

Suplementos nutricionales en el tratamiento y la prevención del dolor muscular tardío: una revisión sistemática

Nutritional supplements in the treatment and prevention of delayed muscle soreness onset: a systematic review

Briseidy Ortiz Rodriguez, Claudia Esther Carrasco-Legleu, Lidia Guillermina De León Fierro, Kevin Fernando Candia-Sosa, Ramón Candia-Lujan, Raul Josue Najera Longoria
Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

Resumen. El dolor muscular tardío (DMT) es uno de los indicadores del daño muscular y regularmente está asociado con la realización de una actividad física des acostumbrada. A través de los años se han buscado diversas formas de contrarrestarlo, entre ellas se encuentra el uso de los suplementos nutricionales. **Objetivo:** Determinar la efectividad de los suplementos nutricionales en la prevención y tratamiento del DMT. **Método:** Se llevó a cabo una revisión sistemática en las bases de datos PubMed, Scopus, SportDiscus y Web of Science, las palabras utilizadas para la búsqueda fueron *delayed onset muscle soreness* y *exercise induced muscle damage* combinadas con *prevention* y/o *treatment*. **Resultados:** Se identificaron 1257 estudios de los cuales 43 cumplieron con los criterios establecidos para ser incluidos en la revisión. Los principales suplementos usados son la leche, los ácidos grasos Omega 3 y la curcumina. Del total de estudios analizados, en el 46% hubo una disminución del DMT con el uso del suplemento. **Conclusión:** Los suplementos nutricionales analizados no tienen efectividad en la prevención y tratamiento de DMT.

Palabras clave: Acciones excéntricas, antiinflamatorios, antioxidante, proteína, carbohidratos, ácidos grasos.

Abstract. Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) is one of the indicators of muscle damage regularly associated with performance in individuals not used to physical activity. Several strategies to counteract DOMS appeared over the years, including the use of nutritional supplements. **Objective:** to determine the effectiveness of nutritional supplements in the prevention and treatment of DOMS. **Method:** a systematic review was carried out in the PubMed, Scopus, Sport Discuss, and Web of Science databases. Words used for the search were «*delayed onset muscle soreness*» and «*exercise induced muscle damage*» combined with «*prevention*» and/or «*treatment*». **Results:** we identified 1,257 studies, 43 of which met the criteria established to be included in the review. The main supplements used are milk, omega-3 fatty acids, and curcumin. In 46% of the studies analyzed, a decrease in DOMS was shown after using a supplement. **Conclusion:** the nutritional supplements analyzed have no effectiveness in the prevention and treatment of DOMS.

Key words: eccentric actions, anti-inflammatory, antioxidant, protein, carbohydrates, fatty acids.

Introducción

Independiente de que una persona sea sedentaria o deportista, cualquiera de ellos puede experimentar alteraciones importantes en su rendimiento como deshidratación (Calvo, Fernandes, Aznar & García, 2018), o el dolor muscular tardío (DMT) (Seidel et al., 2012). Este es el dolor que aparece entre 12 y 24 horas después de realizar un ejercicio des acostumbrado, dicho dolor se caracteriza por un incremento en su intensidad, alcanzando el dolor pico a las 48 horas, para ir descendiendo en los siguientes días (Smith, 1992). Dicho dolor es mayor si en la actividad física están involucradas principalmente acciones excéntricas (Raya-González, Piqueras, & Sánchez-Sánchez, 2018), como bajar por una escalera, bajar algún peso, entre otros (Bubbico & Kravitz, 2010). A pesar de que ya han pasado más de 115 años desde que se reportó por primera vez este tipo de dolor (Hough, 1900), aún no se sabe con certeza cómo se origina por lo que a través de los años han surgido diversas teorías que han tratado de descifrar su etiopatogenia. Dentro de las teorías que han existido han sido descartadas tanto la del ácido láctico como la de los espasmos musculares (Sayers & Dannecker, 2004).

Las teorías restantes por separado son insuficientes para dar respuesta a la duda, por lo que se ha hecho una mezcla de ellas, presentando un modelo que trata de explicar el mecanismo de producción en donde se menciona que el ejercicio produce ruptura de las fibras musculares debilitando las líneas Z, con el daño del sarcolema resulta una acumulación de calcio, lo que inhibe la respiración celular, esto a su vez eleva la circulación de neutrófilos permitiendo que algunos componentes y marcadores del daño muscular difundan al plasma e intersticio, entre los marcadores destacan la hidroxiprolina y la creatínquinasa. Dentro de unas horas hay una elevación importante de neutrófilos en el sitio lesionado. La relación monocitos/macrófagos alcanzan su pico 48 horas después de haberse producido el daño muscular. Los macrófagos producen prostaglandinas (PGE₂) III y IV en las terminales nerviosas sensibles a estímulos mecánicos, químicos y térmicos. La acumulación

de histamina, potasio y quininas producto de la actividad fagocitaria y necrosis celular, además de una elevada presión del edema tisular y la elevación de la temperatura, pudieran activar los nociceptores dentro la fibra y tendón muscular, lo que conduciría a la sensación del DMT (Cheung, Hume, & Maxwell, 2003).

Muchas veces el DMT es asociado con el abandono de la práctica de la actividad física por parte de personas que inician un programa de entrenamiento, en deportistas dicho dolor ha sido relacionado con disminución del rendimiento deportivo, por lo que a través de los años han surgido diversas estrategias que han tenido como objetivo prevenir o tratar el DMT, entre las que sobresalen el uso de antiinflamatorios (Candia-Luján & de-Paz-Fernández, 2014), antioxidantes (Candia-Lujan, De Paz, & Costa, 2014), masaje (Nelson, 2013), terapia con plataformas vibratorias (Carrasco-Legleu, Candia-Luján, De León, Sánchez, & Candia-Sosa) y los suplementos nutricionales, entre otras. En los últimos años se han incrementado las investigaciones donde se ha evaluado el uso de suplementos nutricionales (Rodríguez-Gandullo & Álvarez-Barbosa, 2018), así mismo también se ha visto un aumento de la variedad de los mismos.

El objetivo del presente estudio fue llevar a cabo una revisión sistemática en las principales bases de datos biomédicas para determinar la efectividad de los principales suplementos nutricionales para prevenir y tratar el dolor muscular tardío.

Metodología

Las bases de datos consultadas fueron Pubmed, Scopus, SportDiscus y Web of Science, (limitado a prueba clínica, artículos, publicaciones académicas y artículos respectivamente). La consulta se llevó a cabo entre los meses de febrero y marzo de 2017. Las palabras clave utilizadas fueron *delayed onset muscle soreness* y *exercise induced muscle damage* combinadas con *prevention* y/o *treatment*.

Se consideraron como criterios de inclusión aquellos estudios que hayan sido realizados en humanos, que una de las variables medidas fuera el DMT, que el suplemento evaluado no fuera un antioxidante (como las vitaminas y los polifenoles), escritos en inglés o español, y publicados en revistas de revisión por pares.

Para la selección de los artículos primero se leía el título, si en éste aparecía la relación entre un suplemento nutricional y DMT entonces se analizaba el resumen y después de eso se tomaba la decisión de leer el artículo en extenso para rechazarlo o incluirlo para su análisis

Resultados y discusión

En total se identificaron 1257 artículos en las cuatro bases de datos, de los cuales se incluyeron 43 en esta revisión (Figura 1). La antigüedad de las publicaciones fue de 4.9 ± 4.8 años. En cuanto a la obsolescencia, de acuerdo al índice Burton-Kleber (Vásquez-Morales, Wanden-Berghe, & Sanz-Valero, 2013) fue de 4, mientras que el índice Price (porcentaje de artículos con edad inferior a 5 años) fue 57 %. En el 46 % de los estudios hubo disminución del DMT. En el 83 % el diseño del estudio fue aleatorio mientras que en 59 % fue doble ciego.

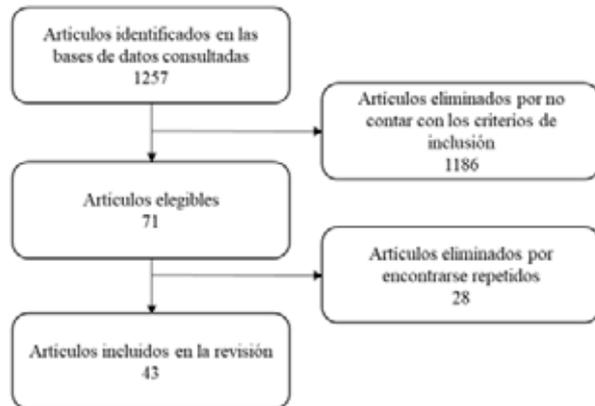


Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de los estudios

A continuación, se presenta la descripción de los estudios analizados los cuales fueron agrupados en tres tipos de suplementos: a) aquellos que contienen proteínas y/o carbohidratos, b) los que contienen ácidos grasos, y c) otros suplementos.

a) Suplementos con proteínas y/o carbohidratos

La ingesta de bebidas de proteínas combinadas con carbohidratos (P+CHO) han sido cada vez más utilizados tanto para mejorar el rendimiento físico, lo que al parecer favorece el retraso de la fatiga para deportistas de larga duración (Cepero, Padial, Rojas, Romero & De la

Cruz, 2016; Espino, Muñoz, & Candia-Lujan, 2015), como para contrarrestar los marcadores del daño muscular. Dentro de este tipo de bebidas destaca la leche como un suplemento de fácil asimilación y además es de bajo costo (Tabla 1).

Un grupo de investigadores llevaron a cabo tres estudios diferentes donde utilizaron la leche como suplemento, en el primero de ellos compararon a un grupo que la consumió contra un grupo que ingirió una bebida rica en carbohidratos y otra baja en proteínas y ligeramente alta en carbohidratos y por último con un grupo control que consumió agua. No hubo diferencias entre los grupos con respecto al DMT. En el siguiente estudio compararon la leche basada en carbohidratos y proteínas ingerida antes, inmediatamente y 24 horas después de la producción del daño muscular, comparada con un grupo control, no encontraron diferencias en el DMT. En el tercer estudio compararon la ingesta de dos cantidades de leche (500 mL y 1000 mL) contra un grupo control que ingirió agua, no encontraron efectos positivos con la ingesta del suplemento (Cockburn, Hayes, French, Stevenson, & Gibson, 2008; Cockburn, Robson-Ansley, Hayes, & Stevenson, 2012; Cockburn, Stevenson, Hayes, Robson-Ansley, & Howatson, 2010). Tampoco se ha visto que el DMT disminuye con el uso de bebidas con carbohidratos y proteínas con una relación 4:1 (Green, Corona, Doyle, & Ingalls, 2008).

En otro reporte evaluaron la efectividad de la leche fermentada ingerida en tres momentos diferentes, cuando lo compararon con el grupo control encontraron que era efectivo en la disminución del DMT en uno de los tres músculos evaluados, mientras que en los otros dos solo hubo tendencia hacia la mejora (Iwasa et al., 2013). En judocas, un estudio que comprendió dos semanas de duración, en la primera los deportistas consumieron 1000 mL de agua y se les midió el DMT después de la sesión de entrenamiento, continuaron con dos semanas de lavado para posteriormente consumir 1000 mL de leche con chocolate, observaron que este suplemento sí atenuaba el DMT (Papacosta, Nassis & Gleeson, 2015).

En otro estudio evaluaron la efectividad del suero simple de leche aislado y el suero de leche de alta densidad aislado y no encontraron diferencia cuando lo compararon con un placebo (Buckley et al., 2010). Tampoco se encontraron efectos positivos sobre el DMT con la ingesta de suero de leche (Burnley, Olson, Sharp, Baier, & Alekel, 2010).

Si bien el consumo de una comida rica en proteínas ha mostrado ser efectivo en la disminución de algunos de los marcadores del daño mus-

Tabla 1. Resumen de los estudios donde se evaluaron suplementos con proteínas y/o carbohidratos y sus efectos sobre el DMT

Autor	Suplemento	Muestra	Producción del DMT	Dosis	Otras variables evaluadas	Resultados sobre el DMT	Ingesta del suplemento
Cockburn et al. 2008	Leche	24 hombres	6 X 10 Flexiones de rodilla	1000 mL	FM y CK	↔	Inmediatamente después y 2 h después
Cockburn et al. 2010	Leche-carbohidratos	32 hombres	6 X 10 flexiones de rodilla	1000 mL	FM y CK	↔	Antes, inmediatamente y 24 h después
Cockburn et al. 2012	Leche	24 hombres	6 X 10 flexiones de rodilla	1000 mL	FM, CK, IL-6 y Mb	↔	Inmediatamente después
Green et al. 2008	Carbohidratos y proteínas	18 mujeres	Carrera cuesta bajo	1.2 g/kg PC carbohidratos .3 g/kg PC proteína	CK y FM	↔	Inmediatamente, 30 y 60 min después
Iwasa et al. 2013	Leche fermentada	18 hombres	5 X 12 Pres de pierna y banco	200 mL	TNF-a y CPK	↓	30 min antes, 2 y 4 horas después
Papacosta et al. 2015	Leche con Chocolate	12 hombres	Salto, planchas y un test específico	1000 mL	Cortisol y testosterona salival	↓	4 días antes
Buckley et al. 2010	Proteínas	43 hombres	100 ECC extensores de rodilla	25 g	Fuerza isométrica, CK y TNF-a	↔	Inmediatamente, 6 y 22 h después
Burnley et al. 2010	Proteínas	21 hombres	10 X 10 EXC rodilla	0.4 g/kg PC	Función muscular y CPK	↔	Durante la prueba
Etheridge et al. 2008	Proteína (de leche)	9 hombres	30 min carrera cuesta bajo	100 g	FM, CK y proteína carboxilada	↔	Después del ejercicio
Samadi et al. 2012	Proteína Carbohidratos	28 hombres	3 X 8-10 EXC	2.5 mL/kg PC	CK y Mb	↔	Antes y 15, 30 y 45 min después
Beck et al. 2007	Proteasa	20 hombres	6 X 10 flexores del antebrazo	342 mg proteasa 6.0 340 mg proteasa 4.5	Fuerza, Circ brazo, CK y Mb	↔	Antes y durante tres días después del ejercicio
Van Someren et al. 2005	β-hidroxibutirato	6 hombres	3 X 10 curl de bíceps	3 g/día	FM, CK, Circ y ROM	↓	14 días antes
Shirato et al. 2016	Proteína BHBM	18 hombres	7 X 6 EXC codo	HMB 3g/día Proteína 36.6 g/día	FM, CK y LDH	↔	7 días antes y 4 después
Shimomura et al. 2010	Aminoácidos	12 mujeres	7 X 20 sentadillas	5.5 gr	Fuerza, CK, Mb	↓	15 min antes
Jackman et al. 2010	Aminoácidos	24 hombres	12 X 20 EXC rodilla	3.5 g leucina, 2.1 g isoleucina y 1.7 g valina	Función muscular, CK y Mb	↓	30 min antes
Howatson et al., 2012	Aminoácidos	12 hombres	100 saltos	10 g/día	FM, Circ Extremidad y CK	↓	12 días antes
Stock et al. 2010	Leucina	3 mujeres 17 hombres	6 series de sentadillas	45 mg/kg PC	CK, LDH	↔	30 min antes e inmediatamente después
Mero et al. 2010	Alfa Hidroxiproprionato	15 hombres	Entrenamiento	500 mg	Desempeño físico	↓	4 semanas
Legault et al. 2015	Glutamina	8 mujeres 8 hombres	Extensores de la rodilla	0.3 g/día/kg PC	FM dinámica e isométrica	↓	1 h antes e inmediatamente después
Street et al. 2011	Glutamina	15 hombres	100 saltos	0.3 g/día/kg PC	FM y CK	↓	Inmediatamente y durante 4 días después
Giambardino et al. 1996	L-carnitina	6 hombres	Prueba de subir y bajar en un banco	3 g/día	CK	↓	Durante 3 semanas

DMT = Dolor Muscular Tardío, EXC = Acciones excéntricas, ROM = Rango de Movimiento, Circ = circunferencia, CK = Creatín Quinasa, LDH = Lactato deshidrogenasa, CRP = Proteína Reactiva C, FM = Fuerza Muscular, PC = Peso Corporal, Mb = Mioglobina, CPK = Creatinfosfoquinasa, ↓ = Disminuyó y ↔ = Sin diferencia

cular, en lo referente al DMT no se han visto efectos positivos (Etheridge, Philp, & Watt, 2008). Resultados similares se han obtenido sobre el DMT cuando se ha evaluado la efectividad del consumo de proteína y carbohidratos en diferentes proporciones (2:1, 3:1 y 4:1) (Samadi et al., 2012). Tampoco el uso de proteasa para contrarrestar el DMT mostró ser efectivo en un estudio que tuvo como objetivo examinar la efectividad de un suplemento de enzima proteasa sobre la fuerza muscular, algunos marcadores del daño muscular y el DMT (Beck, Housh, Johnson, & Schmidt, 2007).

El α -hidroxi- α -metilbutirato (α H α M) es un metabolito del aminoácido ramificado leucina que se produce a partir del cetoácido α -cetoisocaproico (CIC) y debido a sus características metabólicas y baja toxicidad lo hacen un suplemento nutricional idóneo (Manjarrez, Torres-Vaca, González-Gallego, & Alvear-Ordenes, 2015). El α H α M ha sido utilizado como suplemento para contrarrestar el DMT, aunque los resultados no han sido concluyentes debido a que algunos reportan disminución del DMT (Van-Someren, Edwards, & Howatson, 2005) también existen estudios donde no se han encontrado efectos positivos (Shirato et al., 2016). Sin embargo, en el primero de los casos se utilizó α H α M/CIC y en segundo α H α M y suero de leche aislado.

En diversas investigaciones se ha utilizado una mezcla de los aminoácidos ramificados valina, isoleucina y leucina, los cuales han mostrado ser efectivos en la disminución de indicadores del daño muscular, entre ellos el DMT, de los participantes que los consumieron durante los estudios (Howatson et al., 2012; Jackman, Witard, Jeukendrup, & Tipton, 2010; Salinas-García et al., 2015; Shimomura et al., 2010). Resultados positivos también fueron detectados con el uso de los mismos aminoácidos en jugadores de fútbol y rugby. Sin embargo, cuando se ha evaluado la leucina sola no se ha encontrado disminución del DMT después de realizar ejercicio hasta el agotamiento (Stock et al., 2010), aunque con el uso de uno de los productos de su metabolismo, como es el ácido α -hidroxi-isocaproico sí hubo disminución del DMT del grupo de jugadores de fútbol que lo usaron como suplemento durante el entrenamiento (Mero et al., 2010).

La glutamina es el aminoácido más abundante y versátil en el plasma y músculo esquelético. Su uso como suplemento nutricional ha demostrado que incrementa la síntesis de glucógeno muscular y la respuesta del sistema inmune. Recientemente se realizó un estudio en el cual usaron la glutamina como complemento para aliviar el DMT y encontraron que los sujetos que la consumieron presentaron menor DMT además la pérdida de fuerza era menor en comparación con el grupo control (Legault, Bagnall, & Kimmerly, 2015). Anteriormente ya habían demostrado que con la ingesta de este suplemento disminuía más rápido el DMT (Street, Byrne, & Eston, 2011). Otro aminoácido, que tiene una gran importancia en el metabolismo de los lípidos es la L-carnitina el cual ha sido empleado para contrarrestar el DMT con efectos positivos después de realizar una prueba física de 20 minutos (Giamberardino et al., 1996).

En cuanto a los carbohidratos los investigadores no encontraron que con su ingesta inadecuada fuera perjudicial sobre el DMT (Nelson, Conlee, & Parcell, 2004), tampoco observaron beneficios con la ingesta de dietas con alto o bajo contenido de carbohidratos (Close et al., 2005).

b) Suplementos con ácidos grasos

Los ácidos grasos poliinsaturados son muy importantes para la

salud del ser humano, están clasificados como Omega 3 y Omega 6, dependiendo de donde se encuentre el último doble enlace relativo al metil terminal de la molécula. Estos ácidos grasos juegan un papel muy importante en la regulación de la respuesta inflamatoria por la producción de los mediadores inflamatorios llamados eicosanoides (Wall, Ross, Fitzgerald, & Stanton, 2010). Por lo que la reducción del DMT por parte de los ácidos grasos Omega 3 está más relacionado con la respuesta inflamatoria que con la actividad antioxidante (Kim, & Lee, 2014) (Tabla 2).

Cuando se ha usado alguno de los aceites Omega 3 solo o combinado como suplemento para contrarrestar el DMT los resultados no han sido muy claros, durante la revisión se encontraron más estudios donde no hubo efecto que aquellos en que se mostraron beneficios.

El aceite de pescado es un producto con un gran contenido de ácidos grasos Omega 3, entre los que destacan el eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) por sus propiedades profilácticas y terapéuticas (Valenzuela, Sanhueza, & de la Barra, 2012). En un estudio compararon la ingesta de aceite de pescado, los isoflavones y un placebo y sus efectos sobre el DMT, concluyeron que la suplementación tanto con isoflavones como con aceite de pescado no era efectiva en la reducción del DMT (Lenn et al., 2002). Tampoco Grey et al., (2014) reportaron diferencia en el DMT entre los sujetos que consumieron aceite de pescado en comparación con los que ingirieron un placebo. Lo mismo sucedió en el estudio de Jakeman et al., (2017) cuando compararon un grupo que consumió aceite de pescado con alto contenido de EPA, otro con bajo contenido y un tercer grupo que ingirió un placebo, al no encontrar diferencia sobre este tópico.

El lyprinol es una mezcla de cinco tipos de lípidos, entre ellos el EPA y el DHA los cuales son los principales ingredientes de los suplementos de aceite de pescado. Se ha demostrado que tiene propiedades antiinflamatorias y sobre todo que su consumo es muy seguro (Halpern, 2000). Pumpa et al. (2011) llevaron a cabo un estudio con deportistas que consumieron Lyprinol durante dos meses, no encontraron efectos positivos sobre el DMT (Pumpa, Fallon, Bensoussan, & Papalia, 2013).

Otro reporte en donde suplementaron durante 28 días con DHA a un grupo de sujetos y lo compararon con un grupo control que ingirió un placebo para posteriormente someterlos a un programa de entrenamiento, no hubo diferencia en el DMT presentado por ambos grupos (DiLorenzo, Drager, & Rankin, 2014).

También se ha utilizado la combinación EPA y DHA durante ocho semanas y encontraron que éstos disminuían algunos marcadores del daño muscular, sin embargo, en cuanto al DMT en tres puntos que lo midieron solo en uno de ellos disminuyó, en los otros dos no hubo diferencia con el grupo control (Tsuchiya, Yanagimoto, Nakazato, Hayamizu, & Ochi, 2016).

Existen estudios que demuestran que los ácidos grasos Omega 3 disminuyen el DMT, conclusiones a las que llegaron luego de observar este fenómeno en el grupo que consumió este suplemento, además de mejorar el rango de movimiento y disminuir la circunferencia de la extremidad ejercitada (Tartibian, Maleki, & Abbasi, 2009). Otro reporte que tuvo como objetivo evaluar si los sujetos que consumieron altos niveles de Omega 3 mostraban diferencias en el DMT, biomarcadores de la inflamación y calidad de vida, después de haber realizado un ejercicio vigoroso, concluyeron que una dieta rica en ácidos grasos Omega

Tabla 2.
Resumen de los estudios donde se usaron suplementos con ácidos grasos para contrarrestar el DMT

Autor	Suplemento	Muestra	Producción del DMT	Dosis	Otras variables evaluadas	Resultados sobre el DMT	Ingesta del suplemento
Lenn et al. 2002	Omega 3	6 mujeres 10 hombres	50 EXC máximas	1.8 g/día	FM, Circ, ROM, CK, IL-6	↔	30 días antes y 1 semana después
Gray et al. 2014	Aceite de pescado	20 hombres	200 reps de EXC rodillas	3 g/día	CK, linfocitos, TBARS	↔	6 semanas antes
Jakeman et al. 2017	Omega 3	27 hombres	10 X 10 saltos	750 mg EPA 50 mg DHA	Salto, Fuerza, IL-6 y CK	↔	Inmediatamente después
Pumpa et al. 2011	Lyprinol	20 hombres	Carrera cuesta bajo	200 mg	Fuerza, saltos y CK	↔	8 semanas antes
DiLorenzo et al. 2014	Ácido docohexa	50 hombres	6 X 10 curi predicador	2 g/día	ROM, IL-6 y CK	↔	28 días antes
Tsuchiya et al. 2016	EPA y DHA	24 hombres	5 X 6 EXC	EPA 600 mg DHA 260 mg	Fuerza máxima, ROM, Circ	↔	8 semanas antes y durante 5 días después
Tartibian et al. 2009	Omega 3	27 hombres	Subir y bajar en un cajón	324 mg EPA 216 mg DHA	ROM, Circ muslo	↓	30 días antes y 48 h después
Jouris et al. 2011	Omega 3	3 hombres 8 mujeres	2 series EXC del bíceps hasta el agotamiento	2000 mg EPA 1000 mg DHA	Hinchazón y temp. Brazo	↓	7 días antes
Lembke et al. 2014	Omega 3	66 sujetos	2 X 30 EXC antebrazo	2.7 g/día	CK y CRP	↓	30 días
Corder et al. 2016	DHA	27 mujeres	4 series curi de bíceps	3000 mg/día	Rigidez, hinchazón y temp. brazo y CPR	↓	7 días antes

DMT = Dolor Muscular Tardío, EPA = Ácido eicosapentaenoico, DHA = Ácido docosahexaenoico, EXC = Acciones excéntricas, ROM = Rango de Movimiento, Circ = Circunferencia, CK = Creatin Quinasa, CRP = Proteína Reactiva C, FM = Fuerza Muscular, ↓ = Disminuyó y ↔ = Sin diferencia

Tabla 3.
Resumen de los estudios donde se usaron otros suplementos para combatir el DMT

Autor	Suplemento	Muestra	Producción del DMT	Dosis	Otras variables evaluadas	Resultados sobre el DMT	Ingesta del suplemento
Nicol et al. 2015	Cúrcuma	17 hombres	7 X 10 <i>pres</i> de pierna	7.5 g/día	Fuerza explosiva y CK	↓	Durante 2 días antes y 3 después
Nakhostin-Rooh et al. 2016	Cúrcuma	10 hombres	7 X 20 sentadillas	150 mg	TAC y CK	↓	2 semanas antes
Tanabe et al. 2015	Cúrcuma	14 hombres	50 EXC máximas de brazo	150 mg	FM, Circ, ROM, CK, IL-6 y TNFa	↔	1 h antes y 12 después
Delecroix et al. 2017	Cúrcuma y piperina	10 hombres	25 reps de saltos con una pierna en 25 m	2 g curcumina y 20 mg piperina 3 veces/día	FM y CK	↔	48 h antes y 48 después
Matsumura et al. 2015	Jengibre	10 mujeres 10 hombres	8 X 10 flexiones de codo	4 g/día	Circ brazo, ROM, flexión, CK y LDH	↔	Durante 5 días
Meamarbashi y Rajabi 2015	Azafrán	39 hombres	4 X 20 <i>pres</i> de pierna	300 mg/día	Fuerza máxima, CK y LDH	↓	1 semana antes y 3 días después
Pumpa et al. 2013	Panax Notoginseng	20 hombres	Carrera cuesta bajo	4000 mg	Salto, CK, IL-6, MIO	↓	1 h antes, inmediatamente y c/4 h
Plezbert et al. 2005	Árnica	10 mujeres 10 hombres	50 EXC flexores del codo	200c	Fuerza, Circ brazo, CK, LDH	↔	Inmediatamente, 24 y 72 h después
Meamarbashi y Abedini 2011	Verdolaga	20 hombres	7 X 5 min subir y bajar en un escalón	1200 mg/día	FM, ROM, CK y LDH	↓	72 h antes y 48 después
Clifford et al. 2016	Remolacha	30 hombres	100 saltos	750 mL, 500 mL	FM, IL-6, IL-8 y TNF-a	↓	750 el primer día, 500 a las 24 y 48 h
McKinnon et al. 2012	Creatina	15 mujeres 12 hombres	6 X 10 EXC brazos	40 g/día antes 10 g/día después	FM	↔	5 días antes y 5 después
Shanley et al. 2014	Rhodolia Rosea	48 competidores Maratón		300 mg/día	Mb, AST, CK, IL-6	↔	30 días antes

DMT = Dolor Muscular Tardío, EXC = Acciones excéntricas, ROM = Rango de Movimiento, Circ = circunferencia, CK = Creatin Quinasa, LDH = Lactato deshidrogenasa, CRP = Proteína Reactiva C, FM = Fuerza Muscular, TAC = Capacidad Antioxidante Total, ↓ = Disminuyó y ↔ = Sin diferencia

3 disminuye la incidencia del DMT (Jouris, McDaniel, & Weiss, 2011). Lo mismo sucedió con sujetos sometidos a ejercicio excéntrico que fueron suplementados con Omega 3 (Lembke, Capodice, Hebert, & Swenson, 2014) y DHA (Corder, Newsham, McDaniel, Ezekiel, & Weiss, 2016)

c) Otros suplementos

La cúrcuma es una planta herbácea perenne de tubérculos con flores amarillas y hojas anchas, es miembro de la familia del jengibre y crece en clima tropical (Kocaadam & Anlier, 2017). En cuanto a su capacidad antiinflamatoria, se han llevado a cabo diversos estudios y se ha encontrado que actúa a diferentes niveles de la cascada inflamatoria y a través del efecto sobre varias enzimas y citoquinas (Chainani-Wu, 2003).

En la presente revisión se encontraron cuatro estudios donde se utilizó la cúrcuma como suplemento para aliviar el DMT. Los dos primeros reportes concluyeron que el consumo de cúrcuma antes del ejercicio excéntrico pesado disminuye el DMT, así como algunos marcadores del daño muscular (Nakhostin-Roohi, Nasirvand Moradlou, Mahmoodi Hamidabad, & Ghanivand, 2016; Nicol, Rowlands, Fazakerly, & Kellett, 2015). Sin embargo, otro reporte señala no haber observado los mismos efectos de la planta sobre el DMT, aunque encontraron que atenúa la pérdida de fuerza muscular y el incremento de la CK (Tanabe et al., 2015). Por otro lado, Delecroix et al. (2017) combinaron la cúrcuma con la piperina (sustancia activa de la pimienta negra) y observaron que tenía efectos positivos sobre algunos aspectos de la función muscular pero no sobre el DMT.

Otra planta que también ha sido analizada y se le han detectado propiedades analgésicas y antiinflamatorias es el jengibre (Ojewole, 2006), pero sin efectos observados sobre el DMT (Matsumura, Zavorsky, & Smoliga, 2015). En otro reporte se utilizó el azafrán que también es una planta herbácea perenne la cual tiene efectos antinocioceptivos y antiinflamatorios (Hosseinzadeh & Younesi, 2002), fue comparada con la indometacina (antiinflamatorio no esteroideo) resultando con mayor efecto protector contra el DMT el azafrán (Meamarbashi & Rajabi, 2015). El ginseng también tiene efectos antiinflamatorios y analgésicos (Ng, 2006), encontrando que en sujetos bien entrenados su consumo disminuía el DMT 96 horas después de haber sido sometidos a una carrera cuesta bajo (Pumpa, Fallon, Bensoussan, & Papalia, 2013). La actividad antiinflamatoria del árnica ha sido examinada desde la década de 1970 (Willuhn, 1998) aunque como suplemento para contrarrestar el DMT no ha tenido efectos positivos (Plezbert & Burke, 2005).

El extracto de la verdolaga también contiene significativas propiedades analgésicas y antiinflamatorias (Rao, Jayasree, Mallikarjuna Rao, Kumar, & Kumar, 2012) y ha mostrado que disminuye el DMT en jóvenes no atletas (Meamarbashi & Abedini, 2011). También la remolacha contiene propiedades antiinflamatorias (Martinez et al., 2015) y se ha reportado la disminución del DMT en sujeto que la consumieron previa al ejercicio (Clifford, Bell, West, Howatson, & Stevenson, 2016).

Existen otros suplementos que han fallado en disminuir DMT entre ellos se encuentra la creatina, la cual fue analizada y no encontraron efectos positivos sobre el DMT tampoco sobre la pérdida de fuerza ni la recuperación de ella después del ejercicio excéntrico de los músculos flexores del codo (McKinnon, Graham, & Tiidus, 2012). Aunque la *rhodiola rosea* posee propiedades antiinflamatorias y analgésicas (Chatterjee, Sen, Das, & Chatterjee, 2015). Shanley et al. (2013) no encontraron efectividad en la mejora del DMT ni en los biomarcadores del daño muscular de un grupo de corredores de maratón que fueron suplementados 30 días antes y 7 después del evento.

Conclusión

La literatura indica cierto grado de efectividad de los suplementos nutricionales en el tratamiento del DMT, sin embargo, los mecanismos fisiológicos exactos de acción de estos aún permanecen sin resolver. La controversia quizás se deba principalmente a la dosis administrada, el tiempo de toma, intensidad y duración del ejercicio. La mayoría de suplementos nutricionales tienen la bondad de ser de origen natural y de bajo costo, por esta razón se requieren más estudios que permitan determinar la acción exacta y los mecanismos involucrados en el tratamiento del DMT por medio de los suplementos nutricionales.

Referencias

- Beck, TW., Housh, TJ., Johnson, GO. & Schmidt, R.J. (2007). Effects of a protease supplement on eccentric exercise-induced markers of delayed-onset muscle soreness and muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 661-667.
- Bubbico, A. & Kravitz, L. (2010). Eccentric exercise: A comprehensive review of a distinctive training method. *IDEA Fitness Journal*, 7(9), 50-59.
- Buckley, JD., Thomson, RL., Coates, AM., Howe, PR., DeNichilo, MO. & Rowney, MK. (2010). Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 178-181.
- Burnley, ECD., Olson, AN., Sharp, RL., Baier, SM. & Alekel, DL. (2010). Impact of protein supplements on muscle recovery after exercise-induced muscle soreness. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 8(2), 89-96.
- Calvo, R., Fernandes, M., Aznar, L., & García, G. (2018). Comparison of body composition variations between hydrated and dehydrated judokas and wrestler. *Retos*, (33), 10-13.
- Candia-Luján, R. & de-Paz-Fernández, JA. (2014). ¿ Son efectivos los antiinflamatorios no esteroideos en el tratamiento del dolor muscular tardío? *CienciaUAT*, 9(1), 76-83.
- Candia-Lujan, R., De Paz, JA. & Costa, MO. (2014). Are antioxidant supplements effective in reducing delayed onset muscle soreness? A

- systematic review. *Nutricion Hospitalaria*, 31(1), 32-45.
- Carrasco-Legleu, C., Candia-Luján, R., De-Leon, LG, Sánchez, O. & Candia-Sosa, KF. (2016). La vibración como terapia preventiva y tratamiento del dolor muscular tardío. Una revisión sistemática. *Archivos de Medicina del Deporte*, 33(3), 194-199.
- Cepero-González, M., Padial-Ruz, R., Rojas-Ruiz, F., Romero-Sánchez, D. & De-la-Cruz-Márquez, J. (2016). Efectos de bebidas carbohidratadas y proteicas sobre la recuperación del esfuerzo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 16(62), 373-401.
- Clifford, T., Bell, O., West, DJ., Howatson, G & Stevenson, EJ. (2016). The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 116(2), 353-362.
- Close, G., Ashton, T., Cable, T., Doran, D., Noyes, C., McArdle, F. & MacLaren, D. (2005). Effects of dietary carbohydrate on delayed onset muscle soreness and reactive oxygen species after contraction induced muscle damage. *British Journal of Sports Medicine*, 39(12), 948-953.
- Cockburn, E., Hayes, PR., French, DN., Stevenson, E. & St-Clair-Gibson, A. (2008). Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(4), 775-783.
- Cockburn, E., Robson-Ansley, P., Hayes, PR. & Stevenson, E. (2012). Effect of volume of milk consumed on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *European Journal of Applied Physiology*, 112(9), 3187-3194.
- Cockburn, E., Stevenson, E., Hayes, PR., Robson-Ansley, P. & Howatson, G. (2010). Effect of milk-based carbohydrate-protein supplement timing on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(3), 270-277.
- Corder, K., Newsham, K., McDaniel, J., Ezekiel, U. & Weiss, E. (2016). Effects of short-term docosahexaenoic acid supplementation on markers of inflammation after eccentric strength exercise in women. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(1), 176-183.
- Chainani-Wu, N. (2003). Safety and anti-inflammatory activity of curcumin: a component of tumeric (*Curcuma longa*). *The Journal of Alternative & Complementary Medicine*, 9(1), 161-168.
- Chatterjee, A., Sen, B., Das, S. & Chatterjee, T. K. (2015). Anti-inflammatory and analgesic activity of methanolic extract of medicinal plant *Rhodiola rosea* rhizomes. *International Journal of Pharmacology Resesearch and Review*, 4(2), 1-8.
- Cheung, K., Hume, PA. & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 33(2), 145-164.
- Delecroix, B., Abaïdia, AE., Leduc, C., Dawson, B. & Dupont, G. (2017). Curcumin and Piperine Supplementation and Recovery Following Exercise Induced Muscle Damage: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(1), 147-153.
- DiLorenzo, F., Drager, C. & Rankin, J. (2014). Docosahexaenoic acid affects markers of inflammation and muscle damage after eccentric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2768-2774.
- Espino-González, E., Muñoz-Daw, M. & Candia-Lujan, R. (2015). Efectos en el rendimiento físico de la ingesta de suplementos con carbohidratos y proteína durante el ejercicio: revisión sistemática. *Nutricion Hospitalaria*, 32(5), 1926-1935.
- Etheridge, T., Philp, A. & Watt, PW. (2008). A single protein meal increases recovery of muscle function following an acute eccentric exercise bout. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(3), 483-488.
- Giamberardino, M., Dragani, L., Valente, R., Di-Lisa, F., Saggini, R. & Vecchiet, L. (1996). Effects of prolonged L-carnitine administration on delayed muscle pain and CK release after eccentric effort. *International Journal of Sports Medicine*, 17(05), 320-324.
- Gray, P., Chappell, A., Jenkinson, AM., Thies, F. & Gray, SR. (2014). Fish oil supplementation reduces markers of oxidative stress but not muscle soreness after eccentric exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(2), 206-214.
- Green, M., Corona, B., Doyle, J. & Ingalls, C. (2008). Carbohydrate-protein drinks do not enhance recovery from exercise-induced muscle injury. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18(1), 1-18.
- Halpern, G. (2000). Anti-inflammatory effects of a stabilized lipid extract of *Perna canaliculus* (Lyprinol®). *Allergie et Immunologie*, 32(7), 272-278.
- Hosseinzadeh, H. & Younesi, HM. (2002). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Crocus sativus* L. stigma and petal extracts in mice. *BMC Pharmacology*, 2(1), 44-47.
- Hough, T. (1900). Ergographic studies in muscular fatigue and soreness. *Journal of the Boston Society of Medical Sciences*, 5(3), 81-92.
- Howatson, G., Hoad, M., Goodall, S., Tallent, J., Bell, PG & French, DN. (2012). Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 9-20.
- Iwasa, M., Aoi, W., Mune, K., Yamauchi, H., Furuta, K., Sasaki, S., . . . Nakamura, Y. (2013). Fermented milk improves glucose metabolism in exercise-induced muscle damage in young healthy men. *Nutrition Journal*, 12(1), 12-83.
- Jackman, SR., Witard, OC., Jeukendrup, AE. & Tipton, KD. (2010). Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(5), 962-970.
- Jakeman, JR., Lambrick, D., Wooley, B., Babraj, JA. & Faulkner, J. (2017). Effect of an acute dose of omega-3 fish oil following exercise-induced muscle damage. *European Journal of Applied Physiology*, 117(3), 575-582.
- Jouris, K., McDaniel, J. & Weiss, E. (2011). The effect of omega-3 fatty acid supplementation on the inflammatory response to eccentric strength exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(3), 432-438.
- Kim, J. & Lee, J. (2014). A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. Part I. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 10(6), 349-356.
- Kocaadam, B. & Anlier, N. (2017). Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2889-2895.
- Legault, Z., Bagnall, N. & Kimmerly, DS. (2015). The influence of oral L-glutamine supplementation on muscle strength recovery and soreness following unilateral knee extension eccentric exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(5), 417-426.
- Lembke, P., Capodice, J., Hebert, K. & Swenson, T. (2014). Influence of omega-3 (n3) index on performance and wellbeing in young adults after heavy eccentric exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(1), 151-156.
- Lenn, J., Uhl, T., Mattacola, C., Boissonneault, G., Yates, J., Ibrahim, W. & Bruckner, G. (2002). The effects of fish oil and isoflavones on delayed onset muscle soreness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(10), 1605-1613.
- Manjarrez-Montes-de-Oca, R., Torres-Vaca, M., González-Gallego, J. & Alvear-Ordones, I. (2015). El B-hidroxi-B-metilbutirato (HMB) como suplemento nutricional (I): metabolismo y toxicidad. *Nutricion Hospitalaria*, 31(2), 590-596.
- Martinez, RM., Longhi-Balbinot, DT., Zarpelon, AC., Staurengo-Ferrari, L., Baracat, MM., Georgetti, SR., . . . Casagrande, R. (2015). Anti-inflammatory activity of betalain-rich dye of *Beta vulgaris*: effect on edema, leukocyte recruitment, superoxide anion and cytokine production. *Archives of Pharmacol Research*, 38(4), 494-504.
- Matsumura, MD., Zavorsky, GS. & Smoliga, JM. (2015). The effects of pre exercise ginger supplementation on muscle damage and delayed onset muscle soreness. *Phytotherapy Research*, 29(6), 887-893.
- McKinnon, N., Graham, M. & Tiidus, P. (2012). Effect of creatine supplementation on muscle damage and repair following eccentrically-induced damage to the elbow flexor muscles. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(4), 653-659.
- Meamarbashi, A. & Abedini, F. (2011). Preventive effects of purslane extract on delayed onset muscle soreness induced by one session bench-stepping exercise. *Isokinetics and Exercise Science*, 19(3), 199-206.

- Meamarbashi, A. & Rajabi, A. (2015). Preventive Effects of 10-Day Supplementation With Saffron and Indomethacin on the Delayed-Onset Muscle Soreness. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(2), 105-112.
- Mero, AA., Ojala, T., Hulmi, JJ., Puurtinen, R., Karila, T. & Seppälä, T. (2010). Effects of alfa-hydroxy-isocaproic acid on body composition, DOMS and performance in athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(1), 1-8.
- Nakhostin-Roohi, B., Nasirvand Moradlou, A., Mahmoodi Hamidabad, S. & Ghanivand, B. (2016). The Effect of Curcumin Supplementation on Selected Markers of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *Annals of Applied Sport Science*, 4(2), 25-31.
- Nelson, MR., Conlee, RK. & Parcell, AC. (2004). Inadequate carbohydrate intake following prolonged exercise does not increase muscle soreness after 15 minutes of downhill running. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14(2), 171-184.
- Nelson, N. (2013). Delayed onset muscle soreness: is massage effective? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(4), 475-482.
- Ng, TB. (2006). Pharmacological activity of sanchi ginseng (Panax notoginseng). *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 58(8), 1007-1019.
- Nicol, L. M., Rowlands, DS., Fazakerly, R. & Kellett, J. (2015). Curcumin supplementation likely attenuates delayed onset muscle soreness (DOMS). *European Journal of Applied Physiology*, 115(8), 1769-1777.
- Ojewole, JA. (2006). Analgesic, antiinflammatory and hypoglycaemic effects of ethanol extract of Zingiber officinale (Roscoe) rhizomes (Zingiberaceae) in mice and rats. *Phytotherapy Research*, 20(9), 764-772.
- Papacosta, E., Nassis, GP. & Gleeson, M. (2015). Effects of acute postexercise chocolate milk consumption during intensive judo training on the recovery of salivary hormones, salivary SIgA, mood state, muscle soreness, and judo-related performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1116-1122.
- Plezbart, JA. & Burke, JR. (2005). Effects of the homeopathic remedy arnica on attenuating symptoms of exercise-induced muscle soreness. *Journal of Chiropractic Medicine*, 4(3), 152-161.
- Pumpa, KL., Fallon, KE., Bensoussan, A. & Papalia, S. (2011). The effects of Lyprinol® on delayed onset muscle soreness and muscle damage in well trained athletes: A double-blind randomised controlled trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 19(6), 311-318.
- Pumpa, KL., Fallon, KE., Bensoussan, A. & Papalia, S. (2013). The effects of Panax notoginseng on delayed onset muscle soreness and muscle damage in well-trained males: a double blind randomised controlled trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 21(3), 131-140.
- Rao, J., Jayasree, T., Mallikarjuna RB., Kumar, S. & Kumar, V. (2012). Evaluation of the anti-nociceptive and anti-inflammatory activities of the pet: ether extract of Portulaca oleracea (Linn.). *Journal of Clinical Diagnostic Research*, 6, 226-230.
- Raya-González, J., Piqueras, PG & Sánchez-Sánchez, J. (2018). Aplicación de un programa de fuerza con carga excéntrica en la readaptación de una lesión de ligamento lateral interno de la rodilla. Estudio de caso. *Retos*, (33), 157-161.
- Rodríguez-Gandullo, J. A., & Álvarez-Barbosa, F. (2018). Efectos del entrenamiento de fuerza y suplementación en personas vegetarianas: Revisión sistemática (Effects of strength training and supplementation in vegetarian people: Systematic review). *Retos*, (34), 247-251.
- Salinas-García, M., Martínez-Sanz, J., Urdampilleta, A., Mielgo-Ayuso, J., Norte-Navarro, A. & Ortiz-Moncada, R. (2015). Efectos de los aminoácidos ramificados en deportes de larga duración: revisión bibliográfica. *Nutricion Hospitalaria*, 31(2), 577-589.
- Samadi, A., Gaeini, A., Kordi, M., Rahimi, M., Rahnama, N. & Bambaiechi, E. (2012). Effect of various ratios of carbohydrate-protein supplementation on resistance exercise-induced muscle damage. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(2), 151-157.
- Sayers, SP. & Dannecker, EA. (2004). How to prevent delayed onset muscle soreness (DOMS) after eccentric exercise. *International SportMed Journal*, 5(2), 84-97.
- Seidel, E., Rother, M., Hartmann, J., Rother, I., Schaaf, T., Winzer, M., . . . Regenspurger, K. (2012). Eccentric exercise and delayed onset of muscle soreness (DOMS)—an overview. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 22(02), 57-63.
- Shanely, RA., Nieman, DC., Zwetsloot, KA., Knab, AM., Imagita, H., Luo, B., . . . Zubeldia, J. M. (2013). Evaluation of Rhodiola rosea supplementation on skeletal muscle damage and inflammation in runners following a competitive marathon. *Brain, Behavior, and Immunity*, 39, 204-210.
- Shimomura, Y., Inaguma, A., Watanabe, S., Yamamoto, Y., Muramatsu, Y., Bajotto, G., . . . Mawatari, K. (2010). Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(3), 236-244.
- Shirato, M., Tsuchiya, Y., Sato, T., Hamano, S., Gushiken, T., Kimura, N. & Ochi, E. (2016). Effects of combined α -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) and whey protein ingestion on symptoms of eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 1-6.
- Smith, LL. (1992). Causes of Delayed Onset Muscle Soreness and the Impact on Athletic Performance: A Review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6(3), 135-141.
- Stock, MS., Young, JC., Golding, LA., Kruskall, LJ., Tandy, RD., Conway-Klaassen, JM. & Beck, TW. (2010). The effects of adding leucine to pre and postexercise carbohydrate beverages on acute muscle recovery from resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2211-2219.
- Street, B., Byrne, C. & Eston, R. (2011). Glutamine supplementation in recovery from eccentric exercise attenuates strength loss and muscle soreness. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 9(2), 116-122.
- Tanabe, Y., Maeda, S., Akazawa, N., Zempo-Miyaki, A., Choi, Y., Ra, SG, . . . Nosaka, K. (2015). Attenuation of indirect markers of eccentric exercise-induced muscle damage by curcumin. *European Journal of Applied Physiology*, 115(9), 1949-1957.
- Tartibian, B., Maleki, BH. & Abbasi, A. (2009). The effects of ingestion of omega-3 fatty acids on perceived pain and external symptoms of delayed onset muscle soreness in untrained men. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 19(2), 115-119.
- Tsuchiya, Y., Yanagimoto, K., Nakazato, K., Hayamizu, K. & Ochi, E. (2016). Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids-rich fish oil supplementation attenuates strength loss and limited joint range of motion after eccentric contractions: a randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group trial. *European Journal of Applied Physiology*, 116(6), 1179-1188.
- Valenzuela, A., Sanhueza, J. & de la Barra, F. (2012). El aceite de pescado: ayer un desecho industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(2), 201-209.
- Van Someren, KA., Edwards, AJ. & Howatson, G. (2005). Supplementation with α -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) and δ -ketoisocaproic acid (KIC) reduces signs and symptoms of exercise-induced muscle damage in man. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15(4), 413-424.
- Vásquez-Morales, A., Wanden-Berghe, C. & Sanz-Valero, J. (2013). Ejercicio físico y suplementos nutricionales: efectos de su uso combinado en las personas mayores de 65 años; una revisión sistemática. *Nutricion Hospitalaria*, 28(4), 1077-1084.
- Wall, R., Ross, RP., Fitzgerald, GF. & Stanton, C. (2010). Fatty acids from fish: the antiinflammatory potential of long chain omega 3 fatty acids. *Nutrition Reviews*, 68(5), 280-289.
- Willuhn, G. (1998). Arnica flowers; pharmacology, toxicology and analysis of the sesquiterpene lactones: their main active substances. In: Lawson LD, Bauer R, editors. *Phytomedicines of Europe chemistry and biological activity*. Symposium Series 691. Washington, DC: American Chemical Society, 118-32.

