

Selected Papers from Impact

El Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad (HIT) No Mejora los Parámetros Cardiorrespiratorios en Jugadores de Fútbol Jóvenes Entrenados

High Intensity Interval Training Does Not Improve Cardiorespiratory Parameters in Trained Young Soccer Players

Stelios Poulos, Elias Zacharogiannis, Giorgos Paradisis, Myrsini Kolyfa, Vasilis Danias, Agela Tsopanidou y Maria Maridaki

Escuela de Educación Física y Ciencias del Deporte, Sección de Atletismo, Universidad Nacional y Kapodistrian de Atenas, Grecia

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue investigar el efecto del entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIT) y el entrenamiento continuo de intensidad moderada (CONT) en parámetros seleccionados de la función cardiorrespiratoria, capacidad de sprint repetido y potencia y fuerza muscular de piernas en jugadores de fútbol jóvenes entrenados. Treinta jugadores de fútbol griegos amateur (media \pm DE, edad $19 \pm 2,21$ años, masa corporal $71,19 \pm 2,5$ kg) se asignaron al azar a un grupo de entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIT, $n = 10$), a un grupo de entrenamiento continuo de intensidad moderada (CONT, $n = 10$), y a un grupo de control (Control, $n = 10$). La intervención para los grupos HIT y CONT consistió en 16 sesiones más de entrenamiento, 2 por semana, mientras que el grupo CONTROL continuó con la rutina habitual de entrenamiento de fútbol. Las sesiones de entrenamiento del grupo HIT consistieron en sprints de 15 segundos intercalados con 15 segundos de recuperación al 120% del $VO_{2m\acute{a}x}$ con 8 minutos de tiempo de ejercicio total o jugaron juegos reducidos de 4 x 4 min (16 min de tiempo total) (4v4) seguidos por un intervalo de recuperación de 2 min. Las sesiones de entrenamiento del grupo CONT consistieron en una carrera continua de 40 minutos al 70% del $VO_{2m\acute{a}x}$ o en un juego de fútbol completo 10v10 durante 40 minutos. La combinación de los regimientos de entrenamiento de este estudio no mejoró los parámetros de resistencia cardiorrespiratoria, ni la velocidad, fuerza y potencia de piernas en los jóvenes jugadores de fútbol ya entrenados.

Palabras Clave: Entrenamiento Continuo de Intensidad Moderada, Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad, Entrenamiento de Fútbol, $VO_{2m\acute{a}x}$

ABSTRACT

The purpose of the present study was to investigate the effect of high intensity interval training (HIIT) and continuous moderate intensity training (CONT) on selected parameters of cardiorespiratory function, repeated sprint ability, and leg muscle power and strength in young trained soccer players. Thirty Greek amateur soccer players (mean \pm SD, age 19 ± 2.21 yrs, body mass 71.19 ± 2.5 kg) were randomized into a high intensity interval training group (HIIT, $n = 10$), a continuous moderate intensity training group (CONT, $n = 10$), and a control group (Control, $n = 10$). The intervention for HIIT and CONT groups was 16 more training sessions, 2 per week while the CONTROL group continued regular soccer training routine. The HIIT group training sessions consisted either of 15 sec sprints interspersed by 15 sec of recovery at 120% VO₂ max with 8 min total exercise time or they played 4 x 4 min (16 min total time) small sided games (4v4) followed by 2 min recovery interval. The CONT group training sessions consisted either of 40 min continuous running at 70% VO₂ max or 10v10 full field soccer game for 40 min. The combination of the training regiments of this study did not improve cardiorespiratory endurance parameters and leg speed, strength, and power in the already trained young soccer players.

Keywords: Continuous Moderate Intensity Training, High Intensity Interval Training, Soccer Training, VO₂ max

INTRODUCCIÓN

Aunque el fútbol enfatiza principalmente el sistema energético aeróbico (22), también implica muchas acciones intermitentes de alta intensidad (35). Entre las diferencias entre jugadores amateur y de elite está su capacidad de cubrir entre un 28 y un 58% más de distancia (9,28,31,33) a alta intensidad, correr con o sin la pelota, realizar sprints, desacelerar o acelerar, patear, driblear, y taclear (tapar). Es tentador para los investigadores comparar diferentes tipos de protocolos de entrenamiento de alta intensidad que se consideran para mejorar el metabolismo aeróbico y anaeróbico y, por lo tanto, ayudar a los atletas a mantener sus habilidades físicas y técnicas durante todo el juego.

En general, se acepta que el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIT) es un método muy efectivo para maximizar las adaptaciones aeróbicas principalmente en atletas bien entrenados y de elite (27). Se ha informado que intervalos de ejercicio de 3 a 4 min de duración e intensidad cerca o ligeramente por encima de la vVO₂máx aumentan el volumen sistólico más que el entrenamiento tradicional de baja intensidad y alto volumen solo, posiblemente a través de un mayor reclutamiento de fibras musculares tipo II. Además, los intervalos supramáximos (110 a 120% vVO₂máx) de <1 min de duración y mucho menor volumen (como el entrenamiento lento de larga distancia) también pueden influir en la biogénesis mitocondrial (6,13).

Además de la duración e intensidad de los intervalos, la inclusión de las características técnicas del fútbol es otro tema importante relacionado con la especificidad del impulso de entrenamiento. Los juegos reducidos (4 x 4, 5 x 5) (17) tienen un enfoque más realista de las condiciones de juego y han sido utilizados por los entrenadores para mejorar las habilidades físicas y técnicas de los jugadores (21). Los protocolos de entrenamiento que implican intervalos de 30 a 60 segundos con tiempos de recuperación similares, se diseñan para aumentar la resistencia a la fatiga durante el ejercicio intenso en lugar de la capacidad de sprint (1).

Otro tipo de entrenamiento intervalado es la resistencia a la velocidad, que se realiza a intensidades supramáximas de 15 a 30 segundos, intercaladas con una pausa de 2 a 3 minutos para garantizar una recuperación completa (1). Se supone que estos protocolos afectan las características neuromusculares y las capacidades de sprint de los atletas a través de la adaptación del recambio de ATP y fosfocreatina.

Según los protocolos de entrenamiento de investigaciones previas, los jugadores de fútbol realizaron de 2 a 3 sesiones de intervención de HIT por semana durante al menos 6 a 8 semanas además de su entrenamiento habitual que incluye carrera continua de baja intensidad, así como el entrenamiento de fútbol técnico y táctico tradicional. Las sesiones de HIT consisten en carreras o juegos reducidos solamente. Ninguno de ellos usó una combinación de las dos formas.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue: (a) aplicar un protocolo de entrenamiento mixto que incluya una sesión de HIT con carrera y una sesión de HIT con juegos reducidos; y (b) comparar su efectividad con un protocolo de carrera continua de alto volumen y baja intensidad en los parámetros seleccionados de rendimiento cardiovascular y neuromuscular de jugadores de fútbol.

MÉTODOS

Treinta (N = 30) jugadores de fútbol amateurs jóvenes griegos (19 ± 1 años) fueron reclutados para el estudio. Se les informó sobre el propósito, los beneficios y los riesgos del estudio y dieron su consentimiento por escrito para servir como sujetos. El diseño del estudio también fue aceptado por el comité ético local. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a 1 de los 2 grupos experimentales (HIT y CONT) o al grupo de control (CONTROL). El grupo HIT (por sus siglas en inglés, Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad) realizó 2 sesiones intervaladas sem-1. La primera sesión intervalada consistió en series de 15 segundos de carrera al 120% del VO₂máx intercaladas con 15 segundos de recuperación para un período de tiempo de ejercicio total de 8 minutos al 120% del VO₂máx. La segunda sesión intervalada consistió en 4 x 4 min en forma de juegos reducidos aproximadamente al 90% del VO₂máx con un intervalo de recuperación de 3 minutos entre series. El programa de intervención para el grupo CONT (Entrenamiento Continuo de Intensidad Baja-Volumen Alto) fue: (a) una carrera continua por 40 minutos al 75% del VO₂máx para la primera sesión; y (b) un partido de 10 x 10 por 40 minutos durante la segunda sesión. Los otros programas de entrenamiento semanales fueron comunes para ambos grupos. La intervención de entrenamiento duró 8 semanas (16 sesiones de entrenamiento). Su entrenamiento semanal se muestra en la Tabla 1. Antes y después del período de intervención de entrenamiento, los atletas se sometieron a una serie de pruebas de laboratorio y de campo para evaluar la resistencia cardiorrespiratoria, la capacidad de aceleración y sprint, y la fuerza máxima de piernas.

Tabla 1. Entrenamiento Semanal de Grupos Experimentales.

Día	Actividad
Sábado	Partido oficial
Domingo	Descanso
Lunes	1er sesión de HIIT (15 seg al 120% del VO ₂ máx con 15 seg de recuperación, por 8 min), 1er sesión de CONT (40 min de carrera al 75% del VO ₂ máx) + entrenamiento habitual
Martes	Entrenamiento táctico
Miércoles	2da sesión de HIIT (4 x 4 min de juegos reducidos al 90% del VO ₂ máx), 2da sesión de CONT (40 min partido 10 x 10 al 75% del VO ₂ máx) + entrenamiento habitual
Jueves	Entrenamiento táctico
Viernes	Entrenamiento técnico
Sábado	Partido oficial

Procedimientos

Pruebas de Laboratorio

Los sujetos realizaron una prueba incremental para la determinación del VO₂máx, la vVO₂máx y el umbral ventilatorio (VT). Todos los sujetos ayunaron durante 4 horas antes de la prueba. Después de un calentamiento de 5 minutos, se aumentó la velocidad de la cinta caminadora (Techogym runrace 1200, Italia) en 1 km·h⁻¹ cada 2 minutos hasta la fatiga voluntaria. La recolección de gases se realizó durante el último período de 30 segundos de cada etapa de 2 minutos para permitir al sujeto alcanzar el VO₂ en estado estacionario. El consumo de oxígeno se midió usando el método de circuito abierto Bolsas Douglas. El sujeto respiró a través de una válvula de 2 vías Hans-Rudolph 2700 B de baja resistencia. Los gases espirados pasaron a través de un tubo flexible de 340 mm de diámetro y 90 cm de longitud hacia las Bolsas Douglas de 150 litros de capacidad. La concentración de CO₂ y O₂ en el aire espirado se midió utilizando los Analizadores de Oxígeno y Dióxido de Carbono 17630 CO₂ y 17620 O₂ (Vacumed, EEUU). Los analizadores de gases se calibraron continuamente con gases estandarizados (16,15% de O₂, 5,05% de CO₂ y 100% de N₂).

El volumen espirado se midió por medio de un medidor de gas seco (Harvard) previamente calibrado con el flujo de aire estándar con una jeringa de 3 litros. Se registró la presión barométrica y la temperatura del gas y se determinaron los datos de intercambio de gases respiratorios para cada carga de trabajo (es decir, VO₂, VCO₂, VE y R) en un programa

informático desarrollado localmente basado en los cálculos descritos por McArdle, Katch y Katch (24) cuando VEatps, FECO₂ y FEO₂ son conocidos. El valor más alto de VO₂ obtenido durante una prueba de esfuerzo incremental se registró como el VO₂máx del sujeto, que también logró una frecuencia cardíaca dentro de ± 10 latidos·min⁻¹ de FCmáx prevista para la edad, una Tasa de Intercambio Respiratorio (RER) superior a 1,05 y finalmente un puntaje en la finalización de la prueba igual o mayor a 19 en la Escala de Borg de 15 grados.

La potencia de piernas se midió por la altura del salto vertical de un squat jump (SJ) usando el grabador de tiempo de vuelo infrarrojo Optojump (Microgate, Italia). Se requirió que los sujetos permanecieran en una posición estática con un ángulo de flexión de rodilla de 90° durante 2 segundos antes de saltar y se les indicó que ejecutaran un movimiento ascendente rápido seguido de una extensión completa de piernas, con las manos fijas en las caderas. El tiempo de vuelo (t) obtenido se usó para estimar la altura del salto (h) (es decir, $h = gt^2/8$). Se permitió un total de tres intentos, intercalados por 15 a 20 segundos. El mejor intento se retuvo para el análisis.

Para la determinación de la fuerza isocinética máxima de los extensores y flexores de rodilla, se utilizó el dinamómetro isocinético Rev 7000 (Technogym, Italia). Los sujetos se sentaron en posición erguida sobre la silla ajustable del dinamómetro con los hombros, la pelvis y los muslos asegurados con correas para minimizar los movimientos corporales extraños. Antes de probar a cada sujeto, la articulación de la rodilla se posicionó a 90° de flexión (extensión completa definida como 0°). Los sujetos sostuvieron sus brazos en una posición cómoda durante la prueba. La medición de la extensión concéntrica isocinética máxima de rodilla y del torque de flexión de rodilla en ambas piernas se tomaron a velocidades angulares de 60°·seg⁻¹. El rango de extensión de rodilla y contracciones de flexión se realizó de 0 a 90°. Los sujetos realizaron un calentamiento utilizando 3 contracciones concéntricas submáximas, y luego ejecutaron 5 contracciones concéntricas máximas.

Pruebas de Campo

Los sujetos realizaron el RAST (Running Anaerobic Sprint Test) (30) que consistió en seis sprints máximos de 35 m intercalados con una recuperación de 10 segundos para la determinación de la capacidad de sprint repetido. Los tiempos de sprint se midieron usando células fotoeléctricas infrarrojas mono-haz (Microgate, Italia) niveladas ~0,7 m por encima del suelo (es decir, a nivel de la cadera). La posición inicial se estandarizó en una posición dividida con la punta de cada pie preferido hacia delante y 1 m detrás de la línea de inicio.

La agilidad se midió usando el Test de Illinois (21). Se usaron ocho conos para marcar el inicio, el final y los puntos de giro. Los sujetos comenzaron la prueba boca abajo con las manos al nivel de los hombros. La prueba comenzó con el comando "ya" y los sujetos comenzaron a correr lo más rápido posible. La prueba se completó cuando los sujetos cruzaron la línea de meta sin haber golpeado ningún cono. Se realizaron tres pruebas por cada sujeto con el mejor puntaje (tiempo) utilizado para el análisis.

Análisis Estadísticos

Los datos se presentan como medias \pm DE. Para las diferencias entre las intervenciones de entrenamiento, se utilizó un ANOVA bidireccional con medidas repetidas. El nivel de significancia se estableció en $P < 0,05$.

RESULTADOS

No hubo diferencias significativas para los valores medios de VO₂máx, VVO₂máx y vVT entre las dos intervenciones de entrenamiento y el grupo control pre y post entrenamiento (Figuras 1, 2 y 3). Los valores medios para los tiempos de rendimiento del RAST entre grupos no fueron diferentes pre y post entrenamiento, como se muestra en la Tabla 2. Sólo el tiempo t10 m mejoró significativamente en el grupo HIT en comparación con el post entrenamiento del grupo CONTROL ($1,72 \pm 0,07$ vs $1,83 \pm 0,09$ segundos $P < 0,05$, Figura 4). La fuerza isocinética de los extensores de rodilla y los flexores de rodilla en ambas piernas no mejoró con ninguna de las intervenciones de entrenamiento (Tabla 3). Finalmente, no se observaron diferencias significativas para el Test de agilidad de Illinois y el Squat Jump entre los grupos (Tablas 4 y 5).

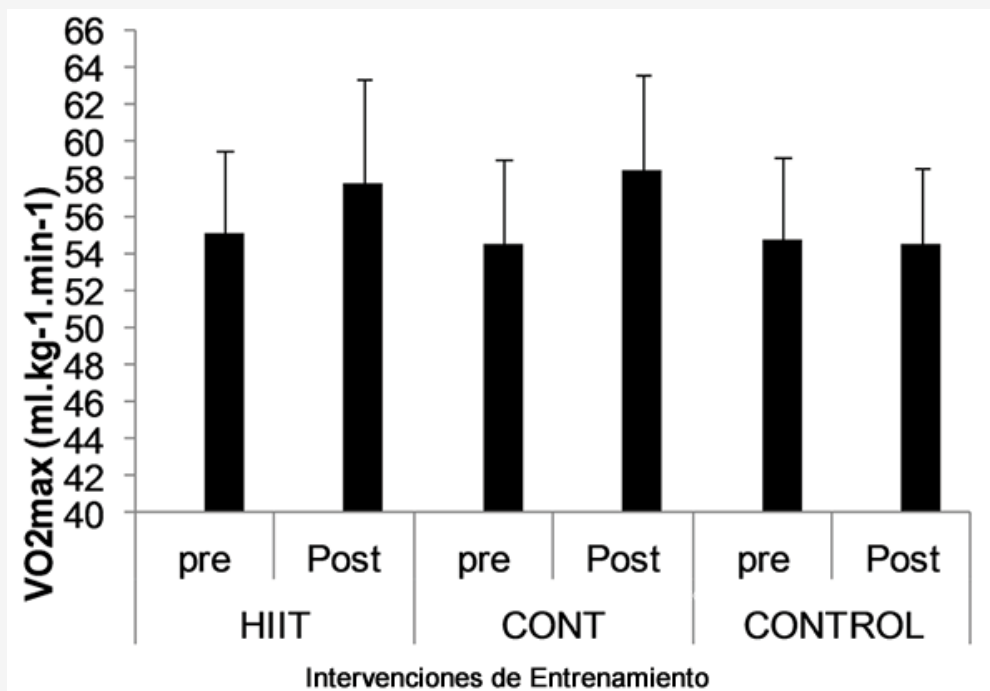


Figura 1. Medias \pm DE Pre y Post del VO₂máx (mL·kg⁻¹·min⁻¹) de las Tres Intervenciones de Entrenamiento (HIIT, CONT y CONTROL).

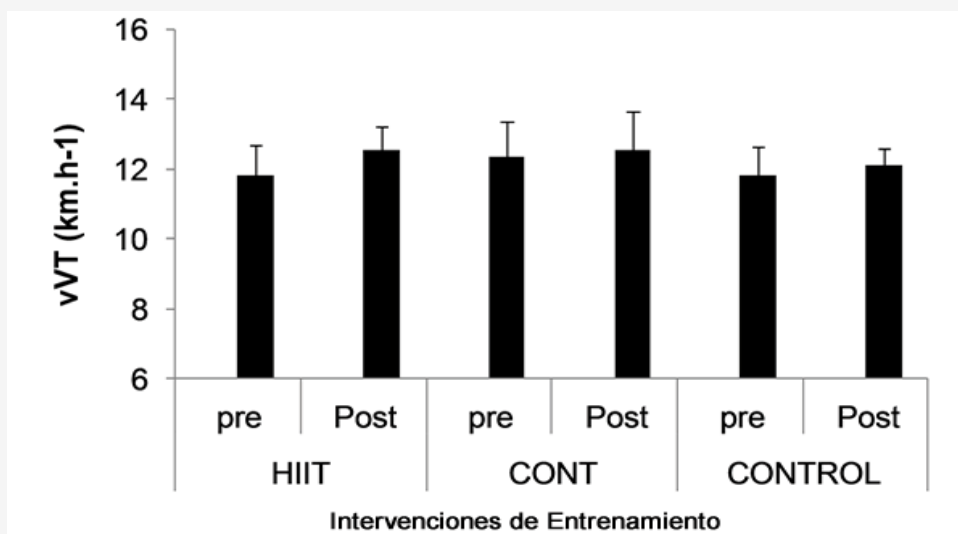


Figura 2. Medias \pm DE Pre y Post de la vVO₂ máx (km·h⁻¹) de las Tres Intervenciones de Entrenamiento (HIIT, CONT y CONTROL).

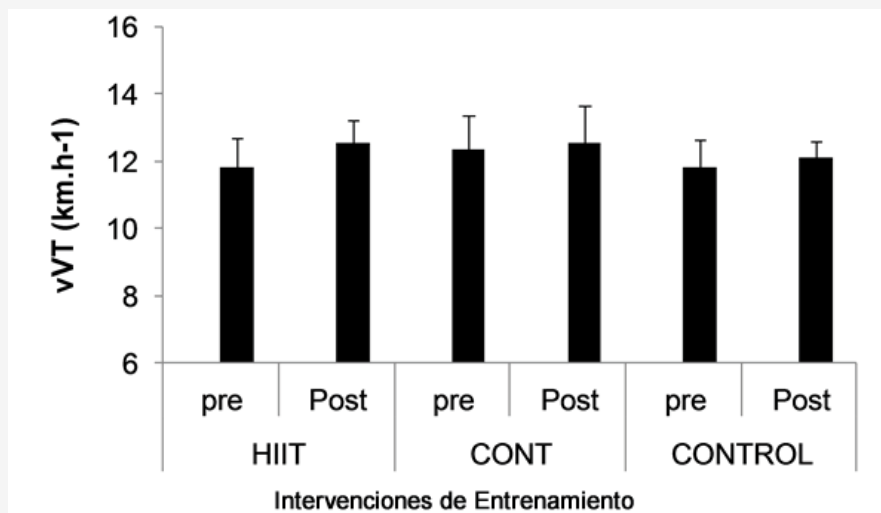


Figura 3. Medias \pm DE Pre y Post de vVT (km.h-1) de las Tres Intervenciones de Entrenamiento (HIIT, CONT y CONTROL).

Tabla 2. Medias \pm DE Pre y Post de t10 m y de Test RAST para los grupos HIIT, CONT y CONTROL.

GRUPOS	HIIT		CONT		CONTROL	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
t10 m (seg)	1,80 \pm 0,07	1,72 \pm 0,07*	1,83 \pm 0,08	1,78 \pm 0,09	1,82 \pm 0,07	1,83 \pm 0,09*
t35 m (seg)	4,87 \pm 0,13	4,95 \pm 0,12	4,95 \pm 0,16	4,99 \pm 0,15	4,96 \pm 0,10	5,02 \pm 0,10

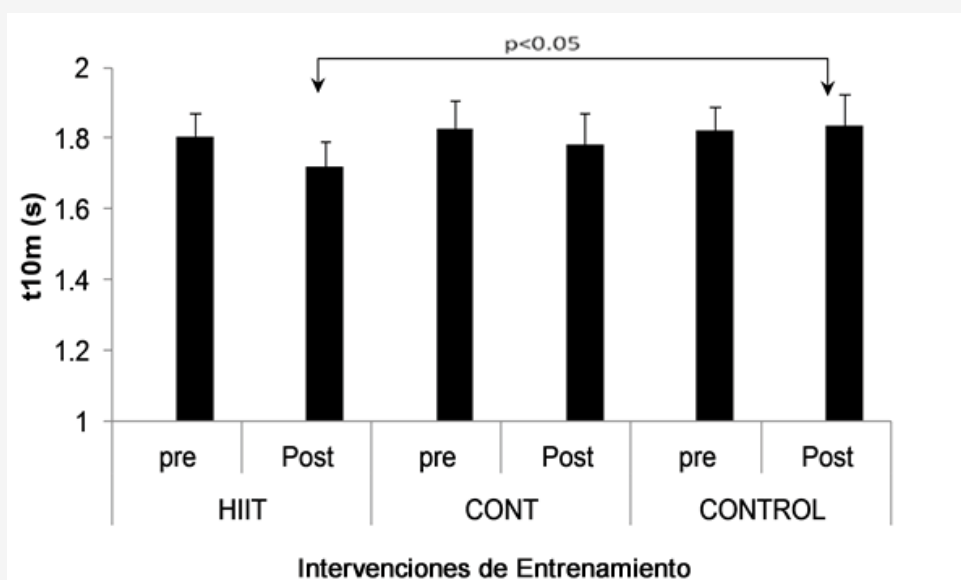


Figura 4. Medias \pm DE Pre y Post de t10 m (seg) de las Tres Intervenciones de Entrenamiento (HIIT, CONT y CONTROL).

Tabla 3. Medias \pm DE de Pre y Post Fuerza Isocinética de los Extensores y Flexores de Rodilla de Ambas Piernas, para los Grupos HIT, CONT y CONTROL.

GRUPOS	HIIT		CONT		CONTROL	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
ERD (Nm·kg ⁻¹)	3,19 \pm 0,29	3,31 \pm 0,26	3,13 \pm 0,19	3,36 \pm 0,24	3,24 \pm 0,38	3,22 \pm 0,42
ERI (Nm·kg ⁻¹)	3,25 \pm 0,31	3,26 \pm 0,35	3,18 \pm 0,42	3,34 \pm 0,49	3,10 \pm 0,33	3,17 \pm 0,38
FRD (Nm·kg ⁻¹)	1,87 \pm 0,23	1,95 \pm 0,26	1,92 \pm 0,21	2,02 \pm 0,33	2,08 \pm 0,36	2,05 \pm 0,37
FRI (Nm·kg ⁻¹)	1,89 \pm 0,22	1,91 \pm 0,21	1,96 \pm 0,32	2,06 \pm 0,37	1,94 \pm 0,35	1,96 \pm 0,36

ERD = Extensores de Rodilla Derecha; **ERI** = Extensores de Rodilla Izquierda; **FRD** = Flexores de Rodilla Derecha; **FRI** = Flexores de Rodilla Izquierda

Tabla 4. Medias \pm DE Pre y Post de la Potencia Media de las Tres Intervenciones de Entrenamiento (HIT, CONT y CONTROL) (Unidades = Watt·kg⁻¹).

GRUPOS	HIIT		CONT		CONTROL	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Potencia Media	9,77 \pm 1,20	9,38 \pm 1,44	9,17 \pm 0,70	8,37 \pm 0,89	8,65 \pm 1,08	8,55 \pm 0,92

Tabla 5. Medias \pm DE Pre y Post de Prueba Illinois de las Tres Intervenciones de Entrenamiento (HIT, CONT y CONTROL).

GRUPOS	HIIT		CONT		CONTROL	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Tiempo (seg)	15,29 \pm 0,35	15,37 \pm 0,40	15,64 \pm 0,35	15,53 \pm 0,41	15,54 \pm 0,42	15,55 \pm 0,40

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados del presente estudio, ni el entrenamiento intervalado de alta intensidad ni el entrenamiento continuo de baja intensidad dieron como resultado cambios significativos en los parámetros de rendimiento cardiovascular seleccionados. Lo mismo se ha demostrado para la potencia muscular, la agilidad, la fuerza muscular y el rendimiento de t35 m. Solo la capacidad de aceleración, que se evaluó con t10 m, mejoró significativamente después del HIT en comparación con el grupo de control. El presente estudio fue el primero en utilizar un protocolo de entrenamiento que combinó dos formas diferentes de entrenamiento intervalado de alta intensidad, carrera y juegos reducidos, en lugar de cada uno por separado (3,8,11,19,28).

La razón de la falta de efectividad del protocolo HIT puede explicarse por la baja frecuencia de entrenamiento (2 veces por semana) utilizada en el presente estudio. Como se informó anteriormente (12, 15, 20), los intervalos de carrera 4 x 4 al 90% de la vVO_2 máx requieren una frecuencia mínima de 2 veces por semana para causar mejoras en el VO_2 máx o el vVT . En cuanto a los juegos reducidos, se informó (20) que las sesiones de ejercicio 4 x 4 con una FC máx de 90 a 95% a 2 veces por semana durante 12 semanas aumentaron significativamente el VO_2 máx y el vVT . Por lo tanto, parece que hay un umbral en la duración de la intervención de entrenamiento por encima de 8 semanas que es necesario para su efectividad.

Además, los protocolos HIT de mayor intensidad (105 a 115% del VO₂máx) y menor duración, en forma de carrera o de juegos reducidos (9 a 24 x 15 a 20 segundos o de 2 a 4 x 2,5 a 4 minutos) durante 9 a 10 semanas son necesarios para mejorar la capacidad de aceleración de los jugadores (4,34). De hecho, está bien establecido que los protocolos HIT de 95 a 100% del VO₂máx que pueden cambiar significativamente el VO₂máx, vVO₂máx, VT o vVT requieren intervalos de ejercicio de 3 a 4 min y una relación ejercicio/pausa de 1/1 o 1/<1. Cuando se usan intervalos más cortos (es decir, 30 a 150 m) a intensidades más altas (110 a 120% vVO₂máx) las características neuromusculares generalmente se ven afectadas (19) y la pausa completa es necesaria. En el estudio de Dellal et al. (8) el HIT con juegos reducidos de 1,5 a 2,5 min de intervalo de duración y el HIT de carrera de 10 a 30 segundos de duración y velocidad máxima, mejoraron de manera similar los parámetros de rendimiento cardiovascular y neuromuscular pero fueron utilizados en diferentes grupos experimentales 2 veces por semana cada uno.

Según Bangsbo (2), el HIT de carrera de 110 a 120% de intensidad máxima de vVO₂ e intervalos más cortos, puede diferenciar significativamente el VO₂máx o VT de los individuos no entrenados. Los sujetos en el presente estudio estaban bien entrenados y es posible que la duración de los intervalos de carrera (15 segundos) no fuera suficiente para promover adaptaciones adicionales. Además de la duración, la intensidad del intervalo es crucial para la optimización del rendimiento en atletas ya entrenados. Dupont et al. (10) sometieron a jugadores de fútbol de élite a dos sesiones de HIT-sem-1, una con 2 x (12-15x15 seg) intervalos de carrera al 120% vVO₂máx y 15 segundos de pausa y una con sprints máximos de 12-15x40 m y 30 segundos de pausa, durante 10 semanas e informaron una mejora del 8,1% en vVO₂máx y una mejora del 3,5% en t₄₀ m. En caso de una intensidad de ejercicio supramáxima, la relación ejercicio/pausa de 1:1 puede no llevar a adaptaciones neuromusculares. Según Mohr y Krstrup (29), los protocolos de entrenamiento de juegos reducidos de 30 segundos de duración de intervalo pueden mejorar simultáneamente la resistencia y la capacidad de sprint cuando se garantiza la pausa completa (relación ejercicio/pausa 1/5).

Hay estudios en los que el HIT en forma de juego reducido se ha comparado con el HIT de carrera o el entrenamiento tradicional de fútbol en el que los resultados mostraron que es igualmente efectivo para mejorar la aceleración y la capacidad de sprint de los jugadores (4,11,16,20). En el presente estudio, es posible que la sesión de HIT de juego reducido haya contribuido a la mejora de t₁₀ m, pero el estímulo no fue suficiente porque se aplicó en combinación con el HIT de carrera.

La falta de efectividad del entrenamiento continuo de intensidad moderada para alterar los parámetros de rendimiento cardiovascular de individuos bien entrenados ya ha sido informada (23). Con respecto a la fuerza máxima y la potencia muscular, el único estudio que encontró que el HIT causó resultados significativos en los parámetros de rendimiento utilizó jugadores jóvenes al comienzo del período de entrenamiento (26). Para las adaptaciones neuromusculares es necesario un entrenamiento de fuerza más específico (3).

La mejora de t₁₀ m mostró que a pesar de que el estímulo de entrenamiento en el presente estudio fue insuficiente, se produjeron algunas adaptaciones neuromusculares (14). Por ejemplo, es más que razonable concluir que hubo un aumento en la expresión de la bomba Na⁺ K⁺, que reduce la pérdida neta de K⁺ de los músculos que trabajan y preserva la excitabilidad celular y el desarrollo de la fuerza. Además, el mejor reclutamiento de músculos agonistas y antagonistas puede haber conducido al resultado antes mencionado.

CONCLUSIONES

Además de algunos índices de mejora de la aceleración (t₁₀ m), la combinación de la intervención de entrenamiento HIT (intervalo de carrera y juegos reducidos) en el presente estudio no modificó significativamente los parámetros de rendimiento cardiovascular y neuromuscular debido a su intensidad y volumen semanal insuficientes.

Dirección de correo: Poulos Stelios, School of Physical Education and Sports Science, Track and Field section, National and Kapodistrian University of Athens, Greece, Ethnikis Adistasis 41, Dafni 17237. Email: steliospoulos@gmail.com

REFERENCIAS

1. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci.* 2006;24(7):665-674.

2. Bangsbo J. (2015). Performance in sports--With specific emphasis on the effect of intensified training. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(4):88-99.
3. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. (2011). Repeated - sprint ability - Part II. *Recommendations for training*. *Sports Med*. 2011;41(9):741-756.
4. Buchheit M, Laursen PB, Kuhnle J, et al. (2009). Game-based training in young elite handball players. *Int J Sports Med*. 2009;30:251-258.
5. Buchheit M, Laursen PB. (2009). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Med*. 2013;43(5):313-338.
6. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol*. 2008;586(1):151-160.
7. Davis JA, Vodak P, Wilmore JH, Vodak J, Kurtz P. (1976). Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *J of Appl Physiol*. 1976;41:544-550.
8. Dellal A, Varliette C, Owen A, Chirico NE, Pialoux V. (2012). Small - sided games versus interval training in amateur soccer players: Effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *J Strength Cond Res*. 2012;26(10):2712-2720.
9. Di Salvo V, Gregson W, Atkinson G, Tordoff P, Drust B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*. 2009;30(3):205-212.
10. Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. (2004). The effect of in - season, high intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res*. 2004;18(3):584-589.
11. Faude O, Steffen A, Kellmann M, et al. (2014). The effect of short-term interval training during the competitive season on physical fitness and signs of fatigue: A crossover trial in high-level youth football players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9(6):936-944.
12. Ferrari Bravo D, Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Wisloff U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med*. 2008;29(8):668-674.
13. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, Raha S, Tarnopolsky MA. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: Similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol*. 2006;15:901-911.
14. Girard O, Mendez-Villanueva A, Bishop D. (2011). Repeated-sprint ability - Part I: Factors contributing to fatigue. *Sports Med*. 2011;41(8):673-694.
15. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(11):1925-1931.
16. Hill - Hass S, Coutts AJ, Dawson BT, Rowsell GJ. (2009). Generic versus small - sided game training in soccer. *J Sports Med Phys Fit*. 2009;48(2):158-165.
17. Hoff J, Wisloff U, Engen LC, Kemi OJ, Helgerud J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *Brit J Sports Med*. 2002;36(3):218-221.
18. Howley ET, Bassett JR, Welch HG. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(9):1292-1301.
19. Iaia FM, Rampinini E, Bangsbo J. (2009). High-intensity training in football. *Inter J Sports Physiol Perf*. 2009;4(3):291-306.
20. Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci*. 2005;23(6):583-592.
21. Katis A, Kellis. (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *J Sports Sci Med*. 2009;8(3):374.
22. Krstrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ, Bangsbo J. (2006). The Yo-Yo IR2 test: Physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(9):1666-1673.
23. Laursen PB, Jenkins DG. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Med*. 2002;32(1):53-73.
24. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (1991). Exercise Physiology, Energy Nutrition and Performance. Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
25. McMiken DF, Daniels JT. (1976). Aerobic requirements and maximum aerobic power in treadmill and track running. *Med Sci Sports*. 1976;8(1):14-17.
26. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British J Sports Med*. 2005;39(5):273-277.
27. Midgley AW, McNaughton LR, Wilkinson M. (2006). Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? *Sports Med*. 2006;36 (2):117-132.
28. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*. 2003;21(7):519-528.
29. Mohr M, Krstrup P. (2016). Comparison between two types of anaerobic speed endurance training in competitive soccer players. *J Human Kinetics*. 2016;2(51):183-192.
30. Ramírez-Campillo R, Vergara-Pedrerros M, Henríquez-Olguín C, Martínez-Salazar C, Alvarez C, Nakamura FY, De La Fuente CI, Caniuqueo A, Alonso-Martinez AM, Izquierdo M. (2016). Effects of plyometric training on maximal-intensity exercise and endurance in male and female soccer players. *J Sports Sci*. 2016;34:687-693.
31. Rampinini E, Sassi A, Morelli A, Mazzoni S, Fanchini M, Coutts AJ. (2009). Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Appl Physiol Nutri Metab*. 2009; 34(6):1048-1054.
32. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Coutts AJ, Wisloff U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):227-233.
33. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*.

2000;18(9):669-683.

34. Schneiker K, Bishop D. (2008). The effects of high-intensity interval training vs intermittent sprint training on physiological capacities important for team sport performance. In: Burnett A, editor. *Science and Nutrition in Exercise and Sport. Melbourne (VIC): Exerc Sport Sci Aust.*
35. Tysvaer A, Storli O. (1981). Association football injuries to the brain. A preliminary report. *British J Sports Med.* 1981;15(3):163-166.

Cita Original

Stelios Poulos, Elias Zacharogiannis, Giorgos Paradisis, Myrsini Kolyfa, Vasilis Danias, Agela Tsopanidou, Maria Maridaki (2018) High Intensity Interval Training Does Not Improve Cardiorespiratory Parameters in Trained Young Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology* on line 21 (3) 34-45