

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

TRABAJO FIN DE MÁSTER



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



DIRECCIÓN DE ENTRENAMIENTOS PERSONALIZADOS ONLINE DE
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y SU IMPACTO EN LA CONDICIÓN FÍSICA

AUTOR: SILVA ZAMBRANO, KEVIN GREGORIO

Nº EXPEDIENTE 2415

TUTOR. PASTOR CAMPOS, DIEGO

Curso académico 2020- 2021

Convocatoria de SEPTIEMBRE

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Material y métodos	2
2.1 Sujetos del estudio	2
2.2 Instrumentos y medición de la condición física	2
2.3 Intervención mediante HIIT	3
2.4 Control y evaluación de la intervención	4
2.5 Análisis estadístico	5
3. Bibliografía	6
4. Anexos	8



1. Introducción

Los beneficios de tener un estilo de vida físicamente activo para la salud durante las diferentes etapas de la vida están bien documentados. Para lograr estos beneficios, las recomendaciones internacionales de las guías de la OMS requieren que los adolescentes realicen 60 minutos o más de actividad física de moderada a intensa todos los días, y al menos 150 minutos semanales para los adultos (Sáez, I., Solabarrieta, J., & Rubio, I. 2020). Sin embargo, el período de transición de la adolescencia a la edad adulta coincide con una marcada reducción en la participación en la actividad física, con más del 50% (y hasta el 80%) de los adultos jóvenes (18-25 años) que no cumplen con las pautas de actividad física (Eather et al., 2019).

Por otra parte, varios estudios que analizaron la diferencia en la cantidad de actividad física entre estudiantes universitarios en función del género, han confirmado que las mujeres son menos activas que los hombres. (Sáez et al., 2020)

Respecto al entrenamiento, algunos estudios sugieren que el entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT) es una buena alternativa tanto para la salud como para los beneficios deportivos. Incluso parece ser que el HIIT tiene mayores efectos sobre la salud cardiovascular, la salud metabólica y la aptitud aeróbica que el entrenamiento continuo de intensidad moderada (Bahdur et al., 2019).

El HIIT se define como un entrenamiento con esfuerzos "casi máximos" generalmente realizados a una intensidad que provoca el 80% o más (a menudo del 85 al 95%) de la frecuencia cardíaca máxima. Por el contrario, el entrenamiento de intervalos de velocidad (SIT) se caracteriza por esfuerzos realizados a intensidades iguales o superiores al ritmo que provocaría el VO₂max, incluidos los esfuerzos "máximos" o "supra máximos" (MacInnis & Gibala, 2017).

Cabe mencionar otros tipos de entrenamientos como el de resistencia, el cual se asocia a mejorar el metabolismo de la energía aeróbica y la resistencia a la fatiga. El entrenamiento de fuerza, el cual está relacionado con la hipertrofia muscular y una mayor capacidad de generación de fuerza. Respecto al HIIT dependiendo del protocolo empleado, puede provocar adaptaciones que se asemejan al entrenamiento de resistencia o fuerza, o una combinación de ambos. Por ejemplo, el entrenamiento a intervalos que utiliza pruebas repetidas de Wingate es un potente estímulo para aumentar el contenido mitocondrial y la capacidad aeróbica máxima (VO₂max), mientras que el HIIT que utiliza ejercicios de fuerza con el propio peso corporal aumenta el VO₂max y la fuerza muscular. (MacInnis & Gibala, 2017)

El objetivo de este trabajo fue determinar los efectos de un entrenamiento online en formato HIIT sobre la condición física en chicas universitarias con un estilo de vida sedentario.

La hipótesis del trabajo es que, siguiendo un entrenamiento personalizado mediante HIIT de manera no presencial con un control de la carga del entrenamiento en base a la frecuencia cardíaca (FC), el impulso de entrenamiento (TRIMP), la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y la escala de esfuerzo percibido (RPE), se conseguiría un aumento de la condición física. Asumiendo que el HIIT en formato online, es decir, sin ser guiado por un entrenador, produce una mejora de la condición física en poblaciones jóvenes sedentarias.

2. Material y métodos

2.1 Sujetos del estudio.

El actual trabajo se ha realizado con una muestra de 6 chicas universitarias matriculadas en la universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) con edades comprendidas entre los 19 y los 23 años ($M = 21$; $DT = 1.67$ años). Para más información, los descriptivos de la muestra se encuentran descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Muestra del estudio

Sujeto	EDAD	ALTURA (m)	PESO (kg)	IMC	Fcmax	VAM
1	22	1.61	62.4	24.07	200	13.75
2	22	1.59	64.6	25.55	190	11.75
3	19	1.59	63	24.92	205	12
4	21	1.66	65.8	23.88	197	15.8
5	19	1.52	66.3	28.70	197	14
6	23	1.69	65.6	22.97	197	11
MEDIA	21	1.61	64.62	25.01	197.67	13.05
DT	1.67	0.06	1.60	2.01	4.89	1.79
n	6	6	6	6.00	6	6

La participación fue voluntaria, después de recibir una explicación detallada de los objetivos y la naturaleza del estudio. Se proporcionó el consentimiento informado por escrito.

La muestra final de participantes fue evaluada mediante una prueba de rendimiento y un test de fuerza del tren inferior y del tren superior.

2.2 Instrumentos y medición de la condición física

Todas las mediciones se realizaron previa y posteriormente a la intervención del actual estudio para evaluar la condición física de los participantes.

Función cardiorrespiratoria: Prueba de rendimiento.

Se realizó una prueba de rendimiento maximal en tapiz rodante para determinar la condición física de las participantes, además nos proporciona información valiosa para el asesoramiento y prescripción del entrenamiento, como los umbrales ventilatorios (American College of Sports Medicine et al., 2010)

La medición de la prueba de rendimiento maximal en tapiz rodante consistió en una prueba incremental comenzando a 6 km/h, con una pendiente de 1%, la velocidad del tapiz se incrementó 1km/h cada minuto hasta el agotamiento. La velocidad aeróbica máxima (VAM) se calcula como el último escalón completado, más 0.5 si mantuvo al menos 30 segundos del escalón en el que finalizó sin completarlo.

Función muscular: Prueba de fuerza máxima

Para la prueba de fuerza máxima, se buscó 1-repetición máxima (1RM) para los ejercicios de sentadilla trasera y press de banca, ambos realizados en una máquina Smith.

Según los estudios tenemos varias formas de determinar el 1RM: (i) el método directo, que consiste en medir el peso máximo que se puede levantar en un solo levantamiento; este método se aplica generalmente a atletas e individuos entrenados, (ii) el método de predicción, que estima la 1RM a partir de la ejecución de varias repeticiones submáximas y utiliza factores de conversión o ecuaciones de regresión y (iii) métodos basados en la velocidad del movimiento. (Conceição et al., 2016)

En el actual estudio se estimó el 1RM a partir del tercer método anteriormente descrito. Se procedió a la medición de la velocidad con un transductor de posición lineal (sistema T-Force, Ergotech, España).

La medición de la prueba de fuerza máxima comienza con la mitad del peso del sujeto para sentadilla, y con 10 kg para press banca. Se aumentó el peso en función de la velocidad que alcanza el sujeto, hasta que ésta decae de 0.5 m/s, momento en que se da por finalizada la prueba y se estima la 1RM. Para asegurar el mejor funcionamiento del dispositivo durante la ejecución de los ejercicios se colocó siempre de tal manera que se mueva describiendo una trayectoria lo más vertical posible, procurando minimizar los desplazamientos antero-posteriores y rotacionales.

2.3 Intervención mediante HIIT

La intervención fue la aplicación del HIIT personalizado, en formato online por un periodo de 3 meses, durante los meses de enero a abril.

Dentro de esta planificación existen numerosas variaciones de HIIT según la manipulación y periodización del intervalo de trabajo y descanso. En el actual trabajo hemos aplicado distintos tipos de HIIT según la revisión de Martin Buchheit. (Buchheit & Laursen, 2013)

Los llamados “HIIT with long intervals” (LHIIT) es un HIIT con un tiempo de trabajo mayor a 2-3 minutos, con una intensidad mayor o igual al 95% del VO₂max, con descansos iguales o inferiores a 2 minutos, donde las repeticiones y series pueden ir desde las 6-10 repeticiones para series con una duración de 2 minutos o 5-8 repeticiones para series de 3 minutos.

Los llamados “HIIT with short intervals” (SHIIT) es un HIIT con un tiempo de trabajo mayor o igual a 15 segundos, con una intensidad del 100- 120% del VO₂max, con descansos menores de 15 segundos, donde las repeticiones y series pueden ir desde las 2-3 repeticiones para series iguales o superiores a 8 minutos.

El “sprint interval session” (SIT) es un HIIT con un tiempo de trabajo mayor a 20 segundos, con intensidad máxima, con descansos mayores o iguales a 2 minutos, donde se puede trabajar de 6- 10 repeticiones.

Dichas variaciones de estos HIIT, fueron utilizados para los entrenamientos personalizados del actual estudio. Cada sesión se encontraba dividida en 3 partes, teniendo la siguiente estructura:

- Calentamiento general con ejercicios de movilidad y activación cardiorrespiratoria con una duración aproximada de 10 minutos.
- Seguidamente se plantea la parte principal de la sesión, donde podía estar fundamentada por un SHIIT, LHIIT o SIT con una duración que iba desde los 10- 30 minutos.
- Para finalizar la sesión se realiza una vuelta a la calma mediante ejercicios de movilidad pasivos, con una duración aproximada de 10 minutos.

2.4 Control y evaluación de la intervención

La monitorización del entrenamiento para su control y evaluación se cuantificó mediante diferentes variables, las cuales fueron la frecuencia cardiaca (FC), impulso de entrenamiento por sesión (TRIMPs), el rango de esfuerzo percibido por sesión (RPEs), y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC).

La FC fue registrada mediante diferentes bandas pulsómetros Polar, los modelos fueron H7, H9 y H10. La recepción de los datos fueron acumulados en el propio smartphone de cada participante.

Banister y colaboradores crearon el llamado TRIMPs, dicho método está ampliamente aceptado como una cuantificación válida de la carga interna del entrenamiento. (Arney et al., 2019). En el actual trabajo el TRIMPs empleado fue el propuesto por Lucia, este método implica multiplicar el tiempo empleado en 3 zonas de FC (zona 1: por debajo de VT, zona 2: entre VT y RCP; y zona 3: por encima de RCP) por un coeficiente relativo a cada zona de intensidad ($k = 1$ para la zona 1, $k = 2$ para la zona 2, y $k = 3$ para la zona 3) y luego sumando los resultados. Este método se resume en la tabla 2. (Wallace et al., 2014)

Cabe mencionar que, para su uso, es necesario conocer la FC máxima de cada participante, y los umbrales ventilatorios (los cuales obtuvimos en la prueba de rendimiento) y además monitorizar la FC durante el entrenamiento con la capacidad de descargar los valores almacenados. Por lo tanto, el cálculo del TRIMPs de Lucia fue posible gracias a la monitorización con bandas pulsómetros individuales, las cuales mencionamos anteriormente y su almacenamiento en las cuentas personales de “Polar Flow”

El método RPEs fue implantado por Foster y colaboradores en un intento por simplificar el método TRIMP, siendo más simple y de baja tecnología para cuantificar la carga interna. (Arney et al., 2019). Este método requiere que los atletas califiquen subjetivamente la intensidad de toda la sesión de entrenamiento utilizando un RPE de acuerdo con la escala de relación de categorías (CR-10) de Borg et al. (como se indica en la tabla 3 en anexos). Luego, el valor de RPE se multiplica por la duración total (minutos) de la sesión de entrenamiento. Este método se resume en la tabla 4. (Haddad et al., 2017) (Wallace et al., 2014)

Por lo tanto, se pidió a los participantes que determinarían la intensidad del entrenamiento 30 minutos tras su finalización, mediante el registro del RPEs con un cuestionario de Google.

La VFC fue utilizada para conocer las respuestas fisiológicas interindividuales al entrenamiento, ya que nos proporciona información del equilibrio entre la actividad parasimpática (PNS) y simpática (SNS) del sistema nervioso autónomo (SNA) (Carrasco-Poyatos et al., 2020). Es decir, usamos la VFC como variable control del entrenamiento ya que nos indica el estado físico de los participantes y nos permite utilizar estos registros de VFC para adaptar las cargas de recuperación y entrenamiento a cada participante en busca de un mejor resultado en el entrenamiento.

Los valores altos de VFC se asocian con un SNA eficiente, indicando más activación parasimpática que simpática en un deportista y, por tanto, mejor recuperación y preparación para afrontar sesiones de entrenamiento de alta intensidad. (Carrasco-Poyatos et al., 2020)

En el actual trabajo, dicha medición de VFC fue realizada con una banda Polar H7, el valor obtenido se exportaba en una hoja de cálculo de Excel, donde se analizaba dicha medición y se obtenía el valor de la VFC. El acumulado semanal del logaritmo del valor RMSSD era comparado con la media de los 28 días previos, estableciéndose como rangos de confianza más/menos una desviación estándar. Si se obtenía un valor fuera de rango de confianza, la persona no podía realizar ese día HIIT y procedía a realizar un entrenamiento de recuperación.

2.5 Análisis estadístico

Las variables de control y evaluación del entrenamiento fueron estudiadas mediante una correlación con la prueba P de Pearson. Por otro lado, la variable de la condición física fue estudiada mediante la prueba T de Student pareada. Para todo ello se utilizó el software SPSS Statistics.

3. Bibliografía

- American College of Sports Medicine, Thompson, W. R., Gordon, N. F., & Pescatello, L. S. (Eds.). (2010). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed). Lippincott Williams & Wilkins.
- Arney, B. E., Glover, R., Fusco, A., Cortis, C., Koning, J. J. de, Erp, T. van, 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/ijsp.2018-0637>
- Bahdur, K., Gilchrist, R., Park, G., Nina, L., & Pruna, R. (2019). Effect of HIIT on cognitive and physical performance. *Apunts. Medicina de l'Esport*, *54*(204), 113-117. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2019.07.001>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *43*(10), 927-954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>
- Carrasco-Poyatos, M., González-Quílez, A., Martínez-González-Moro, I., & Granero-Gallegos, A. (2020). HRV-Guided Training for Professional Endurance Athletes: A Protocol for a Cluster-Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(15). <https://doi.org/10.3390/ijerph17155465>
- Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jimenez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of Sports Sciences*, *34*(12), 1099-1106. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1090010>
- 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>
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Frontiers in Neuroscience*, *11*, 612. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>
- MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the

role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2915-2930.
<https://doi.org/10.1113/JP273196>

Sáez, I., Solabarrieta, J., & Rubio, I. (2020). Physical Self-Concept, Gender, and Physical Condition of Bizkaia University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph17145152>

Wallace, L. K., Slattery, K. M., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2014). Establishing the criterion validity and reliability of common methods for quantifying training load. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2330-2337.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000416>



4. Anexos

Carga interna del entrenamiento (TRIMPs de Lucia)

= (tiempo en zona 1 x 1)
+ (tiempo en zona 2 x 2)
+ (tiempo en zona 3 x 3)

Tabla 2. Ecuación obtenida del artículo de Wallace et al. 2014

La escala modificada CR- 10 por Foster et al. (2001)

Puntuación	Descripción
0	Descanso
1	Muy, muy fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Algo duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Maximal

Tabla 3. Obtenida del artículo de Haddad et al. 2017

Carga interna del entrenamiento (RPEs)

$$\text{RPEs} = \text{D} \times \text{RPE}$$

donde D es la duración de la sesión del entrenamiento y RPE es la RPE general (Borg CR-10)

Tabla 4. Obtenida del artículo de Wallace et al. 2014