

Monograph

Efectos de la Suplementación con Ácidos Grasos Omega-3 Sobre la Respuesta Inflamatoria al Ejercicio Excéntrico de Fuerza

Kelly B. Jouris EJ¹, Jennifer L. McDaniel¹ y Edward P. Weiss¹

¹Doisy College of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Saint Louis University, St. Louis, MO, USA.

RESUMEN

Los ácidos grasos omega-3 (omega-3) tienen propiedades antiinflamatorias. Sin embargo, no se sabe si la suplementación con omega-3 atenúa la inflamación producida por el ejercicio. Se ha evaluado la hipótesis de que la suplementación con omega-3 reduce la inflamación inducida por el ejercicio excéntrico de curl de bíceps. Hombres y mujeres adultos en buen estado de salud ($n=11$; 35 ± 10 a) realizaron el ejercicio de curl de bíceps en forma excéntrica en dos ocasiones; una, después de 14 días de restricción dietaria de omega-3 (prueba de control) y otra vez, después de 7 días de una suplementación de $3,000\text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$ de omega-3 (prueba de omega-3). Antes y 48 horas después del ejercicio excéntrico se evaluaron los signos de inflamación mediante la medición de las valoraciones del dolor, la hinchazón (circunferencia del brazo y volumen del brazo) y la temperatura (sensor infrarrojo de piel). El dolor de brazo incrementó ($p < 0.0001$) en respuesta al ejercicio excéntrico; la magnitud del incremento del dolor fue un 15% menor en la prueba de omega-3 ($p = 0.004$). La circunferencia del brazo aumentó después del ejercicio excéntrico en la prueba de control ($p = 0.01$), pero no en la prueba de omega-3 ($p = 0.15$). Sin embargo, no hubo diferencias entre las pruebas ($p = 0.45$). El volumen del brazo y la temperatura de la piel no cambiaron en respuesta al ejercicio excéntrico en ninguna de las condiciones. Estos hallazgos sugieren que la suplementación con omega-3 disminuye el dolor, como indicador de la inflamación, después del ejercicio excéntrico. En base a estos hallazgos, la suplementación con omega-3 podría resultar beneficiosa reduciendo al máximo el dolor posterior al ejercicio, facilitando así el entrenamiento de los atletas que se someten a un fuerte acondicionamiento e incluso de las personas sedentarias o los pacientes que emprenden programas de ejercicios o tratamientos médicos tales como la terapia física o la rehabilitación cardíaca.

Palabras Clave: aceite de pescado, dolor muscular, ácido eicosapentanóico, ácido docosahexaenoico

INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos omega-3 son esenciales en la dieta de los seres humanos, pues no hay ningún mecanismo en los humanos que produzca estas grasas a partir de otras sustancias. Los ácidos grasos omega-3 sirven como precursores de las prostaglandinas, que son sustancias parecidas a las hormonas que reducen la inflamación y mejoran el flujo sanguíneo (Calder, 2006). Por ejemplo, la prostaglandina E3, que es producida a partir de los ácidos grasos dietarios omega-3, disminuye la hinchazón, reduce la sensibilidad al dolor y aminora la concentración de los glóbulos blancos (Maroon y Bost,

2006a). Además, cuando los seres humanos ingieren ácidos grasos omega-3, ácido icosaenoico (EPA) y ácido docosaenoico (DHA), se produce una disminución en la producción del tromboxano A₂, un potente agregador y vasoconstrictor de plaquetas, y la formación del leucotrieno B₄, un inductor de la inflamación (Weber et al., 1986).

En vista de la reconocida participación del omega-3 en la biología de la inflamación, no es de sorprender que más de 7000 estudios científicos, incluyendo 900 pruebas clínicas en humanos, hayan proporcionado evidencia que respalde la efectividad del aceite de pescado y los ácidos grasos omega-3 en la prevención y el tratamiento de las condiciones inflamatorias (Maroon y Bost 2006a). Por ejemplo, se ha descubierto que la suplementación con omega-3 es efectiva para el tratamiento de la artritis reumatoidea (Cleland et al., 2003; Kremer et al., 1990; Lau et al., 1993; Volker et al., 2000), la osteoartritis (Curtis et al. 2002), la enfermedad de colon irritable, la enfermedad de Crohn, la colitis ulcerativa (Kim, 1996; Ross, 1993; Salomon et al., 1990; Stenson et al., 1992) y la psoriasis (Bittiner et al., 1988; Kojima et al., 1989). A pesar de la extensa literatura sobre el efecto de la suplementación con omega-3 sobre las condiciones de enfermedades inflamatorias, ningún estudio ha evaluado los efectos de la suplementación con omega-3 sobre las respuestas inflamatorias al ejercicio. Las potenciales consecuencias de la reducción de la inflamación post-ejercicio serían la disminución del dolor y un tiempo de recuperación más rápido del ejercicio intenso.

El propósito del presente estudio ha sido determinar si una semana de suplementación con omega-3 reduce los indicadores clínicos de la inflamación localizada medida 48 horas después del ejercicio excéntrico de curl de bíceps. Debido a que la inflamación localizada se caracteriza por el dolor, la hinchazón y una mayor temperatura, se planteó la hipótesis de que la suplementación con omega-3 atenúa el incremento de los valores subjetivos del dolor muscular, la circunferencia y el volumen del brazo (como indicadores de la hinchazón), y la temperatura de la piel.

MÉTODOS

Diseño del Estudio

Este estudio ha sido una prueba de intervención para medidas repetidas en la que se evaluaron las respuestas inflamatorias de los participantes al ejercicio excéntrico en dos ocasiones: Una vez, después de 14 días bajo una dieta baja en ácidos grasos omega-3 (prueba de control) y otra vez, después de 7 días de suplementación con ácidos grasos omega-3 (prueba de omega-3). Los participantes se reportaron al laboratorio en 5 ocasiones. Durante la primera visita, se llevó a cabo una prueba de fuerza muscular para determinar el peso de 1 repetición máxima (1RM) para ambos brazos. El nutricionista del estudio proporcionó las instrucciones pertinentes a una dieta restringida en omega-3 y los participantes comenzaron de manera inmediata la dieta y la continuaron a lo largo de toda la participación en el estudio. Durante la prueba de control, que se llevó a cabo después de 14 días de dieta restringida en omega-3, los participantes realizaron las evaluaciones para determinar los valores iniciales de los signos de inflamación, realizaron curls de bíceps excéntricos unilaterales para inducir a la inflamación, y regresaron para las mediciones de seguimiento de los signos de inflamación 48 horas después del ejercicio excéntrico. Durante la prueba de omega-3, que se llevó a cabo después de 7 días de suplementación con omega-3, los participantes realizaron las evaluaciones para determinar los valores iniciales de los signos de inflamación, realizaron curls de bíceps excéntricos utilizando el brazo contralateral, y regresaron para las mediciones de seguimiento 48 horas después del ejercicio excéntrico. Se compensó el emparejamiento de las condiciones del tratamiento (control versus omega-3) con dominio del brazo (brazo dominante versus brazo no dominante), de tal manera que la mitad de los participantes se sometieron a la prueba de control utilizando su brazo dominante seguido de la prueba de omega-3 con el brazo no dominante. La mitad restante de los participantes utilizó el brazo no dominante para la prueba de control y el brazo dominante para la prueba de omega-3.

Participantes

Se reclutaron once hombres (n = 3) y mujeres (n = 8) en buen estado de salud, de entre 18 y 60 años de edad del área metropolitana de Saint Louis, Missouri. Se excluyeron del estudio a los candidatos que sufrían de alergia al pescado o al aceite de pescado, o con antecedentes auto-informados de diabetes, enfermedad cardiovascular, enfermedad pulmonar significativa, hipertensión, cáncer, problemas músculo-esqueléticos o problemas de coagulación. Además, se excluyó a los candidatos que estuvieran tomando drogas anti-inflamatorias no esteroides, aspirina o anticoagulantes. Todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito para participar del estudio, que fue aprobado por el Comité de Revisión Institucional de la Universidad de Saint Louis.

Procedimientos

Control Dietario y del Ejercicio: A fin de reducir al máximo la posibilidad de que hubiera hábitos dietarios y de ejercicio

que confundieran los resultados, se les pidió a los participantes que llevaran un diario de 2 días de comida diaria y ejercitación durante la prueba de control, y que utilizaran la información para reproducir su dieta y ejercitación durante la posterior prueba de omega-3. Además, a los participantes se les ordenó que se abstuvieran de realizar estiramientos con los brazos para superar el dolor inducido por el ejercicio excéntrico.

Evaluación de la Fuerza: Se calculó la fuerza muscular (1RM) para el ejercicio de curl de bíceps en banco y para cada brazo de manera individual mediante el uso de la tabla de Predicción de Berger de 1RM (Berger 1961). Antes de la evaluación de la fuerza en cada brazo, a los participantes se les permitió realizar 3-5 repeticiones de familiarización con el ejercicio de curl utilizando una carga baja (2.3 kg). Luego, el participante elegía un peso de mancuerna para poder realizar al menos una repetición, pero no más de 15 repeticiones antes de alcanzar la fatiga. Entonces, el participante realizaba tantas repeticiones completas como le fuera posible. La cantidad de repeticiones y el peso se utilizaron para predecir 1RM basada en la Tabla de Predicción de Berger (Berger 1961).

Ejercitación Excéntrica: El objetivo de la intervención del ejercicio fue inducir la inflamación y el dolor del bíceps a un grado en el que se pudiera medir un cambio 48 horas posteriores al ejercicio. El ejercicio excéntrico, en especial para los flexores de codo, es un medio seguro y comúnmente utilizado para inducir de manera experimental la inflamación muscular (Friden y Lieber, 1992; Hirose et al., 2004; Nosaka y Clarkson, 1996; Trappe et al., 2001). Utilizando el 120% de 1RM del sujeto, se realizaron dos series de curl de bíceps excéntrico sobre un banco predicador, con 60 s de descanso entre series. Durante cada repetición, el técnico levantaba el peso por el sujeto hasta la posición de flexión completa del codo, mientras que el participante bajaba el peso durante un período de 4 s hasta que el codo quedara completamente extendido. Las repeticiones se llevaban a cabo sin descanso hasta que el participante no podía bajar el peso de manera lenta y controlada (i.e. ≥ 4 s) debido a la fatiga en 2 repeticiones consecutivas.

Signos de Inflamación: Las mediciones de los signos de inflamación se realizaron inmediatamente antes y 48 horas después del ejercicio excéntrico. Las evaluaciones se realizaron 48 horas después del ejercicio en base a la evidencia que demuestra que el pico de dolor y la inflamación se producen en este marco de tiempo (Miles et al. 2008). La presente evaluación de los signos inflamatorios incluyó mediciones de la hinchazón, mayor temperatura y dolor, pues estas son características distintivas de inflamación localizada (Friden y Lieber 1992).

La hinchazón se evaluó mediante la medición de la circunferencia de la parte superior del brazo en el braquial medial con una cinta antropométrica con resorte. La hinchazón también se evaluó mediante la medición del volumen del brazo, utilizando el método de desplazamiento de agua. Este método es comúnmente utilizado para monitorear la linfedema en pacientes con cáncer de mama y se ha demostrado que es sensible a las fluctuaciones diarias del volumen del brazo que están asociadas a los cambios en el edema (Lette, 2006). En resumen, el volúmetro es un cilindro vertical (100 cm de alto, 15 cm de diámetro) con un pequeño pico en la parte superior a través del cual puede derramarse el agua. Después de llenar el volúmetro con agua hasta la parte superior, el participante introducía con lentitud el brazo dentro del volúmetro hasta que el área del brazo pre-marcada (cerca de la inserción del músculo deltoides) quedara en la superficie del agua. El agua derramada del volúmetro se capturaba en un contenedor y se pesaba. Se supuso que la densidad del agua era igual a $1 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$; por lo tanto, el volumen del brazo (en mL), era igual a la masa (en gramos) del agua desplazada. Para asegurar que el brazo se introdujera dentro del volúmetro hasta el mismo nivel entre las evaluaciones de los valores iniciales y las de 48 horas post-ejercicio, a los sujetos se les aconsejó no lavar la marca de referencia del brazo entre las pruebas.

La temperatura se midió utilizando un sensor de piel infrarrojo (Dermatemp™ Infrared Temperature Scanner. Model # DT1000, Exergen Corp, Newton, Mass). Se tomaron un total de 5 temperaturas en el braquial medial del bíceps y se utilizó la media de todas las lecturas. Los termómetros infrarrojos son dispositivos altamente confiables y válidos para medir la temperatura de la superficie de la piel (Burnham et al., 2006).

El dolor se midió utilizando una escala análoga visual sobre la que los participantes colocaban una marca de tilde sobre una línea de 10 cm para indicar el grado de dolor. Para reflejar el dolor se utilizó la distancia en centímetros desde la izquierda de la escala hasta la marca de la tilde. Varios estudios han evaluado la validez y la confiabilidad de la escala análoga visual como un medio para medir el dolor subjetivo (Gallagher et al., 2002). El dolor muscular se clasificó de tres maneras: Las mediciones "con peso" se realizaron mientras los participantes flexionaban y extendían el codo manteniendo un peso de 1.1 kg; el dolor "palpado" se evaluó con los participantes relajando el brazo mientras el técnico palpaba/masajeaba el músculo del bíceps ~2 cm inferiores al punto medio entre olecranon y el acromion; las valoraciones del dolor "completamente extendido" se hicieron mientras los participantes intentaban extender por completo sus codos.

Protocolo de Suplementación con Omega-3: Durante todo el estudio los participantes se sometieron a una dieta restringida en ácidos grasos omega-3. A los sujetos se les proporcionó una lista específica de alimentos que contenían omega-3 para que los evitaran. Esto aseguró que se minimizara la ingesta dietaria de ácidos grasos omega-3. Durante la prueba con omega-3, los participantes tomaron 2,000 mg EPA y 1,000 mg DHA por día (Rx Omega-3 Factors, Natural Factors, Everett, Washington; 400 mg EPA y 200 mg DHA por cápsula de gel blando). La investigación previa ha utilizado suplementación

con ácidos grasos omega-3 en un índice de EPA:DHA de 2:1 (Simopoulos, 2007). A cada sujeto se le dio un diario de suplementaciones para que pudieran registrar cuándo tomaban los suplementos diarios. Además, se llevó a cabo un conteo de píldoras para evaluar el cumplimiento del régimen de suplementación. Para mantener la coherencia con la cantidad de ácidos grasos omega-3 entre los sujetos, los suplementos fueron la única fuente de ácidos grasos omega-3 de la dieta, dado que los participantes continuaron siguiendo una dieta restringida en omega-3.

Análisis Estadísticos

Los principales análisis estadísticos se llevaron a cabo en todos los participantes para evaluar la eficacia fisiológica de la suplementación con omega-3. Se calcularon los resultados del cambio para cada uno de los indicadores inflamatorios sustrayendo los valores finales (48 horas post-ejercicio) de los valores iniciales (según lo medido inmediatamente antes del ejercicio excéntrico) para cada prueba. Se utilizaron pruebas t para datos apareados a fin de comparar el cambio en la inflamación de la prueba de control con el cambio en la inflamación de la prueba de omega-3. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa SPSS. A un valor- $p \leq 0.05$ se lo consideró significativo. Los valores se presentan como medias \pm DE a menos que se indique lo contrario.

RESULTADOS

Participantes

Ocho mujeres (73%) y tres hombres (27%) completaron el estudio. La edad promedio (\pm DE) fue desde la mitad hasta el extremo inferior del rango de edad que se tenía como objetivo para el estudio (Tabla 1). El IMC fue de $22.9 \pm 2.0 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, reflejando que la mayoría de los participantes eran de peso delgado a normal. Como se esperaba, los hombres tuvieron 1RM mayor que las mujeres. La fuerza en el brazo dominante y no dominante fue similar tanto para los hombres como para las mujeres (Tabla 1). El conteo de píldoras indicó un cumplimiento del 100% con el régimen de suplementación.

Rendimiento en el Ejercicio Excéntrico

No hubo diferencias ($p = 1.00$) en el peso utilizado para el ejercicio excéntrico en la prueba de control ($11.3 \pm 4.2 \text{ kg}$) ni en la prueba de omega-3 ($11.3 \pm 4.6 \text{ kg}$). Sin embargo, en la prueba de omega-3, los participantes completaron más repeticiones en la serie 1 (18 ± 3 vs 21 ± 7 reps, $p = 0.05$) y la serie 2 (8 ± 3 vs 10 ± 4 reps, $p = 0.02$), dando como resultado un mayor volumen total del ejercicio excéntrico (280 ± 73 vs $321 \pm 66 \text{ kg}\cdot\text{repeticiones}$, $p = 0.01$).

Dolor Post-Ejercicio

Las tres mediciones de dolor muscular mostraron incrementos muy grandes en el dolor entre los valores iniciales y el seguimiento de las 48 horas (Tabla 2), indicando que el protocolo de ejercicios indujo a un dolor de brazo significativo. La suplementación con omega-3 atenuó el dolor en base a las mediciones “con peso” y “completamente extendido”. La suplementación con omega-3 también atenuó el dolor “palpado”, aunque este no alcanzó la significancia estadística ($p = 0.11$).

Sexo, n (%)	Hombres	3 (27%)
	Mujeres	8 (73%)
Altura (m.)	Hombres	1.80 (0.10)
	Mujeres	1.60 (0.10)
Peso (kg)	Hombres	78.2 (3.0)
	Mujeres	59.8 (8.5)
Edad (años)	Hombres	37.0 (9.6)
	Mujeres	34.1 (11.2)
IMC (kg·m⁻²)	Hombres	23.5 (0.0)
	Mujeres	22.1 (2.2)
1RM, brazo dominante (kg)	Hombres	14.0 (1.7)
	Mujeres	7.8 (2.3)
1RM, brazo no dominante (kg)	Hombres	14.5 (2.4)
	Mujeres	7.3 (2.3)

Tabla 1. Características de los participantes Los valores representan medias (\pm desviación estándar) o n (% de participantes). IMC: índice de masa corporal; 1RM: una repetición máxima.

Inflamación Post-Ejercicio

El volumen del brazo no cambió de manera significativa entre los valores iniciales y la visita de seguimiento de 48 horas ni en la prueba de control ni en la de omega-3 (Tabla 2). Aunque la circunferencia del brazo aumentó de manera significativa en la prueba de control, pero no en la de omega-3, la magnitud del incremento en la circunferencia del brazo no fue diferente entre las pruebas (Tabla 2).

Temperatura Post-Ejercicio

No se hallaron diferencias estadísticas entre las mediciones de la temperatura corporal de los valores iniciales y del seguimiento de las 48 horas. Además, no se hallaron diferencias entre la prueba de control y la de omega-3 con respecto a los cambios en la temperatura en respuesta al ejercicio excéntrico.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio indican que la suplementación con ácidos grasos omega-3 disminuye el dolor muscular después del ejercicio excéntrico de alta intensidad. Este efecto podría ser beneficioso para los atletas que participan de un entrenamiento de fuerza de alta intensidad, que a menudo produce dolor muscular de inicio retardado. Además, aunque no se ha estudiado el ejercicio excéntrico de intensidad más baja, tal como el que se produce durante la carrera, también es posible que la suplementación con ácidos grasos omega-3 pueda atenuar el dolor muscular post-ejercicio que se produce después de actividades tales como la carrera de maratón. La Administración de Medicamentos y Alimentos (Food and Drug Administration 2004) ha designado que una dosis de ácidos grasos omega-3 de ≤ 3000 mg·día⁻¹ (DHA+EPA) es segura para el consumo general. Hasta que se realice una nueva investigación, se debería cumplir con estas recomendaciones a la hora de utilizar aceite de pescado para disminuir la mialgia y/o el dolor del ejercicio.

El dolor, el calor y la hinchazón son signos asociados con el proceso inflamatorio localizado y pueden medirse de manera no invasiva. Se ha evaluado el efecto de la suplementación con ácidos grasos omega-3 sobre estas características distintivas de la inflamación. El dolor muscular aumentó de manera sustancial después del ejercicio excéntrico, según lo demuestran las valoraciones del dolor. También cabe señalar que la mayoría de los participantes tuvieron un dolor tan severo que les resultó difícil lograr la extensión completa del codo 48 horas después del ejercicio. A pesar del dolor severo inducido por el ejercicio excéntrico, el volumen del brazo, como una medida de la hinchazón, y la temperatura de la

piel no cambiaron de manera significativa en respuesta al ejercicio excéntrico, ni siquiera en la prueba de control, indicando que estas mediciones no son lo suficientemente sensibles al cambio en respuesta a los curl de bíceps excéntricos. En consecuencia, esto excluye la posibilidad de determinar si la suplementación con ácidos grasos omega-3 afecta la hinchazón y el calor como características inflamatorias.

	Prueba de control	Prueba de Omega-3	Valor de P entre las pruebas
Volumetría de brazo, L			
Valores iniciales	2.032 (0.144)	1.997 (0.141)	
Seguimiento de las 48 horas	2.060 (0.145)	2.019 (0.145)	
Cambio	0.029 (0.016)	0.022 (0.024)	0.74
Valor de P intra-grupo	0.11	0.38	
Circunferencia del brazo, cm			
Valores iniciales	28.6 (1.0)	29.1 (1.0)	
Seguimiento de las 48 horas	29.2 (1.1)	29.4 (1.0)	
Cambio	0.6 (0.2)	0.3 (0.2)	0.45
Valor de P intra-grupo	0.01	0.15	
Temperatura de la piel, °C			
Valores iniciales	31.6 (0.2)	31.9 (0.2)	
Seguimiento de las 48 horas	31.3 (0.2)	31.9 (0.3)	
Cambio	-0.3 (0.2)	0.0 (0.3)	0.34
Valor de P intra-grupo	0.09	1.0	
Dolor, Pesado, cm sobre VAS*			
Valores iniciales	0.2 (0.1)	0.1 (0.0)	
Seguimiento de las 48 horas	6.4 (0.7)	5.1 (0.7)	
Cambio	6.1 (0.7)	5.0 (0.7)	0.02
Valor de P intra-grupo	<0.0001	<0.0001	
Dolor, Palpado, cm sobre VAS*			
Valores iniciales	0.2 (0.1)	0.4 (0.3)	
Seguimiento de las 48 horas	6.2 (0.7)	4.9 (0.7)	
Cambio	6.0 (0.6)	4.5 (0.8)	0.11
Valor de P intra-grupo	<0.0001	<0.0001	
Dolor, Completamente extendido, cm sobre VAS*			
Valores iniciales	0.3 (0.1)	0.2 (0.1)	
Seguimiento de las 48 horas	7.8 (0.8)	6.6 (0.8)	
Cambio	7.5 (0.7)	6.4 (0.8)	0.004
Valor de P intra-grupo	<0.0001	<0.0001	

Tabla 2. Indicadores de la inflamación en respuesta al ejercicio de fuerza excéntrica. Los datos son medias (\pm DE). Los valores de P intra-prueba surgen de las pruebas t para datos apareados comparando los valores iniciales y los del seguimiento de las 48 horas. Los valores de P entre las pruebas surgen de las pruebas t para datos apareados comparando los resultados del cambio en la prueba de control con los resultados de los cambios en la prueba de omega-3. *Escala Análoga Visual.

Un estudio previo halló que una suplementación que contiene DHA del ácido graso omega-3 atenuó la respuesta inflamatoria al ejercicio excéntrico (Phillips et al. 2003). No obstante, no es claro si el efecto beneficioso se le atribuyó al DHA, pues la suplementación también contenía tocoferoles y flavonoides mezclados, que podrían tener sus propios efectos anti-inflamatorios. Otros numerosos estudios han demostrado que la suplementación con omega-3 puede actuar como un agente anti-inflamatorio natural para las personas que consumen drogas anti-inflamatorias no esteroideas (NSAIDs) por afecciones médicas (Maroon y Bost, 2006a; Maroon y Bost, 2006b).

Un hallazgo inesperado fue que los participantes realizaron más ejercicios excéntricos después de la suplementación con omega-3. Una explicación para esto es que la suplementación con omega-3 aumentó la fuerza muscular y/o disminuyó la fatiga. Los ácidos grasos omega-3 tienen propiedades anabólicas en el tejido muscular de los seres humanos en buen estado de salud (Smith et al., 2011) y el consumo de pescado graso rico en omega-3 está asociado con la fuerza de agarre

en adultos mayores (Robinson et al. 2008). Asimismo, el EPA atenúa el gasto muscular asociado con la caquexia de cáncer (Ryan et al., 2009), la exposición a la endotoxina bacteriana (Supinski et al., 2010) y la artritis (Castillero et al., 2009). Sin embargo, es probable que estas no sean las principales causas de los efectos vistos en el presente estudio, en especial en vista del breve período de suplementación de una semana. Una explicación alternativa es que hubo un "efecto de serie repetida" en el que las adaptaciones se produjeron entre la primera (control) y la segunda (omega-3) prueba (McHugh 2003) (debido al prolongado período de lavado del omega-3 (Cerbone et al., 1999), el estudio se diseñó de tal manera que la prueba de omega-3 siempre fuera la última). Se intentó descartar esta posibilidad mediante la utilización de los brazos opuestos para las pruebas de control y omega-3. Sin embargo, mientras que la investigación sugiere que el efecto de serie repetida no afecta el miembro contralateral (Connolly et al., 2002; Clarkson et al., 1987), un estudio más reciente sugiere que sí lo hace, al menos de manera parcial (Howatson y van Someren, 2007). No obstante, es un enigma que a pesar del hecho de que se realizó más trabajo excéntrico en la prueba de omega-3, el dolor fue significativamente menor.

El presente estudio es limitado en cuanto a que la ausencia de un grupo de placebo impide la capacidad de excluir un potencial impacto psicológico sobre las valoraciones del dolor subjetivo. Sin embargo, de manera anecdótica, la mayoría de los participantes del estudio no tenían interés en el resultado del mismo; y los que lo tenían, se mantuvieron escépticos acerca de los potenciales efectos de disminución del dolor del omega-3. Por lo tanto, parece poco probable que un efecto de placebo pudiera explicar los presentes hallazgos. Otra limitación es que este tamaño de muestra era pequeño, incrementando así las posibilidades de un hallazgo "falso-positivo". Una investigación futura que utilice una muestra mayor y un diseño aleatorio controlado será importante para proporcionar más evidencia definitiva.

Por último, es importante reconocer que los efectos beneficiosos vistos en el presente estudio se alcanzaron con un índice de EPA/DHA de 2:1 y una dosis relativamente grande de 3000 mg·d⁻¹, que requiere la toma de 1-2 cápsulas de gel blando en cada comida. No se puede determinar si los regímenes de dosis más chicas, más económicas y más convenientes proporcionarían beneficios similares. Sin embargo, cabe destacar que se observaron efectos beneficiosos después de la suplementación de solo 7 días. Esto sugiere que la suplementación crónica no es necesaria para la protección contra el dolor muscular y que la suplementación podría iniciarse en los ~7 días previos a la actividad que pueda causar dolor, como una maratón o un período intensificado de entrenamiento de fuerza.

El microtrauma muscular, la inflamación y el dolor son a menudo provocados por incrementos en la actividad física, tal como un entrenamiento o competencia enérgica en un atleta de elite, o la terapia física para la rehabilitación de una fractura de cadera en un paciente de la tercera edad. Aunque a menudo se utilizan NSAIDs para tratar el dolor muscular post-ejercicio, la suplementación con ácidos grasos omega-3 podría ser una alternativa más segura y saludable (Maroon y Bost, 2006b). Además de atenuar el dolor muscular, los ácidos grasos omega-3 pueden proteger contra la enfermedad cardiovascular (Lavie et al., 2009) y arritmias cardíacas (Richardson et al., 2011), retrasar la disminución de la función cognitiva relacionada con la edad (Fotuhi et al., 2009), y proteger contra algunas formas de cáncer (Rose y Connolly, 1999). En contraste, al parecer, la suplementación con ácidos grasos omega-3 tiene muy pocos efectos adversos, siendo la mayor preocupación el incremento en el tiempo de sangrado (y en teoría un riesgo mayor de apoplejía hemorrágica) en consumos >3000 mg·d⁻¹ (Food and Drug Administration 2004), efecto que podría tener ramificaciones importantes para las personas en terapias de anticoagulación. Sin embargo, este efecto no se ha confirmado en pruebas clínicas (Bays, 2007). Otras preocupaciones sobre la suplementación con ácidos grasos omega-3 están relacionadas con la posible presencia de contaminantes (de las procedencias del pescado) (Bourdon et al., 2010) y la propensión a la oxidación. No obstante, estas cuestiones no están directamente relacionadas con el consumo de ácidos grasos omega-3, per se, y puede administrarse con los métodos de fabricación (i.e. supervisar la procedencia del pescado o utilizar procedencias de algas) y las técnicas de almacenamiento adecuados (por ejemplo, utilizando vitamina E como conservante antioxidante).

CONCLUSIÓN

En conclusión, estos hallazgos preliminares sugieren que una semana de suplementación de 3000 mg·d⁻¹ de omega-3 DHA/EPA disminuye el dolor severo localizado, como signo de la inflamación, que resulta del ejercicio de fuerza excéntrica. Según estos hallazgos, la suplementación con omega-3 podría proporcionar beneficios reduciendo al máximo el dolor posterior al ejercicio, facilitando así el entrenamiento de las personas, desde los atletas que se someten a un fuerte acondicionamiento hasta las personas sedentarias o los pacientes que emprenden programas de ejercicios o tratamientos médicos tales como la terapia física o la rehabilitación cardíaca.

Puntos Clave

- Se ha demostrado que la suplementación dietaria con ácidos grasos omega-3 reduce la inflamación en numerosas enfermedades inflamatorias, tales como la artritis reumatoidea, la enfermedad de colon irritable y la enfermedad de

Chrohn.

- Aunque se sabe que el ejercicio agotador causa incrementos agudos en la inflamación, no queda claro si la suplementación con ácidos grasos omega-3 atenúa esta respuesta adversa al ejercicio.
- La presente investigación demuestra que la suplementación con 3000 mg·d⁻¹ de ácidos grasos omega-3 reduce al máximo el dolor muscular de inicio retardado severo que resulta del ejercicio agotador de fuerza excéntrica.
- Esta información, junto con una plétora de información que muestra que la suplementación con ácidos grasos omega-3 tiene otros beneficios para la salud, demuestra que un suplemento nutricional sin receta médica y que se puede adquirir fácilmente (i.e. ácidos grasos omega-3) reduce el dolor de inicio retardado causado por el ejercicio de fuerza agotador.
- Esta información tiene relevancia evidente para las poblaciones atléticas, pero también para otros grupos, tales como los pacientes de terapia física y pacientes con rehabilitación cardiaca recientemente admitidos, pues el dolor muscular, si no se lo controla, puede retardar el progreso de la adaptación a un nuevo programa de ejercicios.
- Además, dado que se sabe que la inflamación está involucrada en la patogénesis de numerosas enfermedades, incluyendo la enfermedad cardiaca, el cáncer y la diabetes, es bastante prudente que las personas utilicen intervenciones que atenúen la inflamación, tales como la suplementación con omega-3, para mantener las respuestas inflamatorias a la actividad física al mínimo.

Agradecimientos

Se agradece a los participantes del estudio por su cooperación y su tiempo.

REFERENCIAS

1. Bays, H.E (2007). Safety considerations with omega-3 fatty acid therapy. *American Journal of Cardiology* 99,35C-43C
2. Berger, R.A (1961). Determination of the resistance load for 1RM and 10RM. *Journal of the Association for Physical and Mental Rehabilitation* 15, 108-110
3. Bittiner, S.B., Tucker, W.F., Cartwright, I. and Bleehen, S.S (1988). A double-blind, randomised, placebo-controlled trial of fish oil in psoriasis. *Lancet* 1, 378-380
4. Bourdon, J.A., Bazinet, T.M., Arnason, T.T., Kimpe, L.E., Blais, J.M. and White, P.A (2010). Polychlorinated biphenyls (PCBs) contamination and aryl hydrocarbon receptor (AhR) agonist activity of Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplements: implications for daily intake of dioxins and PCBs. *Food and Chemical Toxicology*. 48, 3093-3097
5. Burnham, R.S., McKinley, R.S. and Vincent, D.D (2006). Three types of skin-surface thermometers: a comparison of reliability, validity, and responsiveness. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 85,553-558
6. Calder, P.C (2006). n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *American Journal of Clinical Nutrition* 83, 1505S-1519S
7. Castellero, E., Martin, A.I., Lopez-Menduina, M., Villanua, M.A. and Lopez-Calderon, A (2009). Eicosapentaenoic acid attenuates arthritis-induced muscle wasting acting on atrogen-1 and on myogenic regulatory factors. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2297, R1322-R1331
8. Cerbone, A.M., Cirillo, F., Coppola, A., Rise, P., Stragliotto, E., Galli, C., Giordano, M., Tremoli, E. and Di Minno, G (1999). Persistent impairment of platelet aggregation following cessation of a short-course dietary supplementation of moderate amounts of N-3 fatty acid ethyl esters. *Thrombosis and Haemostasis* 82, 128-133
9. Clarkson, P.M., Byrnes, W.C., Gillis, E. and Harper, E (1987). Adaptation to exercise-induced muscle damage. *Clinical Science (London)* 73, 383-386
10. Cleland, L.G., James, M.J. and Proudman, S.M (2003). The role of fish oils in the treatment of rheumatoid arthritis. *Drugs* 663, 845-853
11. Connolly, D.A.J., Reed, R.V. and McHugh, M.P (2002). The repeated bout effect: does evidence for a crossover effect exist?. *Journal of Sports Science and Medicine* 11, 80-86
12. Curtis, C.L., Rees, S.G., Little, C.B., Flannery, C.R., Hughes, C.E., Wilson, C., Dent, C.M., Otterness, I.G., Harwood, J.L. and Caterson, B (2002). Pathologic indicators of degradation and inflammation in human osteoarthritic cartilage are abrogated by exposure to n-3 fatty acids. *Arthritis and Rheumatism* 46, 1544-1553
13. Food and Drug Administration (2004). 21 CFR Part 184 [Docket No. 1999P-5332]. *Federal Register* 69, 2313-2317
14. Fotuhi, M., Mohassel, P. and Yaffe, K (2009). Fish consumption, long-chain omega-3 fatty acids and risk of cognitive decline or Alzheimer disease: a complex association. *Nature Clinical Practice Neurology* 5, 140-152
15. Friden, J. and Lieber, R. -L (1992). Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24, 521-530
16. Gallagher, E.J., Bijur, P.E., Latimer, C. and Silver, W (2002). Reliability and validity of a visual analog scale for acute abdominal pain in the ED. *American Journal of Emergency Medicine* 20, 287-290
17. Hirose, L., Nosaka, K., Newton, M., Laveder, A., Kano, M., Peake, J. and Suzuki, K (2004). Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. *Exercise Immunology Review* 10, 75-90
18. Howatson, G. and van Someren, K.A (2007). Evidence of a contralateral repeated bout effect after maximal eccentric contractions.

19. Kim, Y.I (1996). Can fish oil maintain Crohn's disease in remission? . *Nutrition Reviews* 54, 248-252
20. Kojima, T., Terano, T., Tanabe, E., Okamoto, S., Tamura, Y. and Yoshida, S (1989). Effect of highly purified eicosapentaenoic acid on psoriasis. *Journal of the American Academy Of Dermatology* 21, 150-151
21. Kremer, J.M., Lawrence, D.A., Jubiz, W., DiGiacomo, R., Rynes, R., Bartholomew, L.E. and Sherman, M (1990). Dietary fish oil and olive oil supplementation in patients with rheumatoid arthritis. Clinical and immunologic effects. *Arthritis and Rheumatism* 33, 810-820
22. Lau, C.S., Morley, K.D. and Belch, J.J (1993). Effects of fish oil supplementation on non-steroidal anti-inflammatory drug requirement in patients with mild rheumatoid arthritis--a double-blind placebo controlled study. *British Journal of Rheumatology* 32, 982-989
23. Lavie, C.J., Milani, R.V., Mehra, M.R. and Ventura, H.O (2009). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. *Journal of the American College of Cardiology* 54, 585-594
24. Lette, J (2006). A simple and innovative device to measure arm volume at home for patients with lymphedema after breast cancer. *Journal of Clinical Oncology* 24, 5434-5440
25. Maroon, J. and Bost, J (2006). Fish oil: The natural anti-inflammatory. *Basic Health Publications, Inc. Laguna Beach. CA*
26. Maroon, J.C. and Bost, J.W (2006). Omega-3 fatty acids (fish oil) as an anti-inflammatory: an alternative to nonsteroidal anti-inflammatory drugs for discogenic pain. *Surgical Neurology* 65, 326-331
27. McHugh, M.P (2003). Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 13, 88-97
28. Miles, M.P., Andring, J.M., Pearson, S.D., Gordon, L.K., Kasper, C., Depner, C.M. and Kidd, J.R (2008). Diurnal variation, response to eccentric exercise, and association of inflammatory mediators with muscle damage variables. *Journal of Applied Physiology* 104, 451-458
29. Nosaka, K. and Clarkson, P.M (1996). Changes in indicators of inflammation after eccentric exercise of the elbow flexors. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28, 953-961
30. Phillips, T., Childs, A.C., Dreon, D.M., Phinney, S. and Leeuwenburgh, C (2003). A dietary supplement attenuates IL-6 and CRP after eccentric exercise in untrained males. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35, 2032-2037
31. Richardson, E.S., Iaizzo, P.A. and Xiao, Y.F (2011). Electrophysiological mechanisms of the anti-arrhythmic effects of omega-3 fatty acids. *Journal of Cardiovascular Translational Research* 4, 42-52
32. Robinson, S.M., Jameson, K.A., Batelaan, S.F., Martin, H.J., Syddall, H.E., Dennison, E.M., Cooper, C. and Sayer, A.A (2008). Diet and its relationship with grip strength in community-dwelling older men and women: the Hertfordshire cohort study. *Journal of the American Geriatrics Society* 56, 84-90
33. Rose, D.P. and Connolly, J.M (1999). Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. *Pharmacology and Therapeutics* 83, 217-244
34. Ross, E (1993). The role of marine fish oils in the treatment of ulcerative colitis. *Nutrition Reviews* 51, 47-49
35. Ryan, A.M., Reynolds, J.V., Healy, L., Byrne, M., Moore, J., Brannelly, N., McHugh, A., McCormack, D. and Flood, P (2009). Enteral nutrition enriched with eicosapentaenoic acid (EPA) preserves lean body mass following esophageal cancer surgery: results of a double-blinded randomized controlled trial. *Annals of Surgery* 249, 355-363
36. Salomon, P., Kornbluth, A.A. and Janowitz, H.D (1990). Treatment of ulcerative colitis with fish oil n-3-omega-fatty acid: an open trial. *Journal of Clinical Gastroenterology* 12, 157-161
37. Simopoulos, A.P (2007). Omega-3 fatty acids and athletics. *Current Sports Medicine Reports* 6, 230-236
38. Smith, G.I., Atherton, P., Reeds, D.N., Mohammed, B.S., Rankin, D., Rennie, M.J. and Mittendorfer, B (2011). Omega 3 polyunsaturated fatty acids augment the muscle protein anabolic response to hyperaminoacidemia-hyperinsulinemia in healthy young and middle aged men and women. *Clinical Science (London)* 121, 267-278
39. Stenson, W.F., Cort, D., Rodgers, J., Burakoff, R., DeSchryver-Kecsckemeti, K., Gramlich, T.L. and Beeken, W (1992). Dietary supplementation with fish oil in ulcerative colitis. *Annals of Internal Medicine* 116, 609-614
40. Supinski, G.S., Vanags, J. and Callahan, L.A (2010). Eicosapentaenoic acid preserves diaphragm force generation following endotoxin administration. *Critical Care* 14, R35
41. Trappe, T.A., Fluckey, J.D., White, F., Lambert, C.P. and Evans, W.J (2001). Skeletal muscle PGF(2)(alpha) and PGE(2) in response to eccentric resistance exercise: influence of ibuprofen acetaminophen. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 86, 5067-5070
42. Volker, D., Fitzgerald, P., Major, G. and Garg, M (2000). Efficacy of fish oil concentrate in the treatment of rheumatoid arthritis. *Journal of Rheumatology* 27, 2343-2346
43. Weber, P.C., Fischer, D., vonSchacky, C., Lorenz, R. and Strasser, T (1986). Dietary Omega Polyunsaturated fatty acids and eicosanoid formation in man. In: *Health effects of polyunsaturated fatty acids in seafoods. Academic Press, Orlando.* 49-60

Cita Original

Kelly B. Jouris, Jennifer L. McDaniel and Edward P. Weiss. The Effect of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on the Inflammatory Response to Eccentric Strength Exercise. *Journal of Sports Science and Medicine* (2011) 10, 432 - 438