



ACEITE DE PESCADO PARA UN ENVEJECIMIENTO SALUDABLE: APLICACIONES POTENCIALES PARA ATLETAS MÁSTER

Caoileann H. Murphy, PhD | Departamento de Negocios Agroalimentarios y Análisis Espacial, Teagasc Food Research Centre, Ashtown, Dublín 15, Irlanda.

Chris McGlory, PhD | Escuela de Kinesiología y Estudios de la Salud, Universidad de Queen, 28 Division St, Kingston, ON, Canadá.

PUNTOS CLAVE

- Después de aproximadamente 50 años de edad, las personas comienzan a perder masa y fuerza del músculo esquelético, un proceso mitigado por el entrenamiento físico. Los adultos mayores que entrenan regularmente se conocen como atletas máster y con frecuencia muestran características fenotípicas similares a las de personas más jóvenes no entrenadas.
- Un aspecto clave que respalda la respuesta adaptativa del músculo esquelético al entrenamiento físico es una nutrición adecuada, y la mayoría de las investigaciones en el campo de la ciencia del deporte y el ejercicio se centran en el papel de la ingesta de proteínas y carbohidratos. Sin embargo, investigaciones recientes del entorno clínico en adultos mayores indican un efecto ergogénico potencial de los ácidos grasos poliinsaturados *n-3* de cadena larga (AGPI *n-3* CL).
- En adultos mayores no entrenados, la ingesta de AGPI *n-3* CL (~3–5 g/día) aumenta las tasas de síntesis de proteína muscular con la infusión de aminoácidos e insulina, promueve ganancias en el tamaño muscular y potencia el aumento de fuerza con el entrenamiento de ejercicios de fuerza. Sin embargo, no todos los estudios han mostrado un efecto positivo y, por lo tanto, no está claro si su consumo es ergogénico para los atletas máster.
- No hay evidencia de que la ingesta de AGPI *n-3* CL sea ergogénica para el rendimiento en el ejercicio de resistencia o la recuperación en humanos de cualquier edad o estado de entrenamiento.
- Las recomendaciones actuales de ingesta para la población son de 250 a 500 mg de ácido eicosapentaenoico (EPA) + ácido docosahexaenoico (DHA) por día. Hay evidencia emergente de que la ingesta de EPA+DHA por encima de la cantidad recomendada mejora el estado de AGPI *n-3* CL y puede conferir beneficios para la salud en adultos mayores; sin embargo, se requiere más investigación.
- Los pescados grasos son una excelente fuente de AGPI *n-3* CL y la suplementación es una opción viable para las personas que no pueden o no desean consumir pescados grasos.

INTRODUCCIÓN

Después de aproximadamente 50 años de edad, las personas comienzan a perder fuerza y masa muscular esquelética, lo que puede conducir a una enfermedad conocida como sarcopenia. La sarcopenia reduce la capacidad de producir fuerza y es un factor de riesgo principal para el desarrollo de numerosas condiciones negativas para la salud (Janssen, 2006). Se cree que realizar altos niveles de actividad y/o entrenamiento físico puede mitigar algunas de las consecuencias negativas de la sarcopenia (McKendry et al., 2020). En este sentido, hay evidencia de que los adultos mayores que realizan regularmente entrenamiento físico, o los atletas máster, muestran características bioquímicas y de rendimiento del músculo esquelético similares a las de personas sanas más jóvenes (McKendry et al., 2018). Estos hallazgos no solo resaltan la importancia del entrenamiento físico para promover el rendimiento en los atletas máster, sino también para apoyar un envejecimiento saludable en la población general.

Un factor clave que respalda tanto el rendimiento como la recuperación del ejercicio es la ingesta nutricional adecuada. Por ejemplo, se requiere consumir carbohidratos para proporcionar el combustible necesario que satisfaga las necesidades energéticas durante el ejercicio y restaure los niveles de glucógeno muscular durante la recuperación (Burke et al., 2011). La ingesta de proteína, particularmente proteínas de alta calidad ricas en aminoácidos, es esencial para la remodelación, reparación y crecimiento del tejido muscular esquelético dañado (McGlory et al., 2018). Sin embargo, el papel de los ácidos grasos en el apoyo a la respuesta adaptativa al entrenamiento físico ha recibido comparativamente menos atención. Tradicionalmente asociado con

una mejor salud cardiovascular, ahora hay evidencias recientes del entorno clínico de que la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados *n-3* de cadena larga (AGPI *n-3* CL) potencia el anabolismo del músculo esquelético en adultos mayores (Smith et al., 2015). Estos hallazgos se complementan con informes en personas más jóvenes que le indican un papel potencial para mitigar los índices de dolor muscular e inflamación en respuesta al ejercicio intenso (Anthony et al., 2021). En este artículo de Sports Science Exchange (SSE), construiremos sobre publicaciones anteriores de SSE centrados principalmente en personas más jóvenes (Rockwell & Ritz 2021; Witard & Davis 2021) para explorar el potencial de los AGPI *n-3* CL en mejorar el rendimiento y la recuperación de deportistas máster. También proporcionaremos recomendaciones prácticas.

¿QUÉ SON LOS AGPI *n-3* CL?

Los AGPI *n-3* CL son una clase de ácidos grasos biológicamente activos, a veces denominados ácidos grasos omega-3, que consisten en una cadena hidrocarbonada con un grupo ácido carboxílico en un extremo y un grupo metilo (omega) en el otro. La nomenclatura *n-3* se refiere a la posición del primer doble enlace de carbono lejos del extremo metilo. Los AGPI *n-3* CL mejor estudiados son el ácido eicosapentaenoico (EPA; 20:5 *n-3*) y el ácido docosahexaenoico (DHA; 22:6 *n-3*) (Figura 1). Las recomendaciones de ingesta de la población para AGPI *n-3* CL (250-500 mg EPA+DHA/d) se pueden lograr con el consumo de 1 a 2 raciones (100-140 g/ración) de pescado graso por semana (EFSA, 2005; Comité Asesor Científico sobre Nutrición, 2004, Departamento de Salud y Servicios Humanos

de EE. UU. y Departamento de Agricultura de EE. UU., 2015). Estos ácidos grasos desempeñan numerosas funciones en la célula, como servir como sustrato para la producción de mediadores de resolución antiinflamatorios y suprimir la expresión de moléculas proinflamatorias. Los AGPI *n*-3 CL también son componentes clave de los fosfolípidos que forman nuestras membranas (McGlory et al., 2019). Dada la importancia de los AGPI *n*-3 CL en la salud y función celular, su impacto en el músculo esquelético en respuesta al entrenamiento físico se ha convertido en un tema de creciente investigación científica.

¿SON LOS AGPI *n*-3 CL ERGOGÉNICOS PARA LOS ATLETAS MÁSTER?

ANABOLISMO DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO

La evidencia inicial de que los AGPI *n*-3 CL alteraron el anabolismo del músculo esquelético surgió del trabajo en novillos. Los autores demostraron que, en respuesta a una infusión de aceite de pescado rico en AGPI *n*-3 CL, hubo un aumento en la composición de EPA y DHA de las membranas de fosfolípidos del músculo esquelético y una duplicación en el asentamiento de aminoácidos en todo el cuerpo, indicativo de la acumulación de proteína (Gingras et al., 2007). Posteriormente, Smith et al. (2011) reportaron tasas aumentadas de síntesis de proteína muscular (SPM) en respuesta a una dosis hiperaminoacídica-hiperinsulinémica después de 8 semanas de suplementar con 1.66 g/día de EPA y 1.50 g/día de DHA en mujeres y hombres mayores. El hallazgo de tasas de SPM potenciadas en respuesta al suministro de aminoácidos e insulina después de la ingesta de AGPI *n*-3 CL es especialmente intrigante dado que, a pesar de los altos volúmenes de entrenamiento, los atletas máster todavía muestran disminuciones relacionadas con la edad en las tasas de SPM similares a las de personas no entrenadas (McKendry et al., 2019). En otros estudios también se han informado mejoras en el tamaño y la fuerza muscular con 6 meses de suplementos de 1.66 g/día de EPA y 1.50 g/día de DHA en personas mayores (Smith et al., 2015), así como

una mejora de la fuerza muscular con la ingesta de AGPI *n*-3 CL en respuesta a 18 semanas de entrenamiento con ejercicios de fuerza en mujeres mayores (Da Boit et al., 2017) (ver Witard & Davis 2021 para una discusión más detallada).

Si bien existe una creciente evidencia de que la ingesta de AGPI *n*-3 CL puede ejercer un impacto positivo en el músculo esquelético, no todos los estudios han demostrado tal efecto. De hecho, en un trabajo reciente de Murphy y colaboradores (2021) quienes suplementaron durante 6 meses con 1.6 g/día EPA + 2.3 g DHA/día, incluidos en una bebida mixta de macronutrientes que contenía proteína enriquecida con leucina, no observaron efectos benéficos sobre la masa magra apendicular, la fuerza o el rendimiento físico en adultos mayores que tenían baja masa muscular al inicio del estudio. Además, un gran ensayo clínico en más de 2000 adultos mayores no observó ningún impacto luego de 3 años de suplementación con 0.3 g de EPA/día + 0.7 g de DHA/día solos o combinados con entrenamiento de fuerza realizado en el hogar, sobre las puntuaciones de un grupo de pruebas de rendimiento físico (PRF) (Bischoff-Ferrari et al., 2020). No obstante, incluso si hubiera un efecto de la suplementación, habría sido difícil observarlo en el último estudio dado que la mayoría de los participantes tenían puntajes en la PRF casi máximos al inicio del estudio. Se han postulado varios factores para explicar la inconsistencia entre los estudios en términos del impacto de la suplementación con AGPI *n*-3 CL sobre el músculo esquelético (por ej., diferencias en el sexo, ingesta habitual de proteínas, estado de salud inicial, diferencias en las mediciones finales), y se necesitan más investigaciones para probar sistemáticamente estas hipótesis. Por lo tanto, parece que el efecto de los AGPI *n*-3 CL sobre el anabolismo del músculo esquelético en personas mayores es mixto y poco claro.

ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA

Además de la membrana externa de fosfolípidos del músculo esquelético (sarcolema), la suplementación con AGPI *n*-3 CL afecta la composición lipídica de otras membranas reguladoras clave en la célula, como las

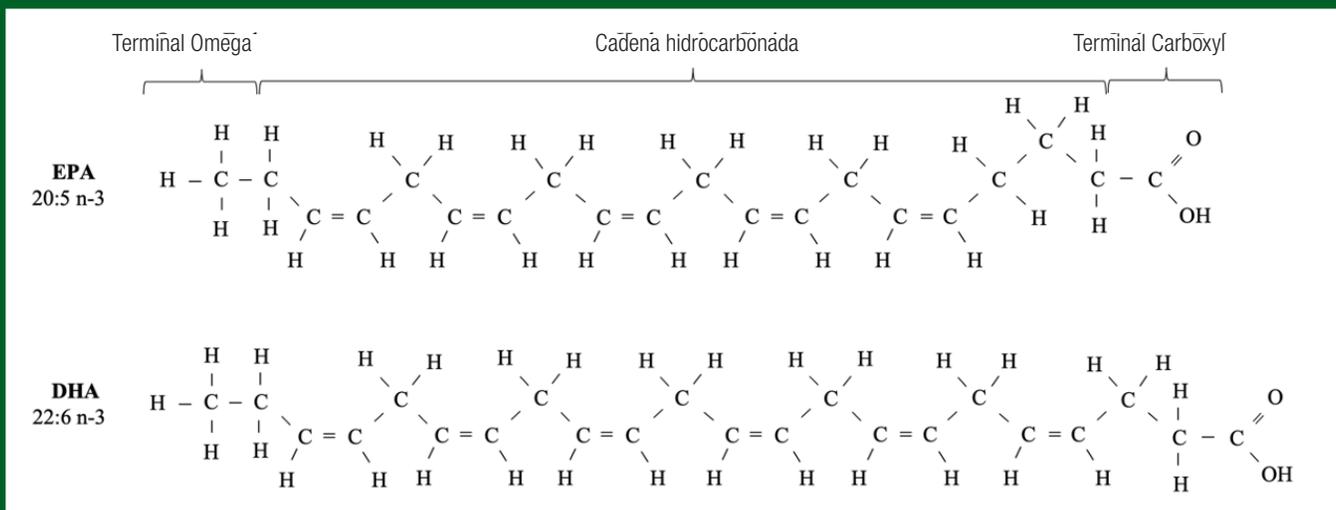


Figura 1. Estructura química del ácido eicosapentanoico (EPA; 20:5 n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA; 22:6 n-3)

mitocondrias (Herbst et al., 2014). Las membranas mitocondriales también exhiben diferentes respuestas a la suplementación con AGPI *n-3* CL en comparación con las membranas sarcoplémicas, y las membranas mitocondriales parecen ser más susceptibles a su ingesta (Gerling et al., 2019). Dado que la fosforilación oxidativa, el proceso de producción de trifosfato de adenosina (ATP) utilizando difosfato de adenosina (ADP), fosfato inorgánico (Pi) y oxígeno, ocurre en las mitocondrias, el efecto diferencial de la ingesta de AGPI *n-3* CL en las membranas sarcoplémicas y mitocondriales podría ser fisiológicamente relevante en el contexto del ejercicio de resistencia. En este sentido, 12 semanas de suplementación con 2 g/día de EPA y 1 g/día de DHA en hombres jóvenes aumentó la sensibilidad del ADP (Herbst et al., 2014), mientras que otros han demostrado que la suplementación con AGPI *n-3* CL puede reducir la demanda de oxígeno del ejercicio (Hingley et al., 2017). Además, los informes en roedores muestran que la ingesta de AGPI *n-3* CL también reduce el consumo de oxígeno de las patas traseras durante la contracción (Peoples & McLennan, 2010). A pesar del potencial de los AGPI *n-3* CL para aumentar la sensibilidad del ADP mitocondrial y disminuir el consumo de oxígeno durante el ejercicio, existe poca evidencia de que su ingesta se traduzca en un efecto ergogénico sobre el rendimiento del ejercicio de resistencia (Lewis et al., 2020).

Aunque la evidencia existente sugiere que el consumo de AGPI *n-3* CL no tiene un impacto positivo en el rendimiento del ejercicio de resistencia, es importante tener en cuenta que casi todos los estudios en este campo se realizan en adultos más jóvenes (Heileson & Funderburk, 2020; Lewis et al., 2020). Esta distinción es importante porque puede haber diferencias fundamentales en la fisiología de personas jóvenes y mayores que tienen una relación directa con esta área. Por ejemplo, no se sabe si las personas mayores requieren una dosis relativa mayor de AGPI *n-3* CL para inducir cambios en las membranas celulares en comparación con lo sujetos más jóvenes.

Otra consideración, tal vez más convincente, es que los AGPI *n-3* CL solo pueden ser ergogénicos en presencia de disfunción o un estado basal de AGPI *n-3* CL subóptimo. De hecho, la disfunción mitocondrial a menudo se relaciona con una salud musculoesquelética deteriorada en las personas mayores. En estudios anteriores sobre aumento del tamaño muscular con 6 meses de ingesta de AGPI *n-3* CL en personas mayores (Smith et al., 2015), también se identificaron aumentos en las transcripciones mitocondriales (Yoshino et al., 2016). Por lo tanto, si bien la ingesta de AGPI *n-3* CL en personas más jóvenes puede ser ineficaz para mejorar el rendimiento del ejercicio de resistencia, es posible que su consumo por encima de las recomendaciones de la población podría ser beneficiosa para los atletas máster.

NIVELES DE AGPI *n-3* CL

Una medida común del estado de AGPI *n-3* CL se conoce como el índice omega-3, que se desarrolló para evaluar el riesgo de enfermedad coronaria en gran parte a partir de datos epidemiológicos en personas que ya tenían factores de riesgo cardiometabólico (Harris & Von Schacky, 2004). El índice omega-3 es el contenido de EPA+DHA de la membrana de un glóbulo rojo como porcentaje de los ácidos grasos contenidos en esa membrana (von Schacky, 2015). Las personas con un índice de omega-3 <4% se consideran de alto riesgo, mientras que aquellas con un índice de omega-3 >8% se consideran de bajo riesgo. Críticamente, se sabe que ~25% de los adultos canadienses de 60 a 79 años y ~50% de los adultos canadienses de 20 a 39 años poseen un índice de omega-3 <4% (Demonty et al., 2021), con números similares observados en los Estados Unidos (Murphy et al., 2015). Un estudio transversal reciente de 1528 atletas universitarios identificó un índice medio de omega-3 promedio de 4.3%, sin que ningún participante alcanzara un valor de 8% (Ritz et al., 2020). En conjunto, estos hallazgos sugerirían que tanto los adultos jóvenes como

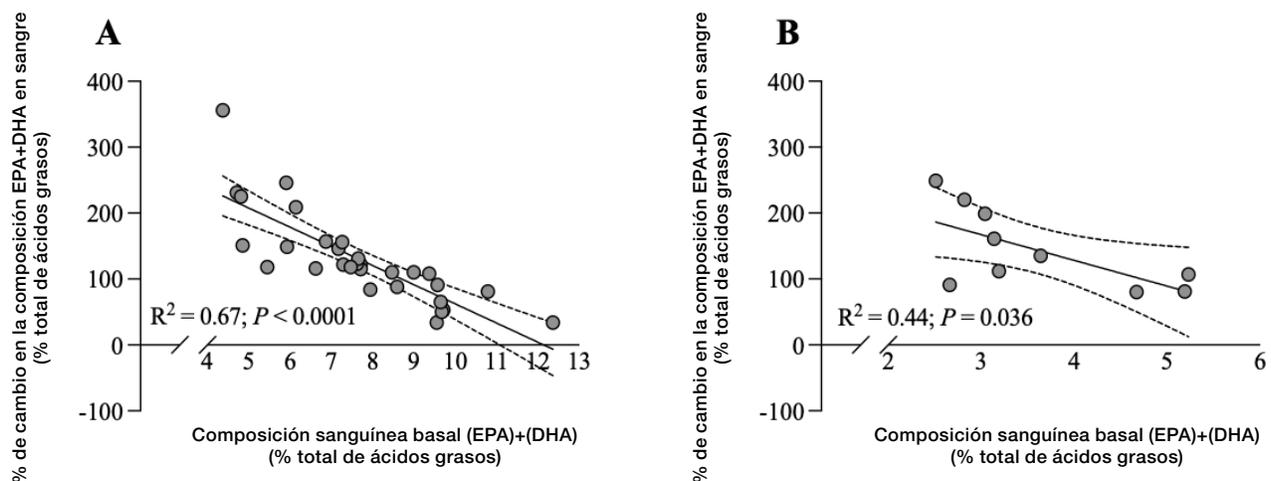


Figura 2. A. Análisis de regresión del % de cambio de la composición del ácido eicosapentanoico (EPA) + ácido docosahexaenoico (DHA) vs la composición EPA vs DHA a nivel basal (medición total del % de ácidos grasos) en respuesta a 24 semanas de 1.6 g/día de EPA y 2.3 g/día de DHA en hombres y mujeres mayores de 30 años (72±7 años) [promedio ± desviación estándar]. Datos tomados con permiso de Murphy et al., 2021. B. Análisis de regresión del % de cambio de la composición del ácido eicosapentanoico (EPA) + ácido docosahexaenoico (DHA) vs la composición EPA vs DHA a nivel basal (medición total del % de ácidos grasos) en respuesta a 4 semanas de 3.5 g/día de EPA y 0.9 g/día de DHA en hombres jóvenes saludables (21±4 años) [promedio ± desviación estándar]. Datos tomados con permiso de McGlory et al., 2014.

los mayores se beneficiarían de una ingesta superior de EPA+DHA (Demonty et al., 2021; Murphy et al., 2015; Ritz et al., 2020). De hecho, un nuevo análisis de los cambios en los lípidos sanguíneos de EPA+DHA en respuesta a la ingesta de AGPI *n*-3 CL de nuestro propio trabajo sugiere una fuerte relación entre el estado inicial de AGPI *n*-3 CL y el cambio en la respuesta a la suplementación, tanto en personas mayores (Murphy et al., 2021) como en personas jóvenes (McGlory et al., 2014) (Figura 2). En pocas palabras, aquellos que tienen un estado basal más bajo antes de la suplementación experimentan un mayor aumento después de la suplementación con AGPI *n*-3 CL.

Aunque el índice omega-3 genera un interés significativo, al evaluar su relevancia en las ciencias del deporte y el ejercicio se deben considerar una serie de aspectos. Primero, la relación entre el índice omega-3 y el rendimiento/recuperación del ejercicio está lejos de ser concluyente con pocos datos que muestren una correlación positiva entre los dos factores. En segundo lugar, el índice omega-3 se desarrolló predominantemente en individuos que ya poseían factores de riesgo cardiometabólico, por lo que la relevancia para los atletas sanos en el contexto del riesgo cardiovascular es cuestionable (Harris & Von Schacky, 2004). En tercer lugar, los cambios en la composición de AGPI *n*-3 CL de la sangre en respuesta a la suplementación no reflejan necesariamente los del músculo esquelético, especialmente durante la fase temprana (<4 semanas) (McGlory et al., 2014). Esto se debe a que los cambios en los perfiles de lípidos en sangre ocurren más rápidamente después de la ingesta de AGPI *n*-3 CL que en el músculo esquelético (McGlory et al., 2014). Finalmente, el índice omega-3 es una medida del contenido de EPA+DHA de la membrana de un glóbulo rojo como porcentaje de 26 ácidos grasos medidos en esa membrana (von Schacky, 2015). Por lo tanto, es importante asegurarse de que el análisis de lípidos de las muestras de sangre a partir de las cuales se calculará el índice omega-3 sea realizado por laboratorios acreditados o aquellos con estándares analíticos capaces de capturar los 26 ácidos grasos. Sin embargo, a pesar de las limitaciones antes mencionadas, el índice omega-3 es un biomarcador útil y práctico del estado de AGPI *n*-3 CL en humanos (Ritz et al., 2020) garantizando investigaciones futuras que exploren cómo los cambios en el índice omega-3 se relacionan con el ejercicio, el rendimiento y/o la recuperación.

FUENTES DE AGPI *n*-3 CL PESCADOS Y MARISCOS

Aunque no está claro si existe un efecto ergogénico de la ingesta de AGPI *n*-3 CL sobre el rendimiento, está claro que son un componente esencial de la dieta humana y su consumo en muchos adultos mayores es bajo (Demonty et al. 2021). Por lo tanto, ciertas personas mayores pueden beneficiarse al aumentar su ingesta. La principal fuente de AGPI *n*-3 CL en la dieta son los pescados y mariscos. La mayoría de los pescados contienen EPA y DHA; sin embargo, el contenido varía sustancialmente entre las especies y es más alto en los pescados grasos como el salmón y la caballa o jurel, intermedio en los mariscos como las ostras y los mejillones, y más bajo en los pescados blancos como el bacalao y el eglefino (Tabla 1). El contenido de EPA y DHA también varía dentro de una especie según las condiciones ambientales (por ejemplo, estación, madurez y dieta). Los peces de piscifactoría generalmente se alimentan con una mezcla de aceites

Tabla 1. Contenido de LC AGPI *n*-3 en alimentos

	Cantidad	EPA (mg)	DHA (mg)
Pescado y mariscos¹			
Caballa o jurel, horneado	1 filete pequeño (160 g)	1646	2666
Arenques	3 filetes pequeños (60 g)	582	707
Anchoas, enlatadas en aceite, escurridas	3 anchoas (12 g)	92	155
Salmón, enlatado en agua, escurrido	1 lata escurrida (177 g)	655	1216
Sardinas, enlatadas en aceites, escurridas	1 lata escurrida (92 g)	435	468
Calamares al vapor	1 Taza (140 g)	407	953
Trucha al vapor	1 filete pequeño (113 g)	308	733
Mejillones al vapor	15 mejillones (120 g)	449	604
Salmón, horneado	1 filete pequeño (170 g)	389	712
Ostras, crudas	3 ostras (36 g)	64	49
Hallibut, horneado	1 filete pequeño (170 g)	141	273
Cangrejo, horneado.	1 Taza (118 g)	146	97
Langosta al vapor	1 langosta mediana, solo la carne (295 g)	342	227
Langostinos al vapor	1 Taza (145 g)	126	129
Eglefino o merlanga al vapor	1 filete pequeño (170 g)	90	190
Bacalao horneado	1 filete pequeño (170 g)	73	206
Atún, enlatado en aceite, escurrido	1 lata escurrida (160 g)	43	161
Vieiras (callo de hacha), horneadas	3 vieiras (39 g)	20	29
Atún, fresco al vapor	1 filete pequeño (170 g)	26	189
Algas Marinas			
Nori ²	Porción Promedio (5 g)	15 - 30	0
Dulse ^{3,4}	Porción Promedio (5 g)	17 - 41	0
Carageen ^{5,4} (musgo irlandés)	Porción Promedio (5 g)	1 - 6	0
Wakame ^{2,3}	Porción Promedio (5 g)	14 - 19	0
Alimentos funcionales enriquecidos con AGPI <i>n</i>-3 de cadena larga			
Untable similar a la margarina SMART BALANCE Omega Plus ⁶	1 ración envuelta en aluminio (10 g)	31	32
Huevos enriquecidos con Omega 3 Sainsbury's Woodland Free Range ⁶	1 Huevo (50 g)	3	75

Valores tomados de: ¹The Food and Nutrient Database for Dietary Studies 2017- 2018 base de datos de FoodData Central (Departamento de Agricultura de U.S.A, 2019), ²Dawczynski et al (2007), ³Van Ginneken et al. (2011), ⁴Fleurence et al. (1994), ⁵The USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Legacy 2018 en FoodData central (Departamento de Agricultura de U.S.A, 2019), ⁶Página web del producto. DHA: ácido docosahexaenoico, EPA: ácido eicosapentanoico.

vegetales y de pescado y tienden a tener un mayor contenido de lípidos totales y AGPI *n*-6 y una menor proporción de AGPI *n*-3 CL en comparación con la de los peces silvestres. Juntas, estas diferencias dan como resultado una cantidad similar de AGPI *n*-3 CL por porción de peces de cultivo y silvestres (EFSA, 2005). La retención de EPA y DHA en el pescado durante la cocción es excelente (~85%) (Crowley & Gormley, 2018). Se pierde un poco más de AGPI *n*-3 CL como resultado del enlatado (~24–49%); sin embargo, el pescado azul enlatado sigue siendo una buena fuente. Además de su contenido de AGPI *n*-3 CL, otros beneficios del consumo de pescado incluyen el contenido de los nutrientes necesarios para una salud y un rendimiento deportivo óptimos, como proteína, yodo, selenio, calcio y vitaminas A, D y B12.

ALIMENTOS FUNCIONALES

Cada vez más productos alimenticios están enriquecidos con AGPI *n*-3 CL (por ejemplo, ciertas marcas de huevos, mantequilla de maní, jugo, margarina, pan, yogurt, leche, bebidas de soja). Estos alimentos pueden ser fuentes útiles de AGPI *n*-3 CL para las personas que evitan el pescado. El contenido de AGPI *n*-3 CL de un alimento se puede modificar agregando EPA y DHA durante el proceso de fabricación, o mediante la alimentación de animales con fuentes de AGPI *n*-3 de cadenas largas o cortas que conduzcan a la incorporación de AGPI *n*-3 CL en los huevos, lácteos y productos cárnicos. En general, los huevos de gallinas alimentadas con lino (rico en ácido α -linolénico (ALA)) contienen de 60 a 100 mg de DHA por huevo, mientras que

los huevos de gallinas alimentadas con microalgas proporcionan de 100 a 150 mg de DHA por unidad. Los alimentos enriquecidos pueden variar considerablemente en su contenido de EPA y DHA. Por lo tanto, se recomienda a los consumidores que revisen la etiqueta de estos alimentos funcionales antes de comprarlos.

SUPLEMENTOS NUTRICIONALES

Idealmente, las personas deberían aspirar a cubrir sus requerimientos de AGPI *n*-3 CL con la alimentación. Sin embargo, los suplementos son útiles en situaciones en las que esto no es posible. Los suplementos de AGPI *n*-3 CL vienen en una variedad de formas químicas (triglicéridos, ácidos grasos libres, ésteres etílicos, triglicéridos reesterificados y fosfolípidos) y se derivan de una variedad de fuentes (aceite de pescado, aceite de krill, aceite de hígado de bacalao, y aceite de algas). Un suplemento típico de aceite de pescado contiene ~1000 mg de aceite de pescado, lo que proporciona 180 mg de EPA y 120 mg de DHA, pero las dosis varían ampliamente, desde ~150 a 1300 mg de EPA + DHA por cápsula (Albert et al., 2015; Nichols et al., 2016). En algunos estudios (Dyerberg et al., 2010), pero no todos (Hedengran et al., 2015), se informa una mayor biodisponibilidad de AGPI *n*-3 CL proporcionados como triglicéridos o ácidos grasos libres en comparación con los ésteres etílicos. Un estudio reciente informó que las formulaciones de triglicéridos produjeron un aumento del 1% en el índice de omega-3 en comparación con los suplementos de éster etílico a la misma dosis de EPA+DHA, aunque ambas formulaciones fueron efectivas para mejorar el estado de AGPI *n*-3 CL (Walker et al., 2019).

Al elegir un suplemento, generalmente se recomienda uno de aceite corporal de pescado en lugar de un suplemento de aceite de hígado de bacalao, ya que este último tiene un alto contenido de vitamina A, lo que puede conducir a una ingesta excesiva, especialmente en poblaciones de riesgo como las embarazadas. Los veganos y los vegetarianos pueden elegir un suplemento que contenga aceite de microalgas, que generalmente proporciona alrededor de 100 a 300 mg de DHA por cápsula, y algunos suplementos también contienen EPA. Otra consideración práctica es consumir suplementos de AGPI *n*-3 CL junto con una comida rica en grasas para mejorar la absorción, particularmente cuando el suplemento es una formulación de éster etílico. También se debe tener en cuenta que en algunos estudios se ha reportado que una proporción sustancial de los suplementos no contienen la cantidad de EPA+DHA anunciada en la etiqueta y/o contienen productos oxidados que superan los niveles estándar de la industria (Albert et al., 2015). Es importante destacar que aun falta por conocer el impacto de la oxidación de AGPI *n*-3 CL en las funciones biológicas y sus consecuencias para la salud.

APLICACIONES PRÁCTICAS

- Los atletas máster deben consumir AGPI *n*-3 CL de acuerdo con las recomendaciones actuales para la salud de la población (250–500 mg/día). Aunque existe cierta evidencia de que una ingesta superior puede mejorar las adaptaciones al ejercicio de fuerza, se necesita más investigación antes de que se puedan realizar recomendaciones prácticas.
- El índice omega-3 es una medida útil del estado de AGPI *n*-3

CL; sin embargo, actualmente existe poca evidencia que demuestre que se relacione con el rendimiento del ejercicio y/o la recuperación.

- Las ingestas recomendadas de AGPI *n*-3 CL de 250–500 mg/día se pueden lograr mediante el consumo de 1 a 2 porciones (100–140 g/porción) de pescados grasos (como caballa, sardinas y salmón) por semana.
- Los alimentos funcionales enriquecidos con AGPI *n*-3 CL generalmente contienen mucho menos AGPI *n*-3 CL por porción en comparación con el pescado, pero pueden ser una fuente valiosa para las personas que evitan el pescado.
- Los suplementos son útiles cuando no se pueden consumir los AGPI *n*-3 CL a través de los alimentos; sin embargo, existe cierta preocupación de que ciertos suplementos puedan contener productos oxidados con efectos potencialmente adversos para la salud. Lo ideal es elegir un suplemento que se haya sometido a pruebas en un laboratorio independiente.

CONCLUSIÓN

En resumen, la evidencia que respalda algún efecto ergogénico de AGPI *n*-3 CL para mejorar la respuesta adaptativa del músculo esquelético al entrenamiento con ejercicios de fuerza en adultos mayores es mixta. Las posibles razones a los resultados mixtos son multifactoriales y podrían estar relacionadas con algunas diferencias metodológicas entre los estudios, como la dosis de AGPI *n*-3 CL, el estado de AGPI *n*-3 CL de los participantes y la ingesta habitual de proteína. No hay evidencia de que la ingesta de AGPI *n*-3 CL mejore el rendimiento del ejercicio de resistencia; sin embargo, ningún estudio ha investigado específicamente su efecto en el rendimiento del ejercicio de resistencia en atletas máster. Aproximadamente el 25% de los adultos mayores poseen un estado bajo de AGPI *n*-3 CL y, por lo tanto, ellos pueden beneficiarse de un aumento en su ingesta, ya sea en forma de alimentos o suplementos.

Las opiniones expresadas pertenecen al autor y no reflejan necesariamente la posición o política de PepsiCo, Inc.

REFERENCIAS

- Albert, B.B., J.G. Derraik, D. Cameron-Smith, P.L. Hofman, S. Tumanov, S.G. Villas-Boas, and W.S. Cutfield (2015). Fish oil supplements in New Zealand are highly oxidised and do not meet label content of *n*-3 PUFA. *Sci. Rep.* 5:7928.
- Anthony, R., M.J. Macartney, and G.E. Peoples (2021). The influence of long-chain omega-3 fatty acids on eccentric exercise-induced delayed muscle soreness: reported outcomes are compromised by study design issues. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 31:143-153.
- Bischoff-Ferrari, H.A., B. Vellas, R. Rizzoli, R.W. Kressig, J.A.P. da Silva, M. Blauth, and E.J. Orav (2020). Effect of vitamin D supplementation, omega-3 fatty acid supplementation, or a strength-training exercise program on clinical outcomes in older adults: the DO-HEALTH randomized clinical trial. *J. Am. Med. Assoc.* 324:1855-1868.
- Burke, L.M., J.A. Hawley, S.H. Wong, and A.E. Jeukendrup (2011). Carbohydrates for training and competition. *J. Sports Sci.* 29 (Suppl 1):S17-S27.
- Crowley, L., and R. Gormley (2018). Omega-3 status of farmed salmon. *SeaHealth-ucd(27)*. Retrieved from <https://www.ucd.ie/foodandhealth/t4media/SeaHealth%2027b.pdf>
- Da Boit, M., R. Sibson, R., S. Sivasubramaniam, J.R. Meakin, C.A. Greig, R.M. Aspden, and S.R. Gray (2017). Sex differences in the effect of fish-oil supplementation on the adaptive response to resistance exercise training in older people: a randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 105:151-158.

- Dawczynski, C., R. Schubert, and G. Jahreis (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chem.* 103:891–899.
- Demonty, I., K. Langlois, L.S. Greene-Finestone, R. Zoka, and L. Nguyen (2021). Proportions of long-chain omega-3 fatty acids in erythrocyte membranes of Canadian adults: results from the Canadian Health Measures survey 2012-2015. *Am. J. Clin. Nutr.* 113:993-1008.
- Dyerberg, J., P. Madsen, J.M. Møller, I. Aardestrup, and E.B. Schmidt (2010). Bioavailability of marine *n*-3 fatty acid formulations. *Prostaglandin. Leukot. Essent. Fatty Acids* 83:137-141.
- EFSA (2005). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the European parliament related to the safety assessment of wild and farmed fish. *EFSA J.* 236:1-118.
- Fleurence, J., G. Gutbier, S. Mabeaul, and C. Leray (1994). Fatty acids from 11 marine macroalgae of the French Brittany coast. *J. Appl. Phycol.* 6:527-532.
- Gerling, C.J., K. Mukai, A. Chabowski, G.J.F. Heigenhauser, G.P. Holloway, L.L. Spriet, and S. Jannas-Vela (2019). Incorporation of omega-3 fatty acids into human skeletal muscle sarcolemmal and mitochondrial membranes following 12 weeks of fish oil supplementation. *Front. Physiol.* 10:348.
- Gingras, A.A., P.J. White, P.Y. Chouinard, P. Julien, T.A. Davis, L. Dombrowski, and M.C. Thivierge (2007). Long-chain omega-3 fatty acids regulate bovine whole-body protein metabolism by promoting muscle insulin signalling to the Akt-mTOR-S6K1 pathway and insulin sensitivity. *J. Physiol.* 579:269-284.
- Harris, W.S., and C. Von Schacky (2004). The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease? *Prev. Med.* 39:212-220.
- Hedengran, A., P.B. Szecsi, J. Dyerberg, W.S. Harris, and S. Stender. (2015). *n*-3 PUFA esterified to glycerol or as ethyl esters reduce non-fasting plasma triacylglycerol in subjects with hypertriglyceridemia: a randomized trial. *Lipids* 50:165-175.
- Heilesen, J.L., and L.K. Funderburk (2020). The effect of fish oil supplementation on the promotion and preservation of lean body mass, strength, and recovery from physiological stress in young, healthy adults: a systematic review. *Nutr. Rev.* 78:1001-1014.
- Herbst, E.A., S. Paglialunga, C. Gerling, J. Whitfield, K. Mukai, A. Chabowski, and G.P. Holloway (2014). Omega-3 supplementation alters mitochondrial membrane composition and respiration kinetics in human skeletal muscle. *J. Physiol.* 592:1341-1352.
- Hingley, L., M.J. Macartney, M.A. Brown, P.L. McLennan, and G.E. Peoples (2017). DHA-rich fish oil increases the omega-3 index and lowers the oxygen cost of physiologically stressful cycling in trained individuals. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 27:335-343.
- Janssen, I. (2006). Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the Cardiovascular Health Study. *J. Am. Geriatr. Soc.* 54:56-62.
- Lewis, N.A., D. Daniels, P.C. Calder, L.M. Castell, and C.R. Pedlar (2020). Are there benefits from the use of fish oil supplements in athletes? A systematic review. *Adv. Nutr.* 11:1300-1314.
- McGlory, C., S.D. Galloway, D.L. Hamilton, C. McClintock, L. Breen, J.R. Dick, and K.D. Tipton (2014). Temporal changes in human skeletal muscle and blood lipid composition with fish oil supplementation. *Prostaglandin. Leukot. Essent. Fatty Acids* 90:199-206.
- McGlory, C., S. van Vliet, T. Stokes, B. Mittendorfer, and S.M. Phillips (2018). The impact of exercise and nutrition on the regulation of skeletal muscle mass. *J. Physiol.* 597:1251-1258.
- McGlory, C., P.C. Calder, and E.A. Nunes (2019). The influence of omega-3 fatty acids on skeletal muscle protein turnover in health, disuse, and disease. *Front. Nutr.* 6:144.
- McKendry, J., L. Breen, B.J. Shad, and C.A. Greig (2018). Muscle morphology and performance in master athletes: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res. Rev.* 45:62-82.
- McKendry, J., B.J. Shad, B. Smeuninx, S.Y. Oikawa, G. Wallis, C. Greig, and L. Breen (2019). Comparable rates of integrated myofibrillar protein synthesis between endurance-trained master athletes and untrained older individuals. *Front. Physiol.* 10:1084.
- McKendry, J., S. Joannis, S. Baig, B. Liu, G. Parise, C.A. Greig, and L. Breen (2020). Superior aerobic capacity and indices of skeletal muscle morphology in chronically trained master endurance athletes compared with untrained older adults. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 75:1079-1088.
- Murphy, C.H., E.M. Flanagan, G. De Vito, D. Susta, K.A.J. Mitchelson, E. de Marco Castro, J.M.G. Senden, J.P.B. Goessens, A. Miklosz, A. Chabowski, R. Segurado, C.A. Corish, S.N. McCarthy, B. Egan, L.J.C. van Loon, and H.M. Roche (2021). Does supplementation with leucine-enriched protein alone and in combination with fish-oil-derived *n*-3 PUFA affect muscle mass, strength, physical performance, and muscle protein synthesis in well-nourished older adults? A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 113:1411-1427.
- Murphy, R.A., E.A. Yu, E.D. Ciappio, S. Mehta, and M.I. McBurney (2015). Suboptimal plasma long chain *n*-3 concentrations are common among adults in the United States, NHANES 2003-2004. *Nutrients* 7:10282-10289.
- Nichols, P.D., L. Dogan, and A. Sinclair, (2016). Australian and New Zealand fish oil products in 2016 meet label omega-3 claims and are not oxidized. *Nutrients* 8:703.
- Peoples, G.E, and P.L. McLennan (2010). Dietary fish oil reduces skeletal muscle oxygen consumption, provides fatigue resistance and improves contractile recovery in the rat in vivo hindlimb. *Br. J. Nutr.* 104:1771-1779.
- Ritz, P.P., M.B. Rogers, J.S. Zabinsky, V.E. Hedrick, J.A. Rockwell, E.G. Rimer, and M.S. Rockwell (2020). Dietary and biological assessment of the omega-3 status of collegiate athletes: a cross-sectional analysis. *PLoS One* 15:e0228834.
- Rockwell, M., and P. Ritz (2021). Promoting optimal omega-3 fatty acid status in athletes. *SSE #212*.
- Smith, G.I., P. Atherton, D.N. Reeds, B.S. Mohammed, D. Rankin, M.J. Rennie, and B. Mittendorfer (2011). Omega-3 polyunsaturated fatty acids augment the muscle protein anabolic response to hyperinsulinaemia-hyperaminoacidaemia in healthy young and middle-aged men and women. *Clin. Sci.* 121:267-278.
- Smith, G.I., S. Juliard, D.N. Reeds, D.R. Sinacore, S. Klein, and B. Mittendorfer (2015). Fish oil-derived *n*-3 PUFA therapy increases muscle mass and function in healthy older adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 102:115-122.
- The Scientific Advisory Committee on Nutrition (2004). The Scientific Advisory Committee on Nutrition and Committee on Toxicity advice on benefits and risks related to fish consumption. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/sac/n-advice-on-fish-consumption>
- U.S. Department of Agriculture (2019). FoodData Central. Available from U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service FoodData Central Retrieved from fdc.nal.usda.gov.
- US Department of Health and Human Services and US Department of Agriculture. (2015). 2015–2020 Dietary Guidelines for Americans. Retrieved from Washington, DC: <https://health.gov/our-work/food-nutrition/2015-2020-dietary-guidelines/guidelines/>
- van Ginneken, V.J., J.P. Helsen, W. de Visser, H. van Keulen, and W.A. Brandenburg (2011). Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from North Atlantic and tropical seas. *Lipids Health Dis.* 10:104.
- von Schacky, C. (2015). Omega-3 fatty acids in cardiovascular disease--an uphill battle. *Prostaglandin. Leukot. Essent. Fatty Acids* 92:41-47.
- Walker, R.E., K.H. Jackson, N.L. Tintle, G.C. Shearer, A. Bernasconi, S. Masson, and W.S. Harris (2019). Predicting the effects of supplemental EPA and DHA on the omega-3 index. *Am. J. Clin. Nutr.* 110:1034-1040.
- Witard, O.C., and J.K. Davis. (2021). Omega-3 fatty acids for training adaptation and exercise recovery: a muscle-centric perspective in athletes. *SSE #211*.

TRADUCCIÓN

Este artículo ha sido traducido y adaptado de: FISH OIL FOR HEALTHY AGING: POTENTIAL APPLICATION FOR MASTER ATHLETES. Sports Science Exchange, Vol. 29, No. 221, 1-6, por el M.Sc. Pedro Reinaldo García.