

Monograph

# El Aceite de Pescado Rico en DHA Mejora el Tiempo de Reacción Complejo en Jugadoras de Fútbol de Elite

José F Guzmán<sup>1</sup>, Héctor Esteve<sup>1</sup>, Carlos Pablos<sup>1</sup>, Ana Pablos<sup>2</sup>, Cristina Blasco<sup>1</sup> y José A Villegas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Physical Activity and Sport Sciences, University of Valencia, Valencia, Spain.

<sup>2</sup>Faculty of Physical Activity and Sport Sciences, Catholic University of Valencia, Spain.

<sup>3</sup>Catholic University of Murcia, Murcia, Spain.

## RESUMEN

Se ha demostrado que los ácidos grasos Omega-3 (n-3) mejoran la función neuromotora. El presente estudio analizó los efectos del ácido docosahexaenoico sobre el tiempo de reacción complejo, la precisión y la eficacia, en jugadoras de fútbol de elite. De manera aleatoria se eligieron 24 jugadoras de dos equipos de la Superliga de Fútbol femenino de España y se las asignó a dos grupos experimentales, luego se les administró, a doble ciego, 3.5 g•día<sup>-1</sup> de aceite de pescado rico en DHA (FO =12), o bien aceite de oliva (OO = 12) durante 4 semanas de entrenamiento. Se tomaron dos mediciones (pre- y post-tratamiento) de tiempo de reacción complejo y precisión. Los participantes debían presionar diferentes botones y pedales con las manos izquierda y derecha, o dejar de responder, según los estímulos visuales y auditivos. El análisis de varianza multivariado mostró una interacción entre la administración del suplemento (pre/post) y el grupo experimental (FO/OO) sobre el tiempo de reacción complejo (FO pre = 0.713 ± 0.142 ms, FO post = 0.623 ± 0.109 ms, OO pre = 0.682 ± 1.132 ms, OO post = 0.715 ± 0.159 ms; p = 0.004) y la eficacia (FO pre = 40.88 ± 17.41, FO post = 57.12 ± 11.05, OO pre = 49.52 ± 14.63, OO post = 49.50 ± 11.01; p = 0.003). Se concluye que, después de 4 semanas de suplementación con FO, hubo una mejora significativa en la función neuromotora de las jugadoras de fútbol de elite

**Palabras Clave:** ácidos grasos, omega 3, eficacia, toma de decisión

## INTRODUCCIÓN

El ácido docosahexaenoico (DHA) con 22 carbonos y 6 dobles enlaces es un ejemplo de un ácido graso poliinsaturado de la familia del omega 3. Al DHA se lo considera esencial para la salud y la vitalidad (Sears, 2002), debido a su relación con la prevención y la mejora del cáncer y las enfermedades cardíacas (Stillwell y Wassall, 2003), sus beneficios psicológicos y emocionales (Fontani et al., 2005), la mejora de la atención (McNamara et al., 2010) y a sus propiedades antiinflamatorias (Mori y Beilin, 2004).

En el contexto del deporte y el ejercicio, el DHA omega-3 de cadena larga y el ácido icosapentaenoico (EPA), llamados "aceites de pescados", han sido analizados en estudios recientes que intentaron demostrar sus beneficios como ácidos

ergogénicos. Walser y Stebbins (2008) confirmaron, con una muestra de 21 adultos en buen estado de salud, la hipótesis de que la suplementación dietaria de DHA (2 g·día<sup>-1</sup>) + (EPA) (3 g·día<sup>-1</sup>) durante un período de 6 semanas facilita un incremento en el volumen sistólico y el rendimiento cardiaco, así como también una disminución en la resistencia vascular sistémica durante el ejercicio dinámico. En otro estudio, realizado con una muestra de 25 jugadores de fútbol australiano de elite, Buckley et al. (2009) reportaron que una suplementación de 6 g·día<sup>-1</sup> de aceite de pescado rico en DHA durante un período de 5 semanas mejoró la función cardiovascular y redujo las concentraciones de triglicéridos séricos y la frecuencia cardiaca durante el ejercicio sub-máximo, pero no mejoró el rendimiento de resistencia ni la recuperación. Una suplementación con DHA de 3.2 g·día<sup>-1</sup> EPA + 2.2 g·día<sup>-1</sup> administrada durante 3 semanas a una muestra de 10 atletas de elite también guardó relación con una disminución en la gravedad de la bronco-constricción inducida por el ejercicio (Mickleborough et al., 2003). Otro estudio mostró que una suplementación con DHA de 2.2 g·día<sup>-1</sup> EPA + 2.2 g·día<sup>-1</sup> durante 6 semanas guardó relación con niveles más bajos de dos biomarcadores de la inflamación, la proteína C reactiva (CRP) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), en una muestra de 14 hombres entrenados (Bloomer et al., 2009). No obstante, otros estudios no hallaron ninguna evidencia de efectos de la suplementación con DHA sobre el rendimiento físico o los indicadores anti-inflamatorios (Nieman et al. 2009; Raastad et al., 1997). Estos resultados no concluyentes sugieren la necesidad de realizar más investigaciones a fin de aclarar los posibles beneficios de este ácido graso en el deporte.

Una parte importante de esta investigación sobre el DHA y su beneficio para el deporte se ha enfocado en el análisis de los beneficios de la disminución o el retraso de la fatiga y de la reducción del estrés oxidativo muscular. Sin embargo, existen otros posibles beneficios derivados de sus posibles efectos sobre el sistema nervioso que podrían mejorar el rendimiento en el deporte. En general, se sabe que el DHA se acumula con rapidez en el cerebro durante el último trimestre del embarazo y durante los 2 primeros años de vida. Luego, los niveles de DHA continúan aumentando en la corteza cerebral hasta los 18 años de edad y de allí en adelante comienzan a disminuir. La concentración de DHA es especialmente elevada en la corteza frontal, la región del cerebro donde se planean las respuestas apropiadas a los estímulos internos y externos y se integra la información perceptiva compleja, desarrollando la función ejecutiva (McNamara, 2010). No obstante, se sabe poco sobre si el DHA dietario puede incrementar el contenido de DHA cortical, o si los cambios en la actividad neuronal de la corteza están relacionados con el DHA de la corteza. McNamara et al. (2010) realizaron un estudio con 38 niños de 8 a 10 años de edad en el cual el grupo experimental consumió ya sea 0.4 g·día<sup>-1</sup> o 1.2 g·día<sup>-1</sup> de DHA durante 8 semanas, mientras que al grupo de control se le administró un placebo de aceite de maíz. Se halló una mejora en la atención en los niños en buen estado de salud después de una suplementación con DHA debido a una mayor activación de la corteza cerebral. Estos resultados respaldan la hipótesis de que el DHA podría mejorar potencialmente el rendimiento en el deporte, donde la actividad perceptivo-motriz y la toma de decisiones son las claves para el éxito (Overney et al., 2008).

El tiempo de reacción complejo, también llamado tiempo de decisión-reacción o tiempo de reacción discriminativo (Link y Bonnet, 1998; Orellana, 2009), es diferente al tiempo de reacción simple porque el hecho perceptivo requiere la decisión de un comportamiento entre varias posibilidades al presentarse los estímulos (Pieron et al., 1972), reflejando tanto la actividad perceptivo-motriz como la cognitiva. Overney et al. (2008) propusieron que ese ejercicio y el deporte pueden incrementar algunas habilidades perceptivo-motrices básicas. Reportaron que los jugadores de tenis experimentados tuvieron una mejor precisión para detectar parámetros de movimiento, una mayor discriminación de la velocidad y un procesamiento temporal más veloz que los triatletas y las personas que no eran atletas. Por lo tanto, si un deporte está relacionado con las habilidades perceptivo-motrices, podría plantearse la hipótesis de que la intervención (como la suplementación con DHA) que llevó a un mejor comportamiento perceptivo-motriz también podría mejorar el rendimiento en el deporte.

Se ha planteado la hipótesis de que el DHA tiene un efecto doble sobre la mejora de la eficacia de la reacción compleja; se cree que el DHA en primer lugar retrasa la fatiga, lo cual ha estado relacionado con el mantenimiento de la eficacia perceptivo-motriz (Thomson et al., 2009); y en segundo lugar, que mejora los procesos perceptivo-motrices que han llevado a un menor tiempo de reacción complejo y una mayor precisión.

El objetivo de este estudio ha sido analizar los efectos de la suplementación con DHA sobre los procesos perceptivo-motrices, tales como el tiempo de reacción complejo, la precisión y la eficacia en jugadoras de fútbol de elite. El segundo objetivo ha sido analizar las posibles diferencias en los efectos del DHA cuando la suplementación se ofrece al comienzo en oposición al final de la temporada de fútbol.

## MÉTODOS

### Participantes

La muestra se compuso de 34 jugadoras de fútbol profesional de elite (M = 23.58, SD = 5.22), seleccionadas de dos

equipos de la Superliga de Fútbol femenino de España. Las jugadoras fueron seleccionadas de los clubes Levante U.D. (n = 20) y Valencia C.F. (n = 14). Todas las participantes gozaban de buena salud, no sufrieron de ninguna enfermedad crónica, no recibieron ninguna medicación que pudiera afectar las respuestas fisiológicas ni bioquímicas, ni consumieron ninguna comida enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados en el lapso del mes previo al experimento ni durante el mismo. A todas las participantes se les informó sobre el programa y las características del producto y sus posibles efectos secundarios, y ellas firmaron el consentimiento para su participación. Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Valencia (España). El protocolo cumplió con todos los requerimientos de la Conferencia de Helsinki para la investigación en seres humanos.

## **Procedimientos**

Se llevó a cabo un estudio de 4 semanas a doble ciego. A las participantes se les administró ya sea una suplementación con DHA o bien un placebo. Las jugadoras del club Levante U.D (n = 20) realizaron el estudio en el período final de la temporada 2007-2008 (junio 2008), y las jugadoras del club Valencia C.F. (n = 14) al comienzo de la temporada 2009-2010 (octubre 2009). En cada equipo, a las participantes se les asignó de manera aleatoria a los grupos experimental y de control.

Las atletas del grupo experimental recibieron una suplementación nutricional de DHA de 3.5 g·día<sup>-1</sup> (Algatrium Plus, Brudy Technology, Barcelona), mientras que las participantes del grupo de control recibieron solo el placebo (aceite de oliva), que no contenía ácidos grasos omega 3. Las píldoras administradas a ambos grupos eran similares, y en ambos casos las participantes ingirieron 5 unidades por día durante el desayuno sin masticarlas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una dosis de 150 mg·día<sup>-1</sup>, y la Sociedad Internacional para el Estudio de Ácidos Grasos y Lípidos (ISSFAL) recomienda 650 mg·día<sup>-1</sup>. En el presente estudio se ha planteado la hipótesis de que las atletas de elite, con niveles elevados de eficacia de la reacción compleja y erosión fisiológica producidas por la carga de entrenamiento, necesitarían una cantidad más elevada de DHA/día para experimentar los beneficios.

Durante un período de 7 días, cada participante debió completar un cuadro nutricional (“inventario de 24 horas”), registrando todo el consumo dietario (comida y bebida) durante los 7 días. Los datos recopilados les permitieron a los investigadores controlar la dieta de los participantes (consumo calórico y porcentaje del consumo de proteínas, grasas y carbohidratos). Todos los análisis los llevó a cabo el mismo experto calificado.

Se administró un cuestionario de rutinas y hábitos diarios como una medición de control, y también una medición de la eficacia de la reacción compleja (tiempo y precisión), que se aplicó en dos momentos: Basal (pre-test) y después de cuatro semanas (post-test).

## **Medición de la Eficacia de la Reacción Compleja**

Para medir la eficacia de la reacción compleja se empleó una tarea computarizada llamada “tiempos de reacción múltiple” que presentaba estímulos visuales y auditivos, y registraba las respuestas según correspondía. Este instrumento es parte de la prueba de conducción ASDE (General ASDE, 2005; Monterde, 2005; Monterde et al., 1986), que está compuesta de una serie de pruebas psicológicas desarrolladas para evaluar las habilidades psicofísicas y perceptivo-motrices relacionadas con la conducción y la manipulación de maquinaria compleja.

Para realizar la tarea de tiempos de reacción múltiple, las participantes se sentaron en una silla a una distancia de un metro de la computadora, con las manos y los pies sobre los botones y los pedales proporcionados y se prepararon para responder a los estímulos. La prueba presentaba 4 estímulos visuales diferentes (un círculo rojo, un círculo verde, una cruz blanca y un signo más blanco), y dos estímulos auditivos (sonidos de alta y baja frecuencia). Después de los 4 estímulos (un círculo rojo, una cruz blanca, un sonido de alta frecuencia y un sonido de baja frecuencia), las participantes debían responder, con tanta rapidez como les fuera posible, presionando el botón derecho o el izquierdo o el pedal con la mano derecha, la mano izquierda, el pie derecho o el pie izquierdo respectivamente. Cuando la pantalla mostraba el círculo verde o el signo más blanco, se les ordenaba a las participantes que no respondieran.

La administración de la tarea tuvo tres fases: Aprendizaje-demostración, ensayo y prueba. En la fase de aprendizaje-demostración, a las participantes se les ordenó que respondieran a los estímulos mientras que en la pantalla de la computadora tenían una tabla con las respuestas y recibieron observaciones sobre el desempeño y la corrección cuando fue necesario. En la fase de ensayo, se les pidió a las participantes que respondieran a los estímulos sin la tabla, pero de todos modos recibieron las observaciones y la corrección. Por último, en la fase de prueba, las participantes respondieron a 36 estímulos sin recibir ningún tipo de observación. Al final de la tarea se mostraron tres resultados: Aciertos, errores y la media del tiempo de reacción complejo.

## **Análisis Estadísticos**

Se realizó un análisis de varianza multivariado. Se llevó a cabo con un factor intra-sujeto, la suplementación nutricional (pre test-post test); y dos factores inter-sujeto, el grupo experimental (DHA-placebo) y el momento de la temporada (comienzo-final). Se analizaron tres variables dependientes: El tiempo de reacción complejo, la precisión (aciertos-errores) y la eficacia de la reacción compleja, por medio de un índice de eficacia de la reacción compleja (CREI): (aciertos-errores) / tiempo de reacción.

## RESULTADOS

No se hallaron diferencias significativas entre los consumos nutricionales de los dos equipos. El consumo calórico promedio fue de 3050 kcal·día<sup>-1</sup> (DE =140; 16% de proteínas, 44% de grasas y 40% de carbohidratos). Todas las jugadoras estuvieron a menos de 2 DE de la media, por lo tanto ninguna fue excluida del estudio.

El análisis multivariado de contraste mostró efectos significativos de la suplementación nutricional ( $F = 3.54$ ;  $\lambda$  Wilks = 0.73;  $p = 0.027$ ;  $\eta^2$  parcial = 0.28;  $1-\beta = 0.72$ ) e interacción entre la suplementación nutricional y el grupo experimental ( $F = 5.92$ ;  $\lambda$  Wilks = 0.61;  $p = 0.003$ ;  $\eta^2$  parcial = 0.39;  $1-\beta = 0.92$ ). No se hallaron efectos significativos para el momento de la temporada ni para la interacción entre los factores.

El análisis univariado de contraste mostró efectos de la suplementación nutricional sobre la precisión, la eficacia y la interacción entre la suplementación nutricional y el grupo experimental sobre el tiempo de reacción complejo y la eficacia (Tabla 1). Los resultados mostraron que con la suplementación con DHA el tiempo de reacción complejo y la precisión disminuyeron de manera similar, y en consecuencia aumentó la eficacia de la reacción compleja. Por otro lado, al analizar la interacción entre la suplementación nutricional y el grupo experimental, los resultados mostraron que el tiempo de reacción complejo del grupo de control aumentó ligeramente en la medición post-tratamiento, mientras que el grupo experimental disminuyó casi por una décima de segundo. Además, la eficacia del grupo de control no cambió, mientras que el grupo experimental aumentó de manera significativa.

Factor	Variables dependientes	F	Sig	$\eta^2$ parcial	$1-\beta$	Pre-tratamiento Media ( $\pm$ DE)	Post-tratamiento Media ( $\pm$ DE)		
Suplementación	Tiempo de reacción	2.11	0.157	0.066	0.289	0.698 (.136)	0.667 (0.141)		
	Precisión	6.13	0.019	0.170	0.673	30.06 (8.61)	34.24 (2.30)		
	Eficacia	10.44	0.003	0.258	0.878	44.95 (16.51)	53.54 (11.53)		
						<b>Experimental</b>	<b>Control</b>	<b>Experimental</b>	<b>Control</b>
Suplementación *Grupo Experimental	Tiempo de reacción	9.83	0.004	0.247	0.859	0.713 (0.142)	0.682 (1.132)	0.623 (0.109)	0.715 (0.159)
	Precisión	1.89	0.179	0.059	0.265	28.11 (10.50)	32.25 (5.31)	34.56 (2.55)	33.88 (2.00)
	Eficacia	10.46	0.003	0.258	0.879	40.88 (17.41)	49.52 (14.63)	57.12 (11.05)	49.50 (11.01)
Suplementación Equipo	Tiempo de reacción	0.16	0.692	0.005	0.067				
	Precisión	0.09	0.771	0.003	0.059				
	Eficacia	0.03	0.862	0.001	0.053				
Suplementación* *Grupo Experimental Equipo	Tiempo de reacción	2.63	0.115	0.081	0.349				
	Precisión	0.69	0.413	0.022	0.013				
	Eficacia	0.02	0.891	0.001	0.052				

Tabla 1. Resultados del estudio

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio respaldan la idea de que la suplementación con DHA produce beneficios relacionados con el comportamiento perceptivo-motriz. Una interacción entre la suplementación (pre-test - post-test) y el grupo experimental (DHA-placebo) mostró que la suplementación con DHA produjo mejoras significativas no solo en el tiempo de reacción

complejo ( $p = 0.004$ ), sino también en la eficacia de la reacción compleja ( $p = 0.003$ ). Esta investigación también halló que este efecto no varió cuando la suplementación se ofreció al comienzo o al final de la temporada. Por lo tanto, la posible fatiga acumulativa no produjo cambios significativos en los efectos del DHA.

Con respecto a los mecanismos que podrían producir esta mejora, algunos estudios han propuesto que el DHA modula la actividad funcional en las redes de atención cortical. En un estudio llevado a cabo por McNamara et al. (2010) realizado con 30 niños de 8-10 años de edad, los autores proporcionaron 8 semanas de suplementación con DHA, que incrementó la composición de DHA de la membrana de eritrocitos, y guardó una relación positiva con la activación de la corteza dorsolateral prefrontal y guardó una relación inversa con el tiempo de reacción.

La confiabilidad del estudio fue respaldada por la homogeneidad de la muestra. No se hallaron diferencias en el consumo nutricional entre las jugadoras de ambos equipos, y las atletas, siendo jugadoras profesionales, tenían cargas de entrenamiento y estilos de vida similares (rutinas diarias, tiempo libre, etc.), según lo indicaban los cuestionarios. Sin embargo, pueden destacarse algunos puntos. Primero, las atletas ya tenían un buen rendimiento perceptivo-motor en la medición pre-tratamiento (CREI elevado), por lo tanto era importante que la suplementación con DHA pudiera llevar a una mejora en el rendimiento. Segundo, la eficacia de la reacción compleja se midió bajo condiciones de laboratorio y los resultados no necesariamente indicaban que una mejora llevaría a un incremento en el rendimiento del juego individual o colectivo. No obstante, estos resultados sugieren que una mejora en la eficacia de la reacción compleja podría llevar a una mejor selección y rendimiento de las variables técnicas y tácticas. Esta hipótesis podría analizarse en estudios posteriores. Tercero, en este estudio las participantes ejercitaron sin fatiga. Sería interesante investigar si la suplementación con DHA incrementaría o mantendría el rendimiento perceptivo-motriz bajo condiciones de fatiga con alteraciones similares en la dieta (Pawlosky et al., 2003), y en condiciones de juego, donde se ha hallado que la eficacia perceptivo-motriz disminuye (Thomson et al., 2009). Por último, esta investigación se llevó a cabo en mujeres porque algunos estudios sugieren que éstas muestran más interés en ser útiles que cuando se lleva a cabo con participantes masculinos a fin de verificar resultados similares. Además, sería interesante realizar estudios similares con otros grupos de participantes en buen estado de salud (Fontani, 2005) o con grupos con diferentes niveles de impedimentos físicos o psicológicos.

## CONCLUSIÓN

---

Los resultados obtenidos del estudio sugieren que la suplementación con DHA produjo beneficios perceptivo-motrices en atletas femeninas de elite, y que el DHA podría ser una suplementación beneficiosa en el deporte, donde la eficacia de la toma de decisiones y el tiempo de reacción es muy importante. Además, se sugiere la necesidad de realizar estudios similares bajo condiciones de fatiga con muestras masculinas y/o de personas que no sean atletas.

### Puntos Clave

- Los resultados obtenidos del estudio sugieren que la suplementación con DHA produjo beneficios perceptivo-motrices en atletas femeninas de elite.
- El DHA podría ser una suplementación beneficiosa en el deporte, donde la eficacia de la toma de decisiones y el tiempo de reacción es muy importante

### Agradecimientos

Esta investigación se ha podido realizar con la ayuda financiera de Consell Valencià de l'Esport (CVE) en 2008. Ingesta de ácidos grasos poliinsaturados en atletas femeninas (Ref. BL08-162).

## REFERENCIAS

---

1. Bloomer, R., Larson, D., Fisher-Wellman, K., Galpin, A. and Shilling, B (2009). Effect of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid on resting and exercise-induced inflammatory and oxidative stress biomarkers: a randomized, placebo controlled, cross-over study. *Lipids in Health and Disease* 8, 36
2. Buckley, J.D., Burgess, S., Murphy, K.J. and Howe, P.R (2009). DHA-rich fish oil lowers heart rate during submaximal exercise in elite Australian Rules footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12, 503-507
3. Fontani, G., Corradeschi, F., Felici, A., Alfatti, S., Migliorini, S. and Lodi, L (2005). Cognitive and physiological effects of Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in healthy subjects. *European Journal of Clinical Investigation*, 35, 691-699

4. General ASDE (2005). La evaluación psicológica mediante los equipos normalizados driver-test (Mod. N-845) [The psychological evaluation through standardized driver-test equipment (Mod. N-845)]. Pruebas de aptitud perceptivo-motoras para conductores y portadores de armas de fuego [Perceptual-motor abilities test to drive. *Alfa Delta Digital: Valencia*. (In Spanish)
5. Link, S. and Bonnet, C (1998). Wave theory and reaction time. In: *Fechner Day 98*. Eds: Gondrin, S. and Lacouture, Y. Québec: *International Society of Psychophysics*. 155-160
6. McNamara, R., Able, J., Jandacek, R., Rider, T., Tso, P., Eliassen, J., Alfieri, D., Weber, W., Jarvis, K., Delbello, M., Strakowski, S. and Adler C (2010). Docosahexaenoic acid supplementation increases prefrontal cortex activation during sustained attention in healthy boys: a placebo-controlled, dose-ranging, functional magnetic resonance imaging study. *American Society for Clinical Nutrition* 91, 1060-1067
7. Mickleborough, T.D. , Murray, R.L., Jonescu, A.A. and Lindley, M.R (2003). Fish oil supplementation reduces severity of exercise-induced bronchoconstriction in elite athletes. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 168(10), 1181-1189
8. Monterde, H (2005). Examen psicológico de conductores en España con equipos normalizados. [Psychological testing of drivers in Spain with standard equipment]. (*Real Decreto 772/97 ASDE Driver-Test N-845*). (In Spanish)
9. Mori, T., Woodman R., Burke V., Puddey I., Croft K. and Beilin L (2003). Effect of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on oxidative stress and inflammatory markers in treated-hypertensive type 2 diabetic subjects. *Free Radical Biology and Medicine* 35, 772-781
10. Mori T. and Beilin L (2004). Omega-3 fatty acids and inflammation. *Current Atherosclerosis Reports* 6, 461-467
11. Nieman D., Henson D., McAnulty S., Jin F. and Maxwell K (2009). N-3 polyunsaturated fatty acids do not alter immune and inflammation measures in endurance athletes. *Journal of Sports Science and Medicine* 19, 536-546
12. Orellana, A (2009). Valoración del tiempo de reacción simple y discriminativo como determinante de la respuesta neuromotriz. [Evaluation of simple and discriminative reaction time as determinant of neuromotor response]. *Doctoral Dissertation, University of Granada, Granada, Spain*. (In Spanish)
13. Overney, L.S., Blanke, O. and Herzog, M.H (2008). Enhanced temporal but not attentional processing in expert tennis players. *PLoS ONE* 3, 1-9
14. Pawlosky, R., Hibbeln, J., Lin, Y. and Salem, N (2003). n-3 Fatty acid metabolism in women. *British Journal of Nutrition* 90, 993-994
15. Pieron, H., Leplat, J. and Chocholle, R (1972). Sensación y motricidad [Sensation and motor function]. *Paidós, Buenos Aires*. (In Spanish)
16. Sears B (2002). The Omega Rx Zone. *Regan Books (Harper Collins), New York*
17. Simopoulos, A (2007). Omega-3 fatty acids and athletics. *Current Sports Medicine Reports* 6, 230-236
18. Stillwell, W. and Wassall S.R (2003). Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid. *Chemistry and Physics of Lipids* 126, 1-27
19. Thomson, K., Watt, A. and Liukkonen, J (2009). Differences in ball sports athletes speed discrimination skills before and after exercise induced fatigue. *Journal of Sports Science and Medicine* 8, 259-264
20. Walser B. and Stebbins C (1940). Omega-3 fatty acid supplementation enhances stroke volume and cardiac output during dynamic exercise. *European Journal of Applied Physiology* 104, 455-461

### Cita Original

José F. Guzmán, Hector Esteve, Carlos Pablos, Ana Pablos, Cristina Blasco and José A. Villegas. DHA-Rich Fish Oil Improves Complex Reaction Time in Female Elite Soccer Players. *Journal of Sports Science and Medicine* (2011) 10, 301 - 305