training in Young Futsal Players. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.636153>
- Carballo-Fazanes, A., Rico-Díaz, J., Barcala-Furelos, R., Rey, E., Rodríguez-Fernández, J. E., Varela-Casal, C., & Abelairas-Gómez, C. (2020). Physical activity habits and determinants, sedentary behaviour and lifestyle in university students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph17093272>
- Cortes, D., Diaz, K., & Herrera, J. (2021). Actividad física en estudiantes del programa de fisioterapia de la Universidad de la Sabana. Un protocolo de estudio transversal. Universidad de la Sabana.
- Csepregi, É., Szekanez, Z., & Szántó, S. (2020). The effects of breathing exercises in comparison with other exercise programs on cardiorespiratory fitness among healthy female college students. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(1). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09916-X>
- de Oliveira-Nunes, S. G., Castro, A., Sardeli, A. V., Cavaglieri, C. R., & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2021). HIIT vs. SIT: What is the better to improve VO2 max? a systematic review and meta-analysis. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 24). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413120>
- Dian Rahma Saphira, C., Widodo, S., Puspita Wati, A., & Ayu Sumekar, T. (2021). The effect of high intensity interval training (HIIT) on reaction time study among medical student in Semarang. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 10(3), 194–198. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/dmj.v10i3.29283>
- Dmítrievich, V. (2021). Autocontrol en el proceso de educación física de los estudiantes. *Cultura Física. Deporte. Turismo*, 6(3), 64–71.
- Eather, N., Riley, N., Miller, A., Smith, V., Poole, A., Vincze, L., Morgan, P. J., & Lubans, D. R. (2019). Efficacy and feasibility of HIIT training for university students: The Uni-HIIT RCT. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(5), 596–601. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.11.016>
- Edelmann, D., Pfirrmann, D., Heller, S., Dietz, P., Reichel, J. L., Werner, A. M., Schäfer, M., Tibubos, A. N., Deci, N., Letzel, S., Simon, P., & Kalo, K. (2022). Physical Activity and Sedentary Behavior in University Students—The Role of Gender, Age, Field of Study, Targeted Degree, and Study Semester. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.821703>
- Flockhart, M., Nilsson, L. C., Ekblom, B., & Larsen, F. J. (2022). A Simple Model for Diagnosis of Maladaptations to Exercise Training. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 136. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00523-x>
- Flores Paredes, A. (2020). Efectos del programa de actividad física y deportes en estudiantes de medicina. *Comuni@cción: Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo*, 11(2), 142–152. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.11.2.456>
- Galán, I., Gandarillas, A., Febrel, C., Cantero, J., León, C., & Zorrilla, B. (1999). Validación del índice de masa corporal a partir del peso y talla autodeclarados en la población juvenil de la comunidad de Madrid. *Gaceta Sanitaria*, 13(SCL).
- Galvis Rincón, J. C., Mejía Cano, J. E., & Espinosa, P. J. (2020). Correlación del Queen's College Step Test y ergoespiometría para estimación de VO2max. *Revista Iberoamericana de Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 9(2), 94–107. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i2.6706>
- Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDonald, A.,

- Russi, G. D., & Moudgil, V. K. (2007). Longitudinal Modeling of the Relationship between Age and Maximal Heart Rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(5), 822–829. <https://doi.org/10.1097/mss.0b013e31803349c6>
- Gómez Ramírez, E., Ordóñez Hernández, C. A., & Calvo Soto, A. P. (2021). Social representations of formative practice in physical therapy students, Santiago de Cali, Colombia. *Fisioterapia*, 43(1), 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2020.06.005>
- Hesketh, K., Jones, H., Kinnafick, F., Shepherd, S. O., Wagenmakers, A. J. M., Strauss, J. A., & Cocks, M. (2021). Home-Based HIIT and Traditional MICT Prescriptions Improve Cardiorespiratory Fitness to a Similar Extent Within an Exercise Referral Scheme for At-Risk Individuals. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.750283>
- Hosker, D. K., Elkins, R. M., & Potter, M. P. (2019). Promoting Mental Health and Wellness in Youth Through Physical Activity, Nutrition, and Sleep. In *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America* (Vol. 28, Issue 2, pp. 171–193). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2018.11.010>
- Hov, H., Wang, E., Lim, Y. R., Trane, G., Hemmingsen, M., Hoff, J., & Helgerud, J. (2023). Aerobic high-intensity intervals are superior to improve VO₂max compared with sprint intervals in well-trained men. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33(2), 146–159. <https://doi.org/10.1111/sms.14251>
- Hu, J., Liu, M., Yang, R., Wang, L., Liang, L., Yang, Y., Jia, S., Chen, R., Liu, Q., Ren, Y., Zhu, L., & Cai, M. (2022). Effects of high-intensity interval training on improving arterial stiffness in Chinese female university students with normal weight obese: a pilot randomized controlled trial. *Journal of Translational Medicine*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12967-022-03250-9>
- Kinney, M., Seider, J., Beaty, A. F., Coughlin, K., Dyal, M., & Clewley, D. (2020). The impact of therapeutic alliance in physical therapy for chronic musculoskeletal pain: A systematic review of the literature. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(8), 886–898. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1516015>
- Kramer, A. M., Martins, J. B., de Oliveira, P. C., Lehnen, A. M., & Waclawovsky, G. (2023). High-intensity interval training is not superior to continuous aerobic training in reducing body fat: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 21(4), 385–394. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2023.09.002>
- Kul, M., Tukmen, M., Yildirim, U., Ceylan, R., Sipal, O., Cabuk, R., Akova, A., Aksoy, O., & Adatepe, E. (2022). High-Intensity Interval Training with Cycling and Calisthenics: Effects on Aerobic Endurance, Critical Power, Sprint and Maximal Strength Performance in Sedentary Males. *Retos*, 46, 538–544. <https://doi.org/https://doi.org/10.47197/retos.v46.94255>
- Lee, J., & Zhang, X. L. (2021). Physiological determinants of VO₂max and the methods to evaluate it: A critical review. *Science & Sports*, 36(4), 259–271. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2020.11.006>
- Lu, T.-W., Fusco, A., Mei, Q., Apte, S., Troxler, S., Besson, C., Gremeaux, V., & Aminian, K. (2022). Augmented Cooper test: Biomechanical contributions to endurance performance.
- Mallardo, M., D'Alleva, M., Lazzer, S., Giovanelli, N., Graniero, F., Billat, V., Fiori, F., Marinoni, M., Parniel, M., Daniele, A., & Nigro, E. (2023). Improvement of adiponectin in relation to physical performance and body composition in young obese males subjected to twenty-four weeks of training programs. *Heliyon*, 9(5), e15790. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15790>
- Martland, R., Mondelli, V., Gaughran, F., & Stubbs, B. (2020). Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, 38(4), 430–469. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1706829>
- Muddle, T., & Dmjenkins, N. (2019). Adaptaciones anaeróbicas y aeróbicas similares tras 2 configuraciones de entrenamiento: relación trabajo - descanso 10s: 5s frente a 20s: 10s. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 00(00), 1–8. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002939>
- Nowak, P. F., Božek, A., & Blukacz, M. (2019). Physical Activity, Sedentary Behavior, and Quality of Life among University Students. *BioMed Research International*, 2019, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2019/9791281>
- Parmar, A., Jones, T. W., & Hayes, P. R. (2021). The dose-response relationship between interval-training and VO₂max in well-trained endurance runners: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 39(12), 1410–1427. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1876313>
- Penry, J. T., Wilcox, A. R., & Yun, J. (2011). Validity and Reliability Analysis of Cooper's 12-Minute Run and the Multistage Shuttle Run in Healthy Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 597–605. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc2423>
- Pippi, R., Cugusi, L., Bergamin, M., Bini, V., Fanelli, C. G., Bullo, V., Gobbo, S., & Di Blasio, A. (2022). Impact of BMI, Physical Activity, and Sitting Time Levels on Health-Related Outcomes in a Group of Overweight and Obese Adults with and without Type 2 Diabetes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.3390/jfkm7010012>
- Roldán-González, E., Hurtado-Otero, M. L., Muñoz-Martínez, A. P., Imbachi-Meneses, L. R., Fabara-Hernández, D., Vidal-Jiménez, Y. I., & Sterling-Yule, D. (2022). Motivaciones de los estudiantes de fisioterapia para practicar actividad físico-deportiva. *Revista de Investigación e Innovación En Ciencias de La Salud*, 4(2), 77–94. <https://doi.org/10.46634/riics.144>

- Santisteban, K. J., Lovering, A. T., Halliwill, J. R., & Minson, C. T. (2022). Sex Differences in VO₂max and the Impact on Endurance-Exercise Performance. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph19094946>
- Santos, A., Braaten, K., MacPherson, M., Vasconcellos, D., Vis-Dunbar, M., Lonsdale, C., Lubans, D., & Jung, M. E. (2023). Rates of compliance and adherence to high-intensity interval training: a systematic review and Meta-analyses. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 20(1), 134. <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01535-w>
- Shah, H., Mali, S., Ranga, S., Jadhav, C., Rukadikar, A., Singh, A. K., & Shamnani, G. (2022). Effect of body mass index on cardiorespiratory parameters among medical students: a cross-sectional study. *International Journal of Physiology, Pathophysiology and Pharmacology*, 14(1), 4–9.
- Sietsema, K. E., & Rossiter, H. B. (2023). Exercise Physiology and Cardiopulmonary Exercise Testing. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 44(05), 661–680. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1770362>
- Sondenå, P., Dalusio-King, G., & Hebron, C. (2020). Conceptualisation of the therapeutic alliance in physiotherapy: is it adequate? *Musculoskeletal Science and Practice*, 46, 102131. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2020.102131>
- Syamsudin, F., Herawati, L., Qurnianingsih, E., Kinanti, R. G., Vigriawan, G. E., Cahyaningrum, E. A., As'ad, M. R. F., & Callixte, C. (2023). Short Term HIIT increase VO₂max, but can't decrease Free Fatty Acids in Women Sedentary Lifestyle. *Retos*, 50, 380–386. <https://doi.org/10.47197/retos.v50.99573>
- Tamayo Acosta, J., Sosa Gomez, A. E., Samuel, S., Pelenyi, S., Acosta, R. E., & Acosta, M. (2022). Effects of Aerobic Exercise Versus High-Intensity Interval Training on VO₂max and Blood Pressure. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.30322>
- Taylor, C. E., Scott, E. J., & Owen, K. (2022). Physical activity, burnout and quality of life in medical students: A systematic review. *The Clinical Teacher*, 19(6). <https://doi.org/10.1111/tct.13525>
- Wang, Y., Jia, N., Zhou, Y., Fu, L., Fan, L., & Li, B. (2023). A comparison of the effects of remote coaching HIIT training and combined exercise training on the physical and mental health of university students. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1182332>

Datos de las/os autoras/es:

Verónica Potosí-Moya
Ronnie Paredes-Gómez
Ximena Durango-Sánchez

vjpotosi@utn.edu.ec
raparedesg@utn.edu.ec
ximena.durango0910@gmail.com

Autor/a
Autor/a
Autor/a