



**RESPUESTA INFLAMATORIA PRODUCIDA POR EL PÁDEL EN JUGADORAS
PROFESIONALES**

**ACUTE INFLAMMATORY RESPONSE INDUCED BY PADDLE TENNIS IN
PROFESSIONAL PLAYERS**

Alejandro García Giménez¹, Duber Mary Montoya Suárez², Carlos Castellar Otín¹, Francisco Pradas de la Fuente¹

¹Universidad de Zaragoza, España. E-mail: garciagimenezalejandro@gmail.com.

²Universidad San Buenaventura de Medellín, Colombia.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue el de investigar la respuesta inflamatoria aguda que produce un partido de pádel. Su determinación se realizó mediante el análisis de diferentes citoquinas séricas. Se seleccionaron dos interleuquinas pro-inflamatorias (IL-1 β e IL-8) y una anti-inflamatoria (IL-10). Quince jugadoras de alto nivel participaron en esta investigación de manera voluntaria. Se tomaron muestras de sangre antes e inmediatamente después de la disputa de un partido de competición. Los resultados mostraron únicamente un aumento de la IL-8 (27.63%; $p < 0.01$) manteniéndose muy similares los niveles de la IL-1 β e IL-10. La práctica del pádel femenino de alto nivel parece inducir una moderada respuesta pro-inflamatoria. Los resultados obtenidos no son concluyentes por lo que se hace necesaria la realización de nuevas investigaciones.

PALABRAS CLAVE: citoquinas, interleuquinas, inflamación, sistema inmunitario.

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the acute inflammatory response produced by a paddle tennis match. Its determination was made by the analysis of different serum cytokines. Two pro-inflammatory interleukins (IL-1 β and IL-8) and one anti-inflammatory (IL-10) were selected. Fifteen female high level players participated voluntarily in this research. Blood samples were taken before and immediately after a competition match. The results showed only an increase in IL-8 (27.63%, $p < 0.01$), with IL-1 β and IL-10 levels remaining very similar. The practice of the high level feminine paddle tennis seems to induce a moderate pro-inflammatory response. The results obtained are not conclusive so it is necessary to carry out new studies.

KEYWORDS: cytokines, interleukins, inflammation, immune system.

1. INTRODUCCIÓN

Es conocido que el ejercicio físico provoca cambios en el sistema inmunitario¹. Mientras que un entrenamiento de forma regular incrementa funciones inmunológicas específicas², episodios agudos de ejercicio muy intenso a menudo pueden conllevar una respuesta pro-inflamatoria³.

La práctica de actividad física estimula el incremento de una serie de mediadores antagónicos elevando, por un lado, los niveles de citoquinas pro-inflamatorias catabólicas de diferentes interleuquinas (IL), como por ejemplo la IL-1 β e IL-8, y por otro descendiendo los niveles de citoquinas anti-inflamatorias anabólicas como puede ser la IL-10. Si la respuesta anabólica al ejercicio es más acentuada que la catabólica, el resultado será, muy probablemente, una mayor adaptación al mismo^{4,5}.

Las citoquinas pro-inflamatorias, junto al factor de necrosis tumoral alfa (TNF α), son producidas y liberadas por los monocitos, desencadenando una posterior activación de los neutrófilos⁶. No obstante, también se ha observado que algunas citoquinas pro-inflamatorias, como la IL-8, puede ser liberada por el músculo esquelético⁷. En cuanto al papel que juegan durante el ejercicio físico todavía no está muy bien definido. Mientras que hay estudios sugiriendo que la IL-1 β y el TNF α no suelen aumentar tras la práctica de ejercicio^{8,9}, otros sí que han advertido incrementos de IL-8 y TNF α ^{10,11} pudiendo estar relacionada esta respuesta con la duración e intensidad del ejercicio

¹ PEDERSEN, B. K. y HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. En: *Physiological reviews*, 2000, vol. 80, no 3, p. 1055-1081.

² BORGES, G. F. *et al.* Differences in plasma cytokine levels between elite kayakers and nonathletes. En: *BioMed research international*, 2013, vol. 2013.

³ KRÜGER, K. y MOOREN, F. C. Exercise-induced leukocyte apoptosis. En: *Exerc Immunol Rev*, 2014, vol. 20, no 20, p. 117-134.

⁴ PEDERSEN, B. K. Muscles and their myokines. En: *Journal of Experimental Biology*, 2011, vol. 214, no 2, p. 337-346.

⁵ ROUBENOFF, R. Physical activity, inflammation, and muscle loss. En: *Nutrition reviews*, 2007, vol. 65, no suppl 3, p. S208-S212.

⁶ KAWAI, S. *et al.* The role of interleukin-10 in systemic inflammatory response syndrome with sepsis. En: *Journal of Infection and Chemotherapy*, 1998, vol. 4, no 3, p. 121-127.

⁷ PEDERSEN, B. K., *et al.* Role of myokines in exercise and metabolism. En: *Journal of applied physiology*, 2007, vol. 103, no 3, p. 1093-1098.

⁸ PEDERSEN, Op. Cit p. 337-346

⁹ SUZUKI, K. *et al.* Impact of a competitive marathon race on systemic cytokine and neutrophil responses. En: *Medicine and science in sports and exercise*, 2003, vol. 35, no 2, p. 348-355.

¹⁰ SUZUKI *et al.*, Op. Cit. p. 348-355

¹¹ ANDERSSON, H. *et al.* Differences in the inflammatory plasma cytokine response following two elite female soccer games separated by a 72 - h recovery. En: *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2010, vol. 20, no 5, p. 740-747.

realizado^{12,13,14}. Diversos estudios apuntan a que una concentración excesiva de IL-1 β y TNF α puede ser indicadora de sobreentrenamiento^{15,16}, así como una reducción de la misma puede inducir a mantener o lograr un mayor rendimiento deportivo^{17,18}.

El aumento de la concentración de la citoquina anti-inflamatoria IL-10 es estimulado por la IL-6 y por ende, por la contracción muscular, desencadenando su incremento una inhibición de las citoquinas pro-inflamatorias IL-1 β y TNF α ^{19,20}.

El conocimiento de las modificaciones del sistema inmunológico, originadas por la actividad físico-deportiva, puede permitir la instauración de medidas terapéuticas o preventivas que eviten las complicaciones asociadas a la práctica deportiva y favorezcan la mejora del rendimiento físico de los deportistas.

Teniendo en consideración la importancia que tienen los mediadores metabólicos en la respuesta inmunológica del cuerpo humano ante el ejercicio físico, se considera oportuna su cuantificación y seguimiento, para conocer en mayor profundidad el impacto que supone la práctica deportiva, pudiendo revelar una información muy interesante sobre la salud o el rendimiento de los deportistas. En este sentido, el objetivo de este estudio se centra en investigar en mujeres de alto nivel la respuesta inflamatoria aguda que produce un partido de pádel a través del análisis de citoquinas séricas pro- y anti-inflamatorias.

¹² MAIN, C. *et al.* Impact of training on changes in perceived stress and cytokine production. En: *Research in Sports Medicine*, 2009, vol. 17, no 2, p. 112-123.

¹³ PEAKE, J. M. *et al.* Plasma cytokine changes in relation to exercise intensity and muscle damage. En: *European journal of applied physiology*, 2005, vol. 95, no 5-6, p. 514-521.

¹⁴ SCOTT, J. P. *et al.* Effect of exercise intensity on the cytokine response to an acute bout of running. En: *Med Sci Sports Exerc*, 2011, vol. 43, no 12, p. 2297-306.

¹⁵ SMITH, L. L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress. En: *Medicine and science in sports and exercise*, 2000, vol. 32, no 2, p. 317-331.

¹⁶ MAIN, *et al.*, Op. Cit. p. 112-123

¹⁷ FARHANGIMALEKI, N., ZEHSAZ, F. y TIIDUS, P. M. The effect of tapering period on plasma pro-inflammatory cytokine levels and performance in elite male cyclists. En: *Journal of sports science & medicine*, 2009, vol. 8, no 4, p. 600.

¹⁸ WITEK, K. *et al.* Myokines in Response to a Tournament Season among Young Tennis Players. En: *BioMed Research International*, 2016, vol. 2016.

¹⁹ KAWAI *et al.*, Op. Cit. p. 121-127

²⁰ TILG, H., DINARELLO, C. A. y MIER, J. W. IL-6 and APPs: anti-inflammatory and immunosuppressive mediators. En: *Immunology today*, 1997, vol. 18, no 9, p. 428-432.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Muestra

En el estudio han participado un total de 10 jugadoras de pádel profesionales. Las características físicas de la muestra se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características de la muestra (media \pm DE).

Variable	Media (\pm DE)
Edad (años)	29.7 (\pm 3.7)
Masa corporal (kg)	60.3 (\pm 4.4)
Altura (cm)	166.7 (\pm 5.1)
Masa grasa (%)	17.6 (\pm 2.7)
Experiencia deportiva (años)	7.8 (\pm 3.4)
Entrenamiento semanal (horas)	11.2 (\pm 3.1)

DE: desviación estándar

2.2. Procedimiento e instrumentos

Se tomaron muestras de sangre mediante venopunción periférica antes e inmediatamente después de la disputa de un partido de competición. En ellas se determinaron las concentraciones séricas de dos citoquinas proinflamatorias (IL-1 β y IL-8) y una anti-inflamatoria (IL-10).

Las muestras sanguíneas se recogieron en tubos EDTA (tapón de color morado). Se sometieron a una centrifugación en centrífuga refrigerada, utilizando para ello los mismos tubos de extracción de las muestras. Las condiciones de centrifugación fueron de 1500 gr., 3758 rpm., durante 30 minutos y a una temperatura de 4°C. El suero obtenido de cada muestra se separó y se depositó en dos tubos Eppendorf. Se rotularon con un código personal y se conservaron a una temperatura de -80°C.

La técnica análisis utilizada fue mediante enzaimunensayo (ELISA; R&D systems[®], Minneapolis, MN, USA).

El protocolo de intervención fue realizado de acuerdo a la Declaración de Helsinki de 1961 (revisión de Edimburgo en 2000). La investigación fue aprobada por el Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón.

2.3. Análisis estadístico

Los datos fueron transcritos y tratados estadísticamente con el software SPSS 22.0 (IBM Corp, Armonk, Estados Unidos), utilizando pruebas estadísticas descriptivas, inferenciales y de normalidad para calcular medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza. Se determinó la normalidad de la muestra a través de la prueba Shapiro-Wilk. Al no cumplir la hipótesis de normalidad, se realizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon analizando las diferencias pre-post. El criterio de significancia fue establecido en $p < 0.05$.

3. RESULTADOS

Tras comparar los resultados basales con los obtenidos una vez finalizada la competición (Tabla 2), se observó un aumento significativo ($p < 0.01$) en los niveles de la IL-8, sufriendo un incremento del 27.63%. Las concentraciones de IL-1 β e IL-10 también aumentaron un 5.81% y 22.2% respectivamente, aunque de forma no significativa.

Tabla 2. Comparación pre-post competición (media \pm DE).

Marcador (pg·ml ⁻¹)	Pre-competición	Post-competición	<i>p</i>
IL-1 β	0.413 (\pm 0.136)	0.437 (\pm 0.119)	0.169
IL-8	1.596 (\pm 1.062)	2.037 (\pm 1.212)*	0.008
IL-10	5.120 (\pm 2.243)	5.904 (\pm 2.304)	0.173

* $p < 0.01$; DE: desviación estándar

4. DISCUSIÓN

El aumento de la concentración sérica de IL-8 indica una respuesta pro-inflamatoria durante la práctica del pádel de alto nivel femenino. Este incremento hace referencia a una respuesta aguda al ejercicio posiblemente relacionada con la naturaleza

excéntrica de las acciones que se suceden en este deporte²¹, el cual requiere de cambios de ritmo, aceleraciones y deceleraciones²².

De acuerdo a diversos estudios^{23,24,25}, esta enzima incrementa sus niveles en respuesta a la contracción excéntrica del músculo más que a la contracción concéntrica, probablemente debido a la angiogénesis, o formación de vasos sanguíneos, inducida por las micro-roturas que se producen a nivel muscular²⁶. En cualquier caso parece confirmada una inmunosupresión celular inmediatamente tras el esfuerzo físico, observándose un aumento de la IL-8.

Estos resultados se encuentran en consonancia, aunque con valores bastante inferiores, a los encontrados en maratonianos por Suzuki *et al*²⁷ y Nieman *et al*²⁸, donde los niveles de IL-8 aumentaron un 853.45% (p<0.01) y un 91.92% (p<0.001) al finalizar la prueba respecto a los valores previos. En el caso de deportes intermitentes como el fútbol Andersson *et al*²⁹ observaron en jugadoras de élite que la concentración de IL-8 aumentó entre un 133.33% y 500.00% (p<0.05) inmediatamente después de dos partidos separados por 72 horas respecto a los valores previos a los mismos. Estos valores son hasta 20 veces superiores a los hallados en esta investigación revelando una dinámica de juego diferente a la producida en el pádel, con acciones de juego más cortas y un elevado número de pausas y periodos de recuperación³⁰.

El hecho que tras la competición la IL-1 β mantuviera sus valores y la IL-10 se incrementara ligeramente, implica una moderada respuesta pro-inflamatoria a la práctica de pádel regida exclusivamente por la IL-8. Estos resultados contrastan con lo

²¹ PRADAS, F. *et al.* Análisis antropométrico, fisiológico y temporal en jugadoras de pádel de elite. En: *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 2014, no 25, p. 107-112.

²² PRIEGO QUESADA, J. I. *et al.* Padel: a quantitative study of the shots and movements in the high-performance. En: *Journal of human sport and exercise*, 2013, vol. 8, num. 4, p. 925-931.

²³ PEDERSEN, B. K. y FEBBRAIO, M. A. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. En: *Physiological reviews*, 2008, vol. 88, no 4, p. 1379-1406.

²⁴ CHAN, M. S. *et al.* Cytokine gene expression in human skeletal muscle during concentric contraction: evidence that IL-8, like IL-6, is influenced by glycogen availability. En: *Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2004, vol. 287, no 2, p. R322-R327.

²⁵ NIEMAN, D. C. *et al.* Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run. En: *Journal of applied physiology*, 2003, vol. 94, no 5, p. 1917-1925.

²⁶ NIELSEN, A. R. y PEDERSEN, B. K. The biological roles of exercise-induced cytokines: IL-6, IL-8, and IL-15. En: *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 2007, vol. 32, no 5, p. 833-839.

²⁷ SUZUKI *et al.*, Op. Cit. 348-355

²⁸ NIEMAN, D. C. *et al.* Cytokine changes after a marathon race. En: *Journal of applied physiology*, 2001, vol. 91, no 1, p. 109-114.

²⁹ ANDERSSON *et al.*, Op. Cit. 740-747

³⁰ BLOOMFIELD, J., POLMAN, R. y O'DONOGHUE, P. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. En: *J Sports Sci Med*, 2007, vol. 6, no 1, p. 63-70.

hallado en otras investigaciones realizadas con otros deportes, donde se revela un entorno de citoquinas anti-inflamatorias³¹, aunque en nuestro caso, en donde solamente se ha analizado una citoquina anti-inflamatoria, no se puede afirmar con rotundidad un catabolismo generalizado, ya que la IL-10 ha aumentado sus valores aunque no significativamente.

En el caso de maratonianos³² se notificó una respuesta principalmente anabólica con un mayor aumento de las citoquinas anti-inflamatorias IL-10 e IL-6 al finalizar la prueba, frente a un único aumento de la pro-inflamatoria IL-8 y el mantenimiento de la IL-1 β y el TNF α . Los autores sugirieron que podría haber supuesto una medida de defensa ante el estrés producido por el ejercicio físico.

En la investigación de Andersson *et al*³³ con futbolistas de alto nivel, fue encontrada una respuesta equilibrada entre el aumento ($p < 0.05$) de citoquinas pro- (IL-8, IL-12, IL-17, TNF α e interferón gamma [IFN- γ]) y anti-inflamatorias (IL-2R, IL-4, IL-5, IL-6, IL-7, IL-10, IL-13, interferón alfa [INF- α]) tras jugar dos partidos, siendo el control de su efecto más crónico que agudo.

En deportes de raqueta Witek *et al*³⁴ observaron que la concentración de las citoquinas IL-6 e IL-10 se incrementa (92.5-280%; 38-73%, respectivamente; IC=90%) a lo largo de una temporada de tenis de 8 meses de duración. Además, se encontró una correlación inversa ($r = -0.45$; 90% IC -0.06 a 0.77) entre el aumento de IL-6 y partidos perdidos, pudiendo ser un indicador de rendimiento. La citoquina TNF α se mantuvo estable toda la temporada, lo cual supuso un balance a favor de la respuesta anti-inflamatoria al ejercicio físico.

5. CONCLUSIONES

La práctica del pádel de alto nivel genera sobre el sistema inmunológico una moderada respuesta inflamatoria.

³¹ PEDERSEN, Op. Cit p. 337-346

³² SUZUKI *et al.*, Op. Cit. 337-346

³³ ANDERSSON *et al.*, Op. Cit. 740-747

³⁴ WITEK *et al.*, Op. Cit.

El significativo incremento de la IL-8 pone de manifiesto una respuesta catabólica, probablemente derivada de una gran cantidad de repeticiones musculares de carácter excéntrico, como consecuencia de la dinámica de juego de este deporte.

La respuesta de la citoquina IL-10 al estrés físico inducido por el juego del pádel muestra un ligero aumento, mostrando una respuesta anti-inflamatoria del organismo, aunque insuficiente a pesar de elevar sus niveles por encima de los basales.

La escasa variación de los niveles de la IL-1 β coincide con lo contrastado hasta el momento, donde parece ser que la respuesta inmunológica del organismo logra moderar su segregación, pudiendo estar relacionado con adecuado nivel de entrenamiento de las deportistas analizadas.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSSON, H. *et al.* Differences in the inflammatory plasma cytokine response following two elite female soccer games separated by a 72 - h recovery. En: *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2010, vol. 20, no 5, p. 740-747.
- BLOOMFIELD, J., POLMAN, R. y O'DONOGHUE, P. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. En: *J Sports Sci Med*, 2007, vol. 6, no 1, p. 63-70.
- BORGES, G. F. *et al.* Differences in plasma cytokine levels between elite kayakers and nonathletes. En: *BioMed research international*, 2013, vol. 2013.
- CHAN, M. S. *et al.* Cytokine gene expression in human skeletal muscle during concentric contraction: evidence that IL-8, like IL-6, is influenced by glycogen availability. En: *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2004, vol. 287, no 2, p. R322-R327.
- FARHANGIMALEKI, N., ZEHSAZ, F. y TIIDUS, P. M. The effect of tapering period on plasma pro-inflammatory cytokine levels and performance in elite male cyclists. En: *Journal of sports science & medicine*, 2009, vol. 8, no 4, p. 600.

- KAWAI, S. *et al.* The role of interleukin-10 in systemic inflammatory response syndrome with sepsis. En: *Journal of Infection and Chemotherapy*, 1998, vol. 4, no 3, p. 121-127.
- KRÜGER, K. y MOOREN, F. C. Exercise-induced leukocyte apoptosis. En: *Exerc Immunol Rev*, 2014, vol. 20, no 20, p. 117-134.
- MAIN, C. *et al.* Impact of training on changes in perceived stress and cytokine production. En: *Research in Sports Medicine*, 2009, vol. 17, no 2, p. 112-123.
- NIELSEN, A. R. y PEDERSEN, B. K. The biological roles of exercise-induced cytokines: IL-6, IL-8, and IL-15. En: *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 2007, vol. 32, no 5, p. 833-839.
- NIEMAN, D. C. *et al.* Cytokine changes after a marathon race. En: *Journal of applied physiology*, 2001, vol. 91, no 1, p. 109-114.
- NIEMAN, D. C. *et al.* Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run. En: *Journal of applied physiology*, 2003, vol. 94, no 5, p. 1917-1925.
- OSTROWSKI, K. *et al.* Pro - and anti - inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. En: *The Journal of physiology*, 1999, vol. 515, no 1, p. 287-291.
- PEAKE, J. M. *et al.* Plasma cytokine changes in relation to exercise intensity and muscle damage. En: *European journal of applied physiology*, 2005, vol. 95, no 5-6, p. 514-521.
- PEDERSEN, B. K. Muscles and their myokines. En: *Journal of Experimental Biology*, 2011, vol. 214, no 2, p. 337-346.
- PEDERSEN, B. K. y HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. En: *Physiological reviews*, 2000, vol. 80, no 3, p. 1055-1081.

- PEDERSEN, B. K. y FEBBRAIO, M. A. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. En: *Physiological reviews*, 2008, vol. 88, no 4, p. 1379-1406.
- PEDERSEN, B. K., *et al.* Role of myokines in exercise and metabolism. En: *Journal of applied physiology*, 2007, vol. 103, no 3, p. 1093-1098.
- PRADAS, F. *et al.* Análisis antropométrico, fisiológico y temporal en jugadoras de pádel de elite. En: *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 2014, no 25, p. 107-112.
- PRIEGO QUESADA, J. I. *et al.* Padel: a quantitative study of the shots and movements in the high-performance. En: *Journal of human sport and exercise*, 2013, vol. 8, num. 4, p. 925-931.
- ROUBENOFF, R. Physical activity, inflammation, and muscle loss. En: *Nutrition reviews*, 2007, vol. 65, no suppl 3, p. S208-S212.
- SCOTT, J. P. *et al.* Effect of exercise intensity on the cytokine response to an acute bout of running. En: *Med Sci Sports Exerc*, 2011, vol. 43, no 12, p. 2297-306.
- SMITH, L. L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress. En: *Medicine and science in sports and exercise*, 2000, vol. 32, no 2, p. 317-331.
- SUZUKI, K. *et al.* Impact of a competitive marathon race on systemic cytokine and neutrophil responses. En: *Medicine and science in sports and exercise*, 2003, vol. 35, no 2, p. 348-355.
- TILG, H., DINARELLO, C. A. y MIER, J. W. IL-6 and APPs: anti-inflammatory and immunosuppressive mediators. En: *Immunology today*, 1997, vol. 18, no 9, p. 428-432.

ALEJANDRO GARCÍA GIMÉNEZ, DUBER MARY MONTOYA SUÁREZ, CARLOS CASTELLAR OTÍN, FRANCISCO PRADAS DE LA FUENTE. "Respuesta inflamatoria producida por el pádel en jugadoras profesionales"

REVISTA INTERNACIONAL DE DEPORTES COLECTIVOS. 35, 59-69

- WITEK, K. *et al.* Myokines in Response to a Tournament Season among Young Tennis Players. En: *BioMed Research International*, 2016, vol. 2016.