

Sport Performance

Efectos Fisiológicos del Entrenamiento del HIIT en Futbolistas Jóvenes: Una Revisión Sistemática

Physiological Effects of HIIT Training on Young Football Players: A Systematic Review

García-Muñoz, Jonatan.¹, Iván-Baragaño, Iyán.¹

¹Faculty of Sport Sciences, Universidad Europea de Madrid

Dirección de contacto: iyan.ivan@universidadeuropea.es

Iyán Iván Baragaño

Fecha de recepción: 12 julio de 2023

Fecha de aceptación: 25 de julio de 2023

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue conocer los efectos fisiológicos del entrenamiento del HIIT en futbolistas jóvenes. Para ello, se llevó a cabo una revisión sistemática en las bases de datos MEDLINE Complete, Academic Search Ultimate y SPORTDiscus. Tras el análisis de los registros obtenidos, 9 estudios fueron seleccionados por cumplir con los criterios de selección. Se encontraron evidencias de que el HIIT es beneficioso para mejorar el sprint lineal y la altura en salto, así como para aumentar los niveles de hematocrito y con ello conseguir una mejor eficiencia en los umbrales de potencia anaeróbica, una disminución de la frecuencia cardiaca, una mejora en la capacidad oxidativa muscular y una reducción de la Miostatina, consiguiendo con esto un mejor desarrollo de los músculos. Por el contrario, se ha podido comprobar que con otros métodos de entrenamiento como los juegos en espacio reducido, la mejoría en aspectos con balón es más eficiente y el grado de satisfacción es mayor que con el entrenamiento del HIIT. Estos resultados pueden ser importantes a la hora de diseñar tareas de entrenamiento en base al periodo de la temporada.

Palabras Clave: fútbol, HIIT, HIT, entrenamiento de intervalos de intensidad, entrenamiento de alta intensidad, jóvenes, cantera.

ABSTRACT

The aim of this work was to discover the physiological effects of HIIT training in young soccer players. For this purpose, a systematic review was carried out in the MEDLINE Complete, Academic Search Ultimate and SPORTDiscus databases. After the analysis of the records obtained, 9 studies were selected because they met the selection criteria. Evidence was found that HIIT improves linear sprinting and jumping height, as well as increasing hematocrit levels and thereby achieving better efficiency in anaerobic power thresholds, a decrease in heart rate, an improvement in muscle oxidative capacity and a reduction in myostatin, thereby achieving better muscle development. On the contrary, we have been able to verify that with other training methods such as games in reduced space, the improvement in aspects with the ball is more efficient and the degree of satisfaction is greater than with HIIT training. These results can be important when designing training tasks based on the period of the season.

Keywords: football, soccer, HIIT, HIT, intensity interval training, high intensity training, youth, academy.

INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte con una elevada frecuencia esfuerzos cortos de alta intensidad (Fang et al., 2021; Sánchez-Sánchez et al., 2017). Por ello, los futbolistas necesitan un acondicionamiento físico y fisiológico para llegar a conseguir un rendimiento óptimo siendo determinante un metabolismo aeróbico y anaeróbico eficiente. El entrenamiento de intensidad moderada (MIT) ha sido tradicionalmente el método más usado, el cual consistió tradicionalmente en la carrera continua a una intensidad entre el 55-75% del VO₂ Máx., aumentando en algunos sujetos el pico de VO₂ en un 21,5% (Fang et al., 2021).

En los últimos años, diferentes investigaciones han analizado los datos fisiológicos del partido para identificar las demandas de la competición (Oliva-Lozano et al., 2021) y gracias a la evolución de los sistemas de GPS se ha tenido la oportunidad de cuantificar las exigencias de los partidos (Cummins et al., 2013). En esta línea, los jugadores de élite suelen correr durante un partido una media de entre 10 y 14 km, recorriendo un 8% de esta distancia por encima de los 21 km/h (Oliva-Lozano et al. 2021; Marzouki et al., 2023). Por otro lado, además de las adaptaciones metabólicas necesarias, el entrenamiento en fútbol debe buscar una serie de adaptaciones a nivel muscular. En este sentido, el músculo esquelético tiene mucha plasticidad y es capaz de adaptarse a diferentes ejercicios debido a estímulos inducidos por el entrenamiento y el tipo y la magnitud de estas adaptaciones afectan directamente en los esfuerzos de alta intensidad (Fransson et al., 2018).

Entre todos los sistemas de entrenamiento actuales el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) ha tomado cierta relevancia por diferentes motivos como el ahorro de tiempo para el entrenamiento (Howard & Stavrianeas, 2017) o la variedad en sus entrenamientos. El HIIT, según Stöggl et al. (2022), consiste en series repetidas de esfuerzos de alta intensidad continuado de periodos de recuperación activa o pasiva de duración produciendo altos niveles de estrés metabólico y carga neuromuscular y musculoesquelética. Debido a estos requerimientos, estos autores proponen separar sesiones de HIIT con 48 h de diferencia para garantizar una adecuada recuperación. Entre sus ventajas, se debe tener en cuenta que las sesiones de HIIT demandan un menor tiempo, sin perder su eficacia para mejorar la capacidad aeróbica si se las compara con las sesiones de alto volumen y baja intensidad (Stöggl et al., 2022). En la misma línea que otros estudios, Faude et al. (2014) comprobaron que, el ejercicio intermitente determina una mejora de la VO₂ máxima en deportistas que ya tienen una buena salud, aspecto que puede hacer pensar que el uso del HIIT podría ser beneficioso para los jugadores jóvenes de fútbol (sub-21).

En el caso de futbolistas adultos parece existir cierta evidencia de que un entrenamiento HIIT tiene efectos positivos en el rendimiento físico de los futbolistas de alto nivel (Polo-Benítez y Otero-Saborido, 2017), si bien es cierto que todavía no está demostrada la eficacia de la inclusión de este tipo de entrenamientos dentro del periodo competitivo, debido a la alta fatiga neuromuscular que este tipo de entrenamiento genera. Por otro lado, cuando se habla de futbolistas jóvenes, sobre todo en categorías U21, el conocimiento sobre la influencia del HIIT sobre los parámetros de rendimiento aún no está clara. Esto supone un nicho de conocimiento de elevada importancia debido a las elevadas exigencias fisiológicas a las que se ven sometidos estos deportistas durante la competición (Howard & Stravineas, 2017).

Por todo lo anterior, se considera justificada la elaboración de una revisión sistemática sobre los efectos fisiológicos del entrenamiento del HIIT en futbolistas de entre 17 y 21 años. De esta forma, el objetivo principal de este trabajo fue la conocer los efectos fisiológicos del entrenamiento del HIIT en futbolistas masculinos jóvenes. De forma secundaria, los

objetivos perseguidos fueron: i) Conocer cómo influye HIIT en el VO₂ y VO₂Máx de los jugadores sub-21, ii) Conocer cómo influye HIIT en el VO₂ y VO₂Máx de los jugadores sub-21, iii) Analizar el cómo se comporta el músculo esquelético tras un programa de entrenamiento de HIIT y iv) Comparar los efectos del HIIT y SSG de futbolistas de entre 17 y 21 años.

METODOLOGÍA

Diseño y estrategia de búsqueda

Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura existente sobre los efectos fisiológicos del entrenamiento del HIIT en futbolistas de entre 17 y 21 años siguiendo las recomendaciones propuestas por la guía PRISMA (Page et al., 2021). La búsqueda bibliográfica fue realizada por el primer autor del trabajo en marzo de 2023 en las bases de datos: MEDLINE Complete [www.medline.com], Academic Search Ultimate [https://search.ebscohost.com] y SPORTDiscus [https://sportdiscus.ebscohost.com]. La ecuación de búsqueda utilizada fue: “football OR soccer” AND “HIIT OR HIT OR intensity interval training OR high intensity training” AND “youth OR adolescents OR young people OR teen OR young adults”.

Criterios de inclusión y exclusión

Únicamente fueron analizados aquellos artículos que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: i) haber sido publicado del 2013 en adelante, ii) que el objetivo principal fuera analizar los efectos del HIIT en futbolistas, iii) que la muestra estuviera compuesta por jugadores con edades comprendidas entre los 17 y los 21 años y, iv) que la muestra estuviera compuesta únicamente por futbolistas varones.

Con el objetivo de comprobar la validez de los estudios analizados, se utilizó la escala PEDro [https://pedro.org.au/] aceptada científicamente para evaluar la calidad de los estudios en el ámbito del deporte y la fisioterapia (Morton, 2009). Todos los artículos incluidos en esta revisión sistemática obtuvieron una puntuación entre 4 y 7 en la escala PEDro.

RESULTADOS

En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo en el que se detalla el proceso de selección de los artículos en base a los criterios de inclusión y exclusión. En la Tabla 1 se presentan los estudios analizados finalmente en este estudio incluyendo variables analizadas, metodología, principales resultados y conclusiones.

Figura 1. Diagrama de flujo

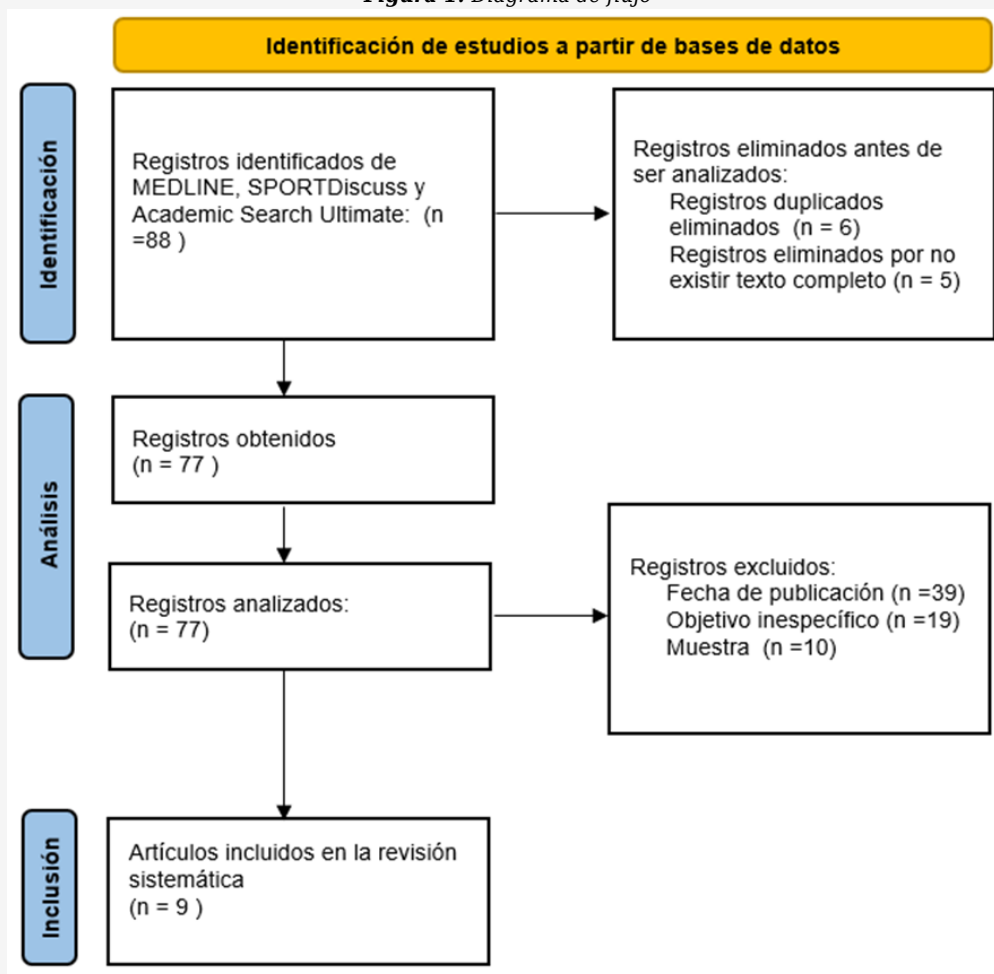


Tabla 1. Tabla resumen de los estudios analizados

Artículo	Muestra	Método	Resultados	Conclusiones
Barahona-Fuentes, et al. (2019)	24 futbolistas jóvenes (edad: 14,3 ± 0,7 años; peso: 62,7 ± 13,0 kg)	Estudio experimental: 24 futbolistas aficionados jóvenes divididos en dos grupos: GC (n=12) y GE (n=12)	El peso (kg) y el IMC presentaron un aumento significativo entre el pretest y post test sólo para el GE ($p < 0,001$; TE = ,182 y $p < 0,0001$; TE = ,287) respectivamente. No se observaron cambios en GC.	El entrenamiento pliométrico basado en HIIT es una herramienta efectiva para incrementar la h de salto y Pp en futbolistas jóvenes.
Clemente, et al. (2022)	Cuarenta jugadores de fútbol (edad: 16,4 ± 0,5 años)	Estudio paralelo aleatorizado.	SBJ significativamente menor y THT en el grupo SSG tras el periodo de reentrenamiento. SSG presentó significativamente mayor FM tras el reentrenamiento en comparación con HIIT. Además, SSG presentó valores significativamente menores que HIIT en el ZZwB, pero tiempos mayores en el ZZwB y 3CRT.	Sólo el HIIT fue significativamente eficaz para restaurar el SBJ, la velocidad del sprint lineal corto y el cambio de dirección en comparación con el valor inicial. HIIT también fue significativamente mejor que SSG en la mejora de SBJ y ZwoB.
Fang, et al. (2021)	27 participantes en el grupo HIIT y 29 en el grupo MICT.	Diseño cuasiexperimental con asignación por conveniencia a grupo HIIT y MIT	VO ₂ Máx. aumentó en el post entreno (en MIT y en HIIT). Umbral anaeróbico aumentó después del entrenamiento del HIIT. La fuerza muscular aumentó tras el entrenamiento tanto en el grupo HIIT como en el MICT	Parámetros de rendimiento mejoraron la aptitud cardiorrespiratoria en los grupos HIIT y MICT.
Fransson et al. (2018)	39 futbolistas masculinos (21,1 ± 2,4 años; altura 184 ± 7 cm; masa corporal 77,5 ± 7,8 kg) 3ª división sueca	Ensayo controlado aleatorizado. Se aleatorizó a los jugadores de los dos equipos y posición de juego.	Na ⁺ - K ⁺ ATPasa subunidad α1 en SET y SSG (19 y 37%, respectivamente). Proteína MCT4 aumentó en un 30 y un 61% en SET y SSG, respectivamente. Mientras que la expresión de la proteína GLUT-4 aumentó en un 40% sólo en SSG	Se observaron mejoras en la capacidad oxidativa del músculo esquelético y el ejercicio de rendimiento en mayor medida que el entrenamiento de intensidad moderada.
Karaküçük, et al. (2021)	15 participantes futbolistas jóvenes	Estudio longitudinal prospectivo	Aumentos significativos presión arterial sistólica ($r = 0,599$, $P = 0,018$).	Un programa HIIT de 6 semanas con tres sesiones de ejercicio por semana no pareció alterar ni las medias de VD, FAZd CMT o SFCT, mientras que VDd central y VDcc central aumentaron notablemente.
Marzouki, H. et al. (2023)	40 jóvenes jugadores de fútbol masculino	Ensayo Controlado Aleatorizado con dos grupos experimentales y grupo control	del grupo de entrenamiento en base a COD en comparación a LST (sprint lineal) y CONT (grupo control). Se observó un efecto principal del grupo de entrenamiento para CODB (test 15 m. con balón) con CODT, que indujo un mejor rendimiento que LST y CONT). que LST y CONT	Los resultados sugieren que los programas de entrenamiento con balón fueron más eficaces para mejorar los niveles de condición física de los jugadores juveniles durante el período de temporada

Oliva-Lozano, J. M. et al. (2021)	Veinticinco jugadores de fútbol sub-19 (edad: 18,2 ± 0,87 años)	Estudio longitudinal prospectivo de cohortes.	Los partidos oficiales registraron mayores demandas con un tamaño del efecto moderado en HSRD, SP, MS y PL	Los perfiles presentados podrían ser útiles para futuros fines prácticos
Selmi, et al. (2020)	16 jugadores (edad = 17,5 ± 0,6 años). en fútbol competitivo.	Estudio experimental aleatorizado	HIIT y SSG no mostraron diferencias significativas en las respuestas de FC, RPE y [La]. La puntuación PACES fue mayor en SSG en comparación con HIIT.	Las sesiones HIIT y SSG indujeron respuestas fisiológicas similares, Los SSG indujeron un mayor nivel de disfrute que el HIIT.
Ziyaiyan, et al. (2023)	21 jugadores de fútbol masculinos	Diseño cuasiexperimental con asignación a grupos por conveniencia	No hubo diferencias significativas en los valores séricos en reposo de Miogenina, pero sí en los valores séricos en reposo de miostatina entre los grupos de entrenamiento y control después de ocho semanas de HICT.	Ocho semanas de HICT pueden disminuir los valores séricos en reposo de miostatina pero no cambiar los valores de suero en reposo de miogenina en futbolistas adolescentes masculinos.

DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión sistemática ha sido analizar el efecto fisiológico de futbolistas jóvenes de entre 17 y 21 años con respecto al entrenamiento del HIIT, de igual modo y como objetivos secundarios se ha buscado i) examinar el VO₂ y VO₂Máx. de los jugadores de la muestra, ii) Identificar fortalezas y debilidades del entrenamiento del HIIT, iii) analizar la mejoría o no del músculo esquelético, iv) comparar los efectos del HIIT y SSG.

Se ha podido comprobar que tras el entrenamiento del HIIT en comparación con los grupos control (GC) existen algunas mejoras que reseñar a nivel generalizado. De esta forma, el VO₂ pico mejoró en HIIT y entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT), pero el umbral anaeróbico y la recuperación de la frecuencia cardiaca mejoraron significativamente tan sólo en el grupo HIIT (Fang et al., 2021). En cambio, según Karaküçük et al. (2021) la presión arterial sistólica y diastólica y la saturación de oxígeno no cambiaron significativamente en aquellos sujetos sometidos a un entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación al grupo control.

Por otro lado, si se compara la eficacia de un programa de entrenamiento descontextualizado mediante un método HIIT y el entrenamiento en base a los juegos reducidos contextualizados a la situación de juego (SSG) los grupos HIIT y SSG no mostraron diferencias significativas en las respuestas de frecuencia cardiaca (FC) y esfuerzo percibido (Selmi et al., 2020). Si bien se pudo observar una mejora significativa en los niveles de hematocrito en aquellos sujetos sometidos a un entrenamiento interválico (Karaküçük et al., 2021). En la misma línea el VO₂ máximo aumentó de forma significativa tras llevar a cabo los programas de entrenamiento tanto en el grupo MIT ($p = .012$) y el grupo HIIT ($p = .028$) si bien el umbral anaeróbico aumentó únicamente después del entrenamiento del HIIT ($p = .025$) (Fang et al., 2021).

Otro aspecto importante a destacar fue la mejoría de los grupos musculares implicados en el entrenamiento del HIIT. En esta línea según Ziyaiyan et al. (2023) no hubo diferencias significativas en los valores del examen de sangre en reposo de Miogenina ni tampoco en la respuesta aguda de los valores séricos de Miogenina y Miostatina a la prueba aeróbica máxima, pero sí en los valores séricos en reposo de Miostatina entre los grupos de entrenamiento y control pasadas las ocho semanas de HICT (High Intensity Circuit Training). A su vez el análisis entre el grupo HIIT y el grupo SSG reveló un salto horizontal bilateral (SBJ) y una prueba de triple salto significativamente menor en el grupo SSG tras el periodo de reentrenamiento (Clemente et al., 2022). En esa línea y aún mejor detallado por las biopsias que se realizaron en su estudio antes y después de su intervención, Fransson et al. (2018) afirmaron que la capacidad máxima de la actividad enzimática aumentó en un 18% solo en el grupo de trabajo de 6-10 carreras de 30 segundos con 3 minutos de recuperación entre carrea y carrera (SET), demostrando una mejora mayor que SSG, mientras que la actividad 3-Hidroxiacil-CoA-Dehidrogenasa aumentó en un 24% en ambos grupos. La expresión de la proteína NA⁺-K⁺ ATPasa aumentó en SET y SSG (19 y 37%, respectivamente), mientras que la expresión de la proteína MCT4 aumentó en un 30% en el grupo SET y un 61% en el grupo SSG (Fransson et al., 2018). En la línea de estudios anteriores con mejorías del músculo esquelético Fang et al. (2021) demostraron que la fuerza isocinética mejoró de manera notable en el grupo HIIT a 60°/s y en el grupo MICT a 240°/s.

En sintonía con lo comentado anteriormente Clemente et al. (2022) obtuvieron los siguientes resultados: el grupo SSG

presentó significativamente mayor altura, masa corporal y masa grasa tras el reentrenamiento en comparación con HIIT. Además, el grupo SSG presentó valores significativamente menores que HIIT en el zig-zag con balón, pero tiempos mayores en el zig-zag sin balón y en la prueba de carrera en 3 esquinas pudiendo ser el HIIT un método de entrenamiento efectivo para la mejoría de ciertos aspectos del juego de manera individual, todos con mejoría a nivel físico sin balón, apreciando carencias en este sistema de entrenamiento en pruebas que se realizaban con balón.

Continuando con los análisis de mejorías de Test en cuanto al enfoque muscular y a la ganancia de eficiencia en el salto, Barahona-Fuentes et al. (2019) observaron que la altura en el Test de Sargent presentó un aumento significativo después del entrenamiento del HIIT sólo para el grupo experimental (GE). En relación con los picos de potencia (Pp), sólo aquellos jugadores que realizaron un entrenamiento interválico de alta intensidad presentaron un aumento significativo post intervención. Sin embargo, ninguno de los sistemas analizados y estudiados mejoraron la composición corporal de manera evidente (Clemente et al., 2022; Fang et al., 2021). No así en la capacidad aeróbica y potencia anaeróbica, en este caso en todo momento se apreció una mejora con el sistema de entrenamiento que se use, siendo más notable en la potencia máxima anaeróbica Wingate (test anaeróbico que consiste en realizar un tiempo determinado un esfuerzo máximo por poco tiempo) que había aumentado significativamente en las series 1, 2 y 3 en el grupo HIIT, pero sólo mostró una mejora significativa en la serie 1 en el grupo MICT (Fang et al., 2021).

Referente a los métodos usados de HIIT, con y sin balón y con cambios de dirección o en línea recta, se encontró un efecto principal del grupo de entrenamiento para el test 505 con sprint con cambio de dirección (CODT) el cual indujo un mejor rendimiento que sprint lineal (LST) y grupo control. Además, se observó un efecto principal del grupo de entrenamiento para el test 15 m. con balón con CODT, que indujo un mejor rendimiento que LST y grupo control (Marzouki et al., 2022). Por todo lo anterior, se puede pensar que el HIIT en sprint lineal sólo sería efectivo si se busca la mejora de un aspecto de alta intensidad repetida (Fransson et al., 2018). Esto lo podemos correlacionar con que la puntuación PACES (Escala de Disfrute de la Actividad Física) fue mayor en SSG que en HIIT (Selmi et al., 2020). Siendo HIIT más efectivo que en la mejora del Sprint lineal pero no para una mejoría en los cambios de dirección (COD) o para ganar altura en el salto vertical. Por lo que se recomienda al lector que, puede alternar un sistema u otro en función del objetivo que persiga en su entrenamiento.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta que el HIIT ha demostrado mejoras en la FC, la potencia anaeróbica, la altura de salto, pico de potencia y aumento de rendimiento en los sprints lineales y los SSG han demostrado una mayor eficacia que el HIIT en la mejora de los sprints con cambios de dirección y en las acciones con balón, la principal línea de investigación futura debería tratar de responder a cuál de los dos métodos es capaz de mejorar en mayor medida el rendimiento en competición. Para ello, teniendo en cuenta la dinámica holística y no lineal sobre la que el fútbol está sustentado, tratar de responder a cuestiones como ¿Supone una mejora analítica del rendimiento físico un mejor rendimiento en competición? ¿Puede ser más eficaz el entrenamiento mediante juegos en espacio reducido a la hora de incrementar la eficacia técnica y táctica, a pesar de que las mejoras condicionales sean menores? Para dar respuesta a estas preguntas, deberán plantearse estudios desde una perspectiva ecológica en los que el jugador sea analizado, no solo desde un enfoque analítico, sino atendiendo a la globalidad del deporte objeto de estudio.

Por último, teniendo en cuenta que el fútbol femenino cada vez tiene una presencia más notable y existe un crecimiento enorme en la participación en el fútbol de mujeres y niñas, sería conveniente el estudio de los efectos fisiológicos del entrenamiento del HIIT en el sexo femenino por su diferencia hormonal y fisiológica con respecto de los hombres.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de este trabajo fueron las siguientes: i) El HIIT aumentó el umbral anaeróbico y la potencia, por lo que el HIIT a corto plazo podría ser una estrategia de entrenamiento eficiente en el tiempo, ii) Los niveles de Hematocrito aumentaron notablemente. La FC y la presión intraocular disminuyeron. Debido a esa mejora en niveles de Hematocritos el HIIT mejoró la capacidad oxidativa muscular y el rendimiento del ejercicio de forma más pronunciada que el entrenamiento de SSG, iii) El HIIT puede disminuir los valores séricos en reposo de Miostatina. Esto puede beneficiar a que los tejidos musculares se encuentren con una menor limitación para su crecimiento y a su vez favorezca su aumento en el desarrollo normal de los músculos, iv) El entrenamiento pliométrico basado en HIIT es una herramienta efectiva para incrementar la altura de salto y el pico de potencia, v) Visto que el disfrute es más satisfactorio en los SSG que en el

entrenamiento del HIIT, se intuye que se puede alternar un sistema u otro en función del objetivo que se persiga en el entrenamiento. Los programas de entrenamiento con balón son más eficaces para mejorar los niveles de condición física de los jugadores jóvenes durante el periodo de temporada.

REFERENCIAS

- Barahona-Fuentes, D. G. F., Huerta Ojeda, Á., & Galdames Maliqueo, S. A. (2019). Influencia de la pliometría basada en un Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad sobre la altura de salto y pico de potencia en futbolistas Sub - 17. *Educación Física y Ciencia*, 21(2), 1-11. <https://doi.org/10.24215/23142561e080>
- Clemente, F. M., Soyly, Y., Arslan, E., Kilit, B., Garrett, J., van den Hoek, D., Badicu, G., & Filipa Silva, A. (2022). Can high-intensity interval training and small-sided games be effective for improving physical fitness after detraining? A parallel study design in youth male soccer players. *Sport Medicine and Rehabilitation*, 10, e13514. <https://doi.org/10.7717/peerj.13514>
- Consejo Superior de Deportes (2021). Federaciones y asociaciones deportivas españolas licencias. <https://www.csd.gob.es/es/federaciones-y-asociaciones/federaciones-deportivas-espanolas/licencias>
- Consejo Superior de Deportes (2021). Licencias por sexo 2007-2021. <https://www.csd.gob.es/sites/default/files/media/files/2022-05/Licencias%20por%20sexo%202007-2021>
- Cummins C, Orr R, O'Connor H, & West C. (2013). Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025-1042. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2>
- Drust B, Cable N, & Reilly T. (2000). Investigation of the effects of the pre-cooling on the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise, *European Journal of Applied Physiology*, 81(1-2), 11-17. <https://doi.org/10.1007/PL00013782>
- Fang, B., Kim, Y., & Choi, M. (2021). Effect of Cycle-Based High-Intensity Interval Training and Moderate to Moderate-Intensity Continuous Training in Adolescent Soccer Players. *Healthcare*, 9(12), 1628. <https://doi.org/10.3390/healthcare9121628>
- Faude, O., Steffen, A., Kellmann, M., & Meyer, T. (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. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 936-944. <http://dx.doi.org/10.1123/ijspp.2013-0429>
- FIFA (2023). El Fútbol Une el Mundo. Informe Anual de 2022. <https://digitalhub.fifa.com/m/133461df04d6c4ef/original/FIFA-Annual-Report-2022-El-Futbol-Une-El-Mundo.pdf>
- Fransson, D., Nielsen, T. S., Olsson, K., Christensson, T., Bradley, P. S., Fatouros, I. G., Krstrup, P., Nordborg, N. B., & Mohr, M. (2018). Skeletal muscle and performance adaptations to high-intensity training in elite male soccer players: speed endurance runs versus small-sided game training. *European Journal of Applied Physiology*, 118(1), 111-121. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3751-5>
- Howard, N. & Stavrianeas, S. (2017). In-Season High-Intensity Interval Training Improves Conditioning In High School Soccer Players. *International Journal of Exercise Science*, 10(5), 713-718.
- Iván-Baragaño, I. (2021). Análisis de la fase ofensiva en fútbol femenino: hacia una comprensión del proceso ofensivo desde el paradigma mixed methods (Analysis of the offensive phase in women's football: towards an understanding of the offensive process from mixed methods paradigm). *Tesis doctoral, Universidade da Coruña* <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/30786>
- Karaküçük, Y., Okudan, N., Bozkurt, B., Belviranlı, M., & Tobakçal, F. (2021). Evaluation of the effect of high-intensity interval training on macular microcirculation via swept-source optical coherence tomography angiography in young football players. *Indian Journal of Ophthalmology*, 69(9), 2334-2339. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_3079_20
- Karaküçük, Y., Okudan, N., Bozkurt, B., Belviranlı, M., & Tobakçal, F. (2021). Evaluation of the effect of high-intensity interval training on macular microcirculation via swept-source optical coherence tomography angiography in young football players. *Indian Journal of Ophthalmology*, 69(9), 2334-2339. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_3079_20
- Mallo, J., & Navarro, E. (2008). Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(2), 166. <https://doi.org/10.1080/02640410400021245>
- Marzouki, H., Ouergui, I., Cherni, B., Ben Ayed, K., & Bouhlel, E. (2023). Effects of different sprint training programs with ball on explosive, high-intensity and endurance-intensive performances in male young soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(1), 123-131. <https://doi.org/10.1177/17479541211072225>
- Ministerio de Cultura y Deporte (2021). Estadística de deporte federado 2021. <https://www.culturaydeporte.gob.es/dam/jcr:6b7e9a1a-e3e5-4b45-8ae5-6f187b50235f/estadistica-de-deporte-federado>
- Morton, N.A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australoan Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129-133. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1)
- Oliva-Lozano, J. M., Gómez-Carmona, C. D., Pino-Ortega, J., Moreno-Pérez, V., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2021). Match and Training High Intensity Activity-Demands Profile during a Competitive Mesocycle in Youth Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 75(1), 195-205. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0050>
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Ganville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S.,... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Sánchez-Sánchez, J., Guillén-Rodríguez, J., Martín-Gacía, D., Romo-Martín, D., Barrueco-García, D. & Bores-Cerezal, A.J. (2017). Efectos de un entrenamiento con cargas excéntricas en fútbol sala. *Sport TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*,

6(1), 57-66. <https://doi.org/10.6018/280411>

- Selmi, O., Ouergui, I., Levitt, D. E., Nikolaidis, P. T., Knechtle, B., & Bouassida, A. (2020). Small-Sided Games are More Enjoyable Than High-Intensity Interval Training of Similar Exercise Intensity in Soccer. *Open Access Journal of Sports Medicine, 11*, 77-84. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S244512>
- Statista (2022). FIFA: ingresos por concesión de licencias de marca 2007-2021. <https://es.statista.com/estadisticas/504230/ingresos-anuales-de-la-fifa-obtenidos-por-la-concesion-de-licencias-de-uso-de-marca/>
- Stöggl, T., Blumkaitis, J. C., Strepp, T., Sareban, M., Simon, P., Neuberger, E. W. I., Finkenzeller, T., Nunes, N. S., Aglas, L., & Haller, N. (2022). The Salzburg 10/7 HIIT shock cycle study: the effects of a 7-day high-intensity interval training shock microcycle with or without additional low-intensity training on endurance performance, well-being, stress and recovery in endurance trained athletes—study protocol of a randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation, 14*(1), 84. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00456-8>
- UEFA (2022). Las promesas a seguir en 2022. *La página web oficial del fútbol europeo*. <https://es.uefa.com/uefachampionsleague/news/0271-142ad2002e93-f8d28dd17ad7-1000--las-40-promesas-a-seguir-en-2022-de-uefa-com/>
- Ziyaiyan, A., Kordi, M., Hofmeister, M., Chamari, K., Moalla, W., & Gaeini, A. A. (2023). High-intensity circuit training change serum myostatin but not Miogeninaenin in adolescents' soccer players: a quasi-experimental study. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation, 15*(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00627>