

# Impacto del Ejercicio Intenso en los Niveles de Interleucina-6 en Futbolistas Semi-Profesionales: Un Estudio Comparativo entre Adultos y Niños

Impact of Intense Exercise on Interleukin-6 Levels in Semi-Professional Football Players:  
A Comparative Study between Adults and Children

Joaquin Reverter-Masia<sup>1,2</sup>; Rafel Cirer-Sastre<sup>1,3</sup>; Carme Jové-Deltell<sup>1,2</sup>; Francesc Corbi-Soler<sup>1,3</sup>;  
Isaac López-Laval<sup>1,4</sup> & Vicenç Hernández-González<sup>1,2</sup>

---

REVERTER-MASIA, J.; CIRER-SASTRE, R.; JOVÉ-DELTELL, C. J.; CORBI-SOLER, F.; LÓPEZ-LAVAL, I. & HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, V. Impacto del ejercicio intenso en los niveles de Interleucina-6 en futbolistas semi-profesionales: Un estudio comparativo entre adultos y niños. *Int. J. Morphol.*, 43(1):304-310, 2025.

**RESUMEN:** El fútbol semi-profesional impone una gran demanda física, aumentando el riesgo de lesiones musculares debido a la acumulación de partidos y sesiones de entrenamiento con periodos de recuperación limitados. Este estudio evaluó los niveles de interleucina-6 (IL-6) en futbolistas semi-profesionales durante un partido de fútbol siete, tanto en adultos como en niños. Se observó un notable aumento en los niveles de IL-6 tras un ejercicio de alta intensidad. La IL-6 no solo refleja una respuesta inflamatoria aguda, sino también una adaptación para mantener la homeostasis energética. Este incremento se asoció con una respuesta inflamatoria de fase aguda, evidenciada por el aumento de la intensidad del ejercicio. Aunque el ejercicio continuado mejora la eficiencia energética de los miocitos y podría reducir la liberación de IL-6, el ejercicio de alta intensidad en el fútbol semi-profesional parece superar estos efectos adaptativos. Esto subraya la necesidad de estrategias de recuperación adecuadas para mitigar el impacto del estrés físico acumulado y prevenir lesiones musculares. En conclusión, los niveles de IL-6 aumentan en respuesta al ejercicio intenso durante un partido de fútbol en jugadores semi-profesionales, tanto adultos como niños. Estos hallazgos destacan la importancia de monitorear IL-6 y otros marcadores inflamatorios para desarrollar estrategias efectivas de entrenamiento y recuperación. Futuros estudios deben investigar intervenciones que modulen la respuesta de IL-6 y optimicen la recuperación en atletas.

**PALABRAS CLAVE:** Ejercicio físico; Interleucina; Deportistas; Niños y adultos.

---

## INTRODUCCIÓN

El fútbol semi-profesional exige un esfuerzo físico considerable durante las temporadas competitivas (Pons *et al.*, 2019; Söyler *et al.*, 2024). Además del esfuerzo físico realizado durante los partidos, los jugadores de campo también se enfrentan a la carga física adicional de las sesiones de entrenamiento y los viajes hacia y desde estos eventos (Lago-Peñas *et al.*, 2011). En los últimos años, los procesos de entrenamiento se han adaptado para satisfacer las necesidades fisiológicas de los jugadores de fútbol semi-profesionales, especialmente de los jóvenes (Carranza-

García *et al.*, 2024). Sin embargo, las lesiones musculares siguen siendo una preocupación importante para los entrenadores y el personal médico de los equipos (Pruna *et al.*, 2018). Casi todos los jugadores sufren al menos una lesión que limita su rendimiento cada año (Ekstrand *et al.*, 2020; López-Valenciano *et al.*, 2020). La acumulación de partidos oficiales y sesiones de entrenamiento, junto con los cortos períodos de recuperación, induce daño en el tejido muscular, lo que promueve lesiones musculares (López-Valenciano *et al.*, 2020; Ekstrand *et al.*, 2022).

<sup>1</sup> Department of Education Science, Faculty of Education, Psychology and Social Work, University of Lleida, Lleida, Spain.

<sup>2</sup> Consolidated Research Group Human Movement Generalitat de Catalunya, University of Lleida, Lleida, Spain.

<sup>3</sup> National Institute of Physical Education of Catalonia (INEFC), University of Lleida, Lleida, Spain.

<sup>4</sup> Faculty of Health and Sport Science, Department of Physiatry and Nursing, University of Zaragoza, Huesca, Spain.

**FUNDING.** Esta investigación fue financiada por la Generalitat de Catalunya, 021 SGR 01619. Grupo de investigación consolidado es Movimiento Humano.

Received: 2024-08-18 Accepted: 2024-10-13

En este contexto, la interleucina-6 (IL-6) emerge como una citoquina de gran relevancia debido a su papel en la respuesta inmune específica de antígenos y la respuesta inflamatoria aguda. IL-6 es producida por varios tipos de células y puede actuar en numerosos tejidos. Desempeña una función crucial en la respuesta de defensa y posee una característica pleiotrópica que puede determinar más de una característica fenotípica, como la angiogénesis, el metabolismo de la glucosa y la osteoclastogénesis (Reihmane & Dela, 2014). Cuando se realiza ejercicio de intensidad moderada a extrema (>85-90 % de la frecuencia cardíaca máxima), los niveles de IL-6 en la circulación sanguínea aumentan (Pedersen *et al.*, 2004; Reihmane & Dela, 2014). La contracción del músculo esquelético es el estímulo para su liberación, por lo que se considera una mioquina, ya que es producida, expresada y liberada por el músculo y tiene efectos paracrinos y endocrinos (Soares *et al.*, 2020). Una reducción en la disponibilidad de carbohidratos durante el ejercicio estimula la liberación de IL-6, ya que puede ayudar en el mantenimiento de los niveles de glucosa en suero durante el ejercicio (Reihmane & Dela, 2014).

IL-6 es un marcador importante porque un aumento en su concentración se asocia con un incremento en los niveles de proteínas inflamatorias de fase aguda, como la proteína C reactiva (PCR), el riesgo de eventos cardiovasculares y el proceso de ruptura o erosión de placas aterogénicas (Hartman & Frishman, 2014; Estrela *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2017). La mayoría de los estudios reportados en la literatura sobre este tema evaluaron sesiones de ejercicio o pruebas de larga distancia (maratón, medio maratón o 164 km de ciclismo) que mostraron un aumento en los niveles de IL-6 liberados en los vasos sanguíneos después del ejercicio físico (Hartman & Frishman, 2014; Estrela *et al.*, 2017), lo mismo ocurre con estudios realizados en deportes colectivos (fútbol o balonmano) (Romagnoli *et al.*, 2016). Sin embargo, el entrenamiento continuado podría reducir la liberación de IL-6 por el músculo esquelético debido a que el ejercicio mejora el rendimiento energético de los miocitos (Soares *et al.*, 2020). Mantener las concentraciones de IL-6 promueve la homeostasis en la respuesta inflamatoria y un mejor uso del marco energético sin dañar los miocitos (Hartman & Frishman, 2014; Soares *et al.*, 2020). En niños, el ejercicio físico, también, induce la liberación de IL-6, la cual no solo contribuye a la regulación del metabolismo de la glucosa y los lípidos, mejorando la sensibilidad a la insulina, sino que también ejerce efectos antiinflamatorios (Pérez Navero *et al.*, 1999; Trenerry *et al.*, 2011). Estos efectos son especialmente importantes en la infancia, una etapa crítica para el desarrollo del sistema inmunológico y metabólico (Pérez Navero *et al.*, 1999; Trenerry *et al.*, 2011). Sin embargo, que se tenga conocimiento existen muy pocos estudios en este grupo de población y ninguno en el fútbol.

Después de la eliminación del estrés físico, hay una tendencia hacia la homeostasis de IL-6 con el tiempo, hasta 48 horas post-ejercicio (K?apcin´ska *et al.*, 2013; Niemelä *et al.*, 2016). Sin embargo, las concentraciones de IL-6 durante el ejercicio y la duración de este ejercicio aún no están claras en la literatura, sobretodo en edades tempranas. Con el estrés del ejercicio físico, en respuesta a la inflamación aguda, la concentración sérica de IL-6 aumenta y se ha demostrado que potencia los efectos de otras citoquinas, culminando en la secreción de otros biomarcadores (Heinrich *et al.*, 1990; Tanaka *et al.*, 2014; Soares *et al.*, 2020).

En el presente estudio, se midieron los niveles de IL-6 para determinar si la concentración aumentaba posterior a un partido de fútbol siete. Este estudio tiene como objetivo proporcionar evidencia de las adaptaciones en relación con IL-6, lo que nos permitirá observar la respuesta inflamatoria en futbolistas jóvenes y adultos.

## MATERIAL Y MÉTODO

**Participantes.** Veinticuatro niños y doce adultos se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio tras una invitación abierta al comienzo de la temporada. Todos los jugadores eran hombres, entrenaban 3 días por semana en el mismo club de fútbol, no fumaban y no estaban bajo tratamiento médico, farmacológico o dietético. Los participantes fueron informados del propósito, los procedimientos y los riesgos de este estudio, y dieron su consentimiento informado previo, personal (y parental para los menores de 18 años) por escrito, para participar en este estudio. Los criterios de inclusión fueron: ser hombre, tener al menos 3 años de experiencia en fútbol competitivo, no tener antecedentes de enfermedad cardiovascular (Fig. 1). No se realizaron exclusiones. Los procedimientos de este estudio fueron aprobados por el Comité Ético de Investigación Clínica de la Administración Deportiva de Cataluña 30/CEICGC/2020, y cumplieron con los principios de la última revisión de la Declaración de Helsinki.

**Procedimientos.** Se solicitó a los participantes que evitaran hacer ejercicio durante las 24 horas previas al estudio. Al llegar, los jugadores se sometieron a un electrocardiograma (ECG) en reposo de 12 derivaciones (Click ECG BT 12 canales, Milán, Italia). Luego, se midieron la masa corporal y la altura con una báscula médica y un estadiómetro (SECA 711, Hamburgo, Alemania; y Año-Sayol, Barcelona, España; respectivamente). Se estimó en qué estado madurativo se encontraban según la Escala de Tanner (Marshall & Tanner, 1970). Finalmente el porcentaje de grasa corporal se midió mediante impedancia bioeléctrica (Inbody R20, Biospace, Gateshead, Reino Unido).

Posteriormente, los participantes se equiparon con una banda de frecuencia cardíaca (HR) en el pecho (Garmin, Ltd., Olathe, KS, EE. UU.) sincronizada con un rastreador de sistema de posicionamiento global (GPS) (RealTrack Systems, Almería, España). Este sistema ha sido previamente validado tanto para la frecuencia cardíaca (Molina-Carmona *et al.*, 2018) como para el seguimiento geoespacial (Muñoz-Lopez *et al.*, 2017). Los participantes realizaron un calentamiento estandarizado "11+ Kids" (Rössler *et al.*, 2019) y luego jugaron un partido de 7 × 7 siguiendo las reglas de la Federación Internacional de Fútbol 7 (Fédération Internationale de Football 7, 2024). El tiempo del partido se dividió en dos partes separadas por un medio tiempo de 10 min, y cada parte consistió en dos cuartos de 15 min con un descanso de 2 minutos entre cuartos. Todos los participantes jugaron el partido completo, no se hicieron reemplazos de jugadores y los porteros fueron excluidos del análisis de datos.

Se tomaron muestras de sangre de una vena antecubital antes del ejercicio (pre) y a las 3 horas después del ejercicio (post). La elección de estos tiempos de muestreo se basó en investigaciones previas que informan un tiempo aproximado de pico para la IL-6 de entre 2 y 5 h después del ejercicio, en nuestro caso a las 3 h (Trenerry *et al.*, 2011). Las muestras de sangre se centrifugaron rápidamente y se almacenaron a -80 °C para su posterior análisis. La determinación de IL-6 se realizó mediante un kit ELISA disponible comercialmente (R&D Systems Inc., Minneapolis, MN, EE. UU.) según las instrucciones del fabricante en un lector estándar de ELISA. La sensibilidad para IL-6, fue de 0.11 pg/ml.

La variable de respuesta en este estudio fue la concentración sanguínea de IL-6 de los participantes, y los principales predictores fueron el tiempo (pre; post) y el grupo (niños; adultos). Los predictores secundarios fueron los datos de las características de los participantes y la carga de ejercicio. Los predictores de las características de los participantes fueron

la edad (años), la altura corporal (cm) y la masa (kg), el entrenamiento previo (años), la frecuencia de entrenamiento (días/semana) y el volumen de entrenamiento (horas/semana). Las covariables de carga de ejercicio, obtenidas durante el partido, fueron la distancia (m), la frecuencia cardíaca máxima (FC pico), la frecuencia cardíaca media (FC media) y la frecuencia cardíaca media relativa (FC media relativa, % HRmax). La frecuencia cardíaca máxima (HRmax) para los cálculos relativos se predijo según la edad utilizando la fórmula  $208.609 - 0.716 \times \text{edad}$  (Shargal *et al.*, 2015).

**Análisis Estadístico.** Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando R v3.6.1 (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria). Una prueba de Shapiro-Wilk y la visualización de los datos confirmaron que la distribución de los datos de IL-6. La homogeneidad de las varianzas se evaluó utilizando una prueba de Flinger-Killeen (c2). Los datos se describieron utilizando la media ± desviación estándar y la mediana (rango) según corresponda. Las comparaciones entre grupos para las características de los participantes y los datos de rendimiento se realizaron utilizando una prueba t para muestras independientes (t). Las diferencias entre grupos para IL-6 se probaron utilizando una prueba de suma de rangos de Wilcoxon para 2 grupos independientes con corrección de continuidad (W). Las diferencias dentro del sujeto a lo largo del tiempo se evaluaron utilizando pruebas de rangos con signos de Wilcoxon para 2 grupos dependientes con corrección de continuidad (V). Las asociaciones entre IL-6 y las características de los participantes o las variables de carga de ejercicio se evaluaron utilizando la correlación de Spearman (rs). Se asumió significancia estadística para todas las pruebas de hipótesis cuando  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

En la Tabla I, se pueden encontrar las características de los participantes y la carga de ejercicio.

Tabla I. Resumen de las características de los participantes y carga de ejercicio.

VARIABLE	NIÑOS (N =24)	ADULTOS (N = 12)	TODOS (N = 36)	ENTRE-GRUPOS
<i>Características de los participantes</i>				
Edad (años)	10,7 ± 1,6	37,5 ± 12,7	19,6 ± 14,7	$p < 0,001$
Altura (cm)	146 ± 14,8	177 ± 5,72	157 ± 19,1	$p < 0,001$
Peso (kg)	41,3 ± 15,4	79,5 ± 7	54,0 ± 22,4	$p < 0,001$
Experiencia de entrenamiento (años)	4,6 ± 1,7	23,6 ± 14,5	9,4 ± 10,9	$p = 0,007$
Frecuencia de entrenamiento (días/semana)	2,9 ± 1,2	3,2 ± 0,8	3 ± 1,1	$p = 0,73$
Volumen de entrenamiento (horas/semana)	4,6 ± 2,6	4,9 ± 2,5	4,7 ± 2,5	$p = 0,55$
<i>Carga de ejercicio</i>				
Distancia (m)	5970 ± 722	5490 ± 540	5810 ± 697	$p = 0,17$
FC media (bpm)	161 ± 19	158 ± 12	160 ± 16	$p = 0,5$
FC pico (bpm)	202 ± 6	188 ± 7	197 ± 9	$p < 0,001$
FC media relativa (% HR max)	80 ± 9	88 ± 8	83 ± 10	$p = 0,084$

Los valores se expresan como media ± desviación estándar. FC, frecuencia cardíaca; FC pico y distancia recorrida; FC media relativa.

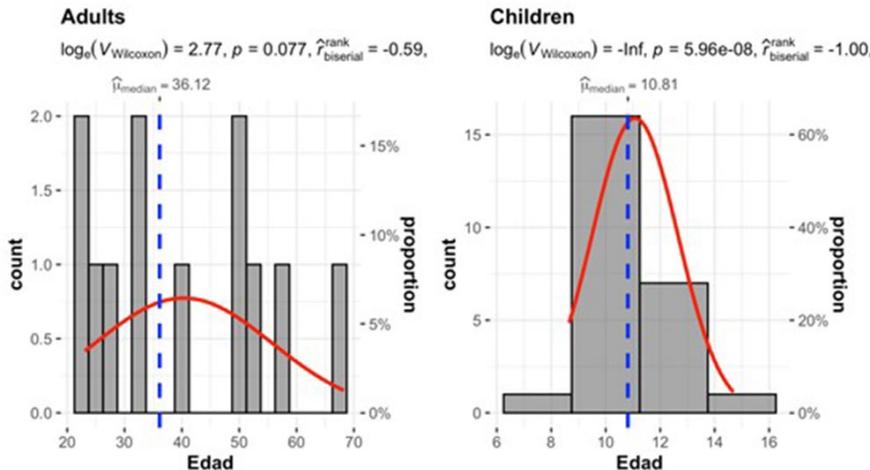


Fig. 1. Distribución por edades

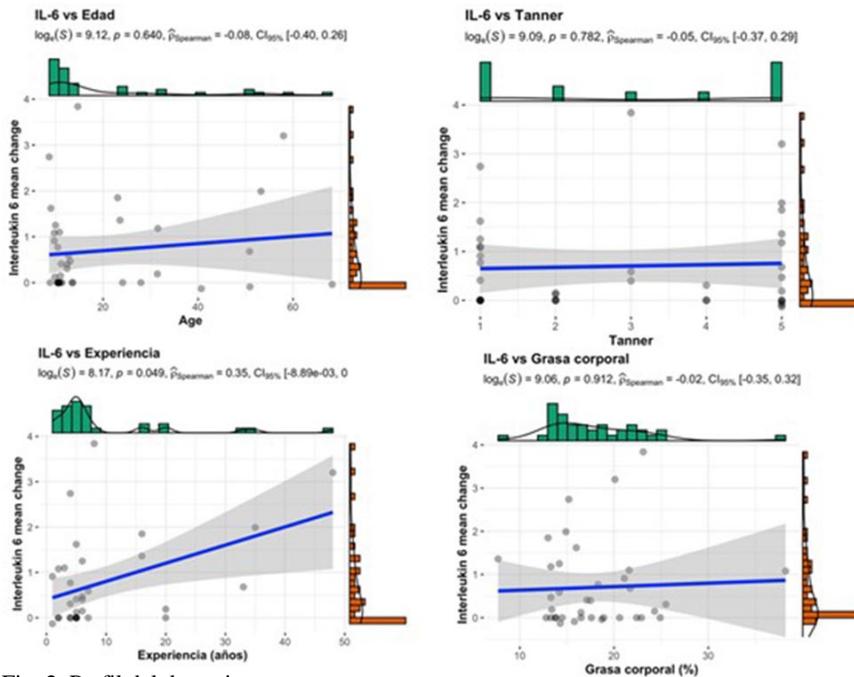


Fig. 2. Perfil del deportista

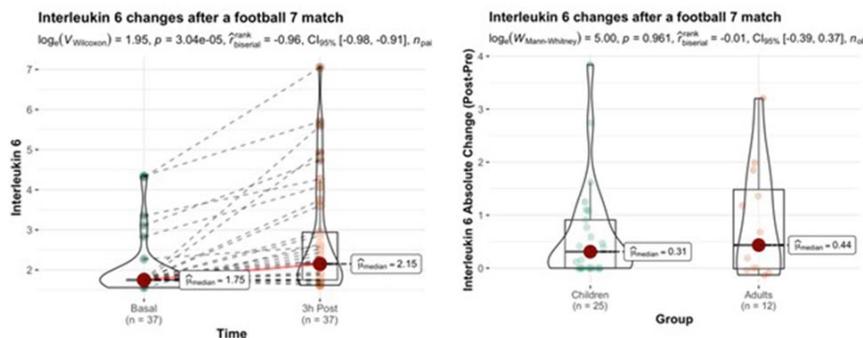


Fig. 3. Correlaciones en función de la carga del ejercicio.

No existieron diferencias significativas en cuanto al perfil del deportista: peso, talla, estado madurativo, experiencia en el deporte y grasa corporal (Fig. 1).

Tampoco existieron correlaciones en función de la carga del ejercicio: Frecuencia cardiaca (FC), FC pico, distancia recorrida y con High Speed Running (HSR) que es la distancia total recorrida a alta intensidad (Fig. 2).

Si existió correlación entre los incrementos sobre los niveles basales de IL-6, que mostraron una fuerte correlación positiva (Fig. 3). La IL6 a las 3 h del partido está más alta que antes en la mayoría de los futbolistas. El incremento de IL6 es idéntico en ambos grupos.

## DISCUSIÓN

El presente estudio se centró en evaluar los niveles de IL-6 en futbolistas semi-profesionales durante un partido de fútbol siete, considerando una carga física significativa. Nuestros resultados indican un aumento notable en los niveles de IL-6 en respuesta al ejercicio de alta intensidad, alineándose con investigaciones previas que han documentado incrementos en IL-6 durante actividades físicas intensas y prolongadas en deportes colectivos (Romagnoli *et al.*, 2016; Soares *et al.*, 2020).

La IL-6, al ser una citoquina proinflamatoria y una mioquina, tiene un papel dual en la respuesta al ejercicio (Kostrzewa-Nowak & Nowak, 2020). Su liberación es estimulada por la contracción del músculo esquelético, y sus funciones incluyen la regulación del metabolismo de la glucosa y la movilización de sustratos energéticos durante el ejercicio (Pedersen & Febbraio, 2008; Reihmane & Dela,

2014). Observamos que los niveles elevados de IL-6 no solo reflejan una respuesta inflamatoria aguda, sino también una adaptación del organismo para mantener la homeostasis energética durante periodos de esfuerzo físico prolongado.

El aumento en los niveles de IL-6 observado en los futbolistas semi-profesionales se asocia con una respuesta inflamatoria de fase aguda, así lo corroboran los estudios de Romagnoli *et al.*, (2016) y Pedersen & Febbraio, (2008). Este hallazgo es consistente con estudios previos que muestran que la IL-6 puede estimular la liberación de proteínas de fase aguda, contribuyendo a una respuesta inflamatoria sistémica (Pedersen & Febbraio, 2008; Hartman & Frishman, 2014; Romagnoli *et al.*, 2016; Estrela *et al.*, 2017). Además, la IL-6 tiene la capacidad de potenciar los efectos de otras citoquinas, sugiriendo que su aumento podría tener implicaciones significativas en la salud cardiovascular de los atletas (Soares *et al.*, 2020).

Es relevante mencionar que, aunque el ejercicio continuado puede mejorar la eficiencia energética de los miocitos y potencialmente reducir la liberación de IL-6 (Pedersen & Febbraio, 2008; Reihmane & Dela, 2014), nuestros resultados sugieren que un ejercicio de alta intensidad durante los entrenamientos en el fútbol semi-profesional puede superar estos efectos adaptativos. Esto subraya la necesidad de estrategias de recuperación adecuadas para mitigar el impacto del estrés físico acumulado y prevenir lesiones musculares.

El presente trabajo, también resalta, la complejidad de la regulación de IL-6 en el contexto del ejercicio físico competitivo. La tendencia hacia la homeostasis de IL-6 post-ejercicio observada en estudios anteriores (Pérez Navero *et al.*, 1999; Pedersen & Febbraio, 2008; Hartman & Frishman, 2014; Romagnoli *et al.*, 2016; Estrela *et al.*, 2017) puede no ser completamente aplicable a los futbolistas semi-profesionales (Schaal *et al.*, 2011), tanto en adultos como en niños, dado que el nivel físico y la capacidad de adaptación de los futbolistas no es la misma. Por lo tanto, se necesitan más investigaciones para comprender mejor las dinámicas de IL-6 en este grupo específico de atletas y cómo se puede optimizar su manejo para mejorar el rendimiento y la salud a largo plazo.

El estudio desarrollado proporciona información importante para los entrenadores, médicos, preparadores físicos y fisioterapeutas que trabajan en el fútbol formativo en relación con las cargas de las sesiones de entrenamiento, específicas para cada categoría de edad y el nivel de juego. Los entrenadores y staff técnico de escuelas y clubes amateurs tienen que tener monitorizada la intensidad y el volumen de entrenamiento, para maximizar el desarrollo del

jugador. Sin embargo, el equipo técnico debe ser consciente de que, si se aumentan las intensidades de las sesiones, puede ser necesario reducir los volúmenes de entrenamiento para evitar una acumulación excesiva de carga de entrenamiento.

Por último, cabe señalar que, en la infancia, una etapa crítica para el desarrollo del sistema inmunológico y metabólico, la IL-6, al mediar en las respuestas adaptativas, promueve beneficios sistémicos que potencian la salud general y el desarrollo físico de los niños, subrayando la importancia del ejercicio regular en edades tempranas, siempre que la intensidad del ejercicio no sobrepase la reserva de adaptación del organismo. Existe controversia en cuanto a la iniciación temprana de los niños en el deporte competitivo (Bell *et al.*, 2018), considerando algunos autores que puede tener efectos perjudiciales sobre el crecimiento y desarrollo infantil y sobre el sistema inmune (Bell *et al.*, 2018).

Las edades tempranas representan una etapa crucial en el entrenamiento deportivo, que debe llevarse a cabo con precisión, atención y cuidado (Pruna *et al.*, 2018). El deporte de rendimiento requiere atletas cada vez más capacitados para soportar grandes cargas de entrenamiento en volumen e intensidad. Cada etapa de crecimiento corresponde a características biológicas específicas que deben ser respetadas (Pruna *et al.*, 2018) y adaptadas a cada uno de los atletas.

## CONCLUSIÓN

Nuestros hallazgos confirman que los niveles de IL-6 aumentan en respuesta al ejercicio de alta intensidad durante un partido de fútbol en jugadores semi-profesionales, tanto adultos como niños. Estos resultados destacan la importancia de monitorear los niveles de IL-6 y otros marcadores inflamatorios para desarrollar estrategias efectivas de entrenamiento y recuperación, con el fin de minimizar el riesgo de lesiones y mejorar el rendimiento deportivo. Futuros estudios deberían centrarse en investigar intervenciones que puedan modular la respuesta de IL-6 y optimizar la recuperación en atletas semi-profesionales en deportes colectivos.

---

**REVERTER-MASIA, J.; CIRER-SASTRE, R.; JOVÉ-DELTELL, C.J.; CORBI-SOLER, F.; LÓPEZ-LAVAL, I. & HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, V.** Impact of intense exercise on Interleukin-6 levels in semi-professional footballers: A comparative study between adults and children. *Int. J. Morphol.*, 43(1):304-310, 2025.

**SUMMARY:** Semi-professional football imposes a high physical demand, increasing the risk of muscle injuries due to the accumulation of matches and training sessions with limited

recovery periods. This study evaluated interleukin-6 (IL-6) levels in semi-professional footballers during a seven-a-side football match, both in adults and children. A notable increase in IL-6 levels was observed after high-intensity exercise. IL-6 not only reflects an acute inflammatory response, but also an adaptation to maintain energy homeostasis. This increase was associated with an acute phase inflammatory response, evidenced by increasing exercise intensity. Although continued exercise improves myocyte energy efficiency and could reduce IL-6 release, high-intensity exercise in semi-professional football seems to overcome these adaptive effects. This underlines the need for adequate recovery strategies to mitigate the impact of accumulated physical stress and prevent muscle injuries. In conclusion, IL-6 levels increase in response to intense exercise during a football match in semi-professional players, both adults and children. These findings highlight the importance of monitoring IL-6 and other inflammatory markers to develop effective training and recovery strategies. Future studies should investigate interventions that modulate the IL-6 response and optimize recovery in athletes.

**KEY WORDS: Physical exercise; Interleukin; Athletes; Children and adults.**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bell, D. R.; Post, E. G.; Biese, K.; Bay, C. & Valovich McLeod, T. Sport specialization and risk of overuse injuries: a systematic review with meta-analysis. *Pediatrics*, 142(3):e20180657, 2018.
- Carranza-García, L. E.; Cervantes-Hernández, N.; Domínguez-Sosa, M.; Alanís-Flores, M.; López-García, R.; Vasquez-Bonilla, A. & Alberto Flores, L. Somatic maturity and physical performance in male youth players from a professional soccer academy. *Int. J. Morphol.*, 42(2):429-36, 2024.
- Ekstrand, J.; Bengtsson, H.; Waldén, M.; Davison, M.; Khan, K. & Hagglund, M. Hamstring injury rates have increased during recent seasons and now constitute 24 % of all injuries in men's professional football: the UEFA Elite Club Injury Study from 2001/02 to 2021/22. *Br. J. Sports Med.*, 57(5):292-8, 2022.
- Ekstrand, J.; Sprepo, A.; Windt, J. & Khan, K. Are elite soccer teams' preseason training sessions associated with fewer in-season injuries? *Am. J. Sports Med.*, 48(3):723-9, 2020.
- Estrela, A. L.; Zaparte, A.; Da Silva, J. D.; Moreira, J. C.; Turner, J. E. & Bauer, M. E. High volume exercise training in older athletes influences inflammatory and redox responses to acute exercise. *J. Aging Phys. Act.*, 25(4):559-69, 2017.
- Fédération Internationale de Football 7. *Football 7 Worldwide: Book of Rules*. Web Site, Fédération Internationale de Football 7, 2024. Available from: <https://www.theifab.com/es/>
- Hartman, J. & Frishman, W. H. Inflammation and atherosclerosis: a review of the role of interleukin-6 in the development of atherosclerosis and the potential for targeted drug therapy. *Cardiol. Rev.*, 22(3):147-51, 2014.
- Heinrich, P. C.; Castell, J. V. & Andus, T. Interleukin-6 and the acute phase response. *Biochem. J.*, 265(3):621-36, 1990.
- K?apcin'ska, B.; Was'kiewicz, Z.; Chrapusta, S.J.; Sadowska-Krepa, E.; Czuba, M. & Langfort, J. Metabolic responses to a 48-h ultramarathon run in middle-aged male amateur runners. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 113(11):2781-93, 2013.
- Kostrzewa-Nowak, D. & Nowak, R. T. Helper cell-related changes in peripheral blood induced by progressive effort among soccer players. *PLoS One.*, 15(1):e0227993, 2020.
- Lago-Peñas, C.; Rey, E.; Lago-Ballesteros, J.; Casáis, L. & Domínguez, E. The influence of a congested calendar on physical performance in elite soccer. *J. Strength Cond. Res.*, 25(8):2111-7, 2011.
- López-Valenciano, A.; Ruiz-Pérez, I.; García-Gómez, A.; Vera-García, F. J.; De Ste Croix, M.; Myer, G. D. & Ayala, F. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.*, 54(12):711-8, 2020.
- Marshall, W. & Tanner, J. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch. Dis. Child.*, 45(239):13-23, 1970.
- Molina-Carmona, I.; Gómez-Carmona, C.; Bastida-Castillo, A. & Pino-Ortega, J. Validez del dispositivo inercial WIMU PRO para el registro de la frecuencia cardiaca en un test de campo. *Sport TK Rev. Euroam. Cienc. Deport.*, 7:81-6, 2018.
- Muñoz-Lopez, A.; Granero-Gil, P.; Pino-Ortega, J. & Hoyo, M. The validity and reliability of a 5-hz GPS device for quantifying athletes' sprints and movement demands specific to team sports. *J. Hum. Sport Exerc.*, 12(1):156-66, 2017.
- Niemelä, M.; Kangastupa, P.; Niemelä, O.; Bloigu, R. & Juvonen, T. Acute changes in inflammatory biomarker levels in recreational runners participating in a marathon or half-marathon. *Sports Med. Open*, 2(1):21, 2016.
- Pedersen, B. K. & Febbraio, M. A. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiol. Rev.*, 88(4):1379-406, 2008.
- Pedersen, B. K.; Steensberg, A.; Fischer, C.; Keller, Plomgaard, P.; Wolsk-Petersen, E. & Febbraio, M. The metabolic role of IL-6 produced during exercise: is IL-6 an exercise factor? *Proc. Nutr. Soc.*, 63(2):263-7, 2004.
- Pérez Navero, J.; Jaraba Caballero, S.; Ibarra de la Rosa, I.; Jaraba Caballero, M. P.; Guillén del Castillo, M.; Montilla López, P.; Túnez Fiñana, I. & Romanos Lezcano, A. Repercusión del ejercicio físico competitivo en la respuesta neuroendocrina y liberación de interleucina-6 en niños. *An. Esp. Pediatr.*, 51(3):267-72, 1999.
- Pons, E.; García-Calvo, T.; Resta, R.; Blanco, H.; López Del Campo, R.; Díaz García, J. & Pulido, J. J. A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PLoS One.*, 14(8):e0220729, 2019.
- Pruna, R.; Miñarro, L. & Badhuc, K. Identificación de talento en el jugador y su desarrollo en el fútbol. *Apunts Med. Esport*, 53(198):43-6, 2018.
- Reihmane, D. & Dela, F. Interleukin-6: possible biological roles during exercise. *Eur. J. Sport Sci.*, 14(3):242-50, 2014.
- Romagnoli, M.; Sanchis-Gomar, F.; Alis, R.; Riso-Ballester, J.; Bosio, A.; Graziani, R. L. & Rampinini, E. Changes in muscle damage, inflammation, and fatigue-related parameters in young elite soccer players after a match. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 56(10):1198-205, 2016.
- Rössler, R.; Verhagen, E.; Rommers, N.; Dvorak, J.; Junge, A.; Lichtenstein, E.; Donath, L. & Faude, O. Comparison of the '11+ Kids' injury prevention programme and a regular warmup in children's football (soccer): a cost effectiveness analysis. *Br. J. Sports Med.*, 53(5):309-14, 2019.
- Schaal, K.; Tafflet, M.; Nassif, H.; Thribault, V.; Pichard, C.; Alcote, M.; Guillet, T.; El Helou, N.; Berthelot, G.; Simon, S.; et al. Psychological balance in high level athletes: gender-based differences and sport-specific patterns. *PLoS One.*, 6(5):e19007, 2011.
- Shargal, E.; Kisleb-Cohen, R.; Zigel, L.; Epstein, S.; Pilz-Burstein, R. & Tenenbaum, G. Age-related maximal heart rate: Examination and refinement of prediction equations. *J. Sports Med. Phys. Fit.*, 55(10):1207-18, 2015.
- Soares, V.; Silveira de Avelar, I.; Espíndola Mota Venâncio, P.; Pires-Oliveira, D. A. A.; Henrique de Almeida Silva, P.; Rodrigues Borges, A.; Paz Estevez Ferreira Fonseca, G. & Matias Noll, M. Acute changes in interleukin-6 level during four days of long-distance walking. *J. Inflamm. Res.*, 13:871-8, 2020.
- Söyler, M.; Zileli, R.; Özkamçı, H.; Diker, G.; Sever, M. O.; Bayrakdaroglu, S.; Ön, S.; Can, I.; Ulucan, K.; Aslan, B. T.; et al. Sprint and anaerobic power with the soccer-specific ACTN3 gene: a distinctive example. *Int. J. Morphol.*, 42(2):538-48, 2024.

Tanaka, T.; Narazaki, M. & Kishimoto, T. IL-6 in inflammation, immunity, and disease. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.*, 6(10):a016295, 2014.

Trenery, M. K.; Della Gatta, P. A.; Larsen, A. E.; Garnham, A. P. & Cameron-Smith, D. Impact of resistance exercise training on interleukin-6 and JAK/STAT in young men. *Muscle Nerve*, 43(3):385-92, 2011.

Zhao, L.; Wang, X. & Yang, Y. Association between interleukin-6 and the risk of cardiac events measured by coronary computed tomography angiography. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*, 33(8):1237-44, 2017.

Dirección para correspondencia:  
Vicenç Hernández-González  
Department of Education Science  
Faculty of Education  
Psychology and Social Work  
University of Lleida  
25003Lleida  
SPAIN

E-mail: [vicenc.hernandez@udl.cat](mailto:vicenc.hernandez@udl.cat)