

USO DA SUPLEMENTAÇÃO COM ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS OMEGA-3 ASSOCIADO AO EXERCÍCIO FÍSICO: UMA REVISÃO.

Daniel Pereira Coqueiro

Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil

Patricia Cincotto dos Santos Bueno

Universidade de Marília, Marília, São Paulo, Brasil

Manuel de Jesus Simões

Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil

Resumo: Estudos realizados na área de saúde fazem crer que os ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (AGPI-n3) derivados de óleo de peixe, possam ser úteis em meio atlético. Visando um melhor esclarecimento, essa revisão tem como objetivo reunir e abordar evidências acerca do uso da suplementação com AGPI-n3 no exercício físico e os efeitos dessa suplementação, além de contribuir tanto para o conhecimento quanto para a compreensão sobre o tema. Desta forma foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que revisou periódicos nacionais e internacionais em banco de dados, livros, monografias, dissertações e teses. Há indícios de que o uso dos AGPI-n3 possam atenuar os efeitos do processo inflamatório em lesões musculares por ajudarem na modulação e liberação de citocinas pró-inflamatórias.

Palavras-chave: Ômega-3. Exercício. Lesão Muscular.

Introdução

Para que um atleta consiga melhorar o desempenho esportivo, é necessário que as cargas de treinamento e os períodos de recuperação sejam realizados de maneira equilibrada. Cargas de treinamento com intensidades exageradas e períodos de recuperação insuficientes não promovem os benefícios inerentes à prática de treinamento físico, havendo a possibilidade do aparecimento de lesões musculares (HUG et al. 2006).

Segundo a hipótese proposta por Smith (2000; 2004) um quadro de diminuição de rendimento associado ao aparecimento de lesões musculares pode evoluir de um estágio benigno dos micro-traumas adaptativos na musculatura esquelética e articulações para um estágio de dano muscular crônico quando submetido a esforços intensos com pouco tempo de recuperação e ainda em circunstâncias em que o reinício do treinamento acontece antes da recuperação total de um dano crônico, sendo que esta situação poderia exacerbar o dano inicial. Acredita-se que a pequena inflamação aguda e local ocasionada pelos micro-traumas possam evoluir para processo de inflamação crônica e acarretar, em seguida em uma inflamação sistêmica (SOUZA, 2007).

Pesquisas relativamente recentes tem investigado a ação anti-inflamatória dos ácidos graxos poli-insaturados Omega-3 (AGPI-n3) um tipo de gordura benéfica ao organismo humano, em processos degenerativos como a artrite reumática e em quadros inflamatórios resultantes de atividades físicas intensas.

Dentre os efeitos benéficos dos (AGPI-n3) apontados por várias evidências científicas, caracteriza-se a sua atuação no decréscimo da síntese de potentes mediadores químicos da inflamação derivados do ácido araquidônico (AA) como a prostaglandina (PG), tromboxano (TX), prostaciclina (PCI) e leucotrieno (LT), conferindo-lhe efeito anti-inflamatório (KREMER, 2000).

Brouard e Pascaud (1990) observaram uma diminuição significativa da síntese de mediadores de inflamação em ratos que tiveram uma dieta composta óleo de peixe contendo grande quantidade de (EPA) e (DHA) ômega -3. É possível supor que a suplementação com ácidos graxos ômega-3 (EPA) e (DHA) em atletas poderia atenuar os efeitos do processo inflamatório no músculo lesionado através da diminuição da síntese dos potentes mediadores químicos da inflamação e com isso a diminuição do tempo de recuperação dos atletas (HAIDAMUS, 2007), além de beneficiar as resposta dos atletas aos exercícios de alta intensidade (FETT, 2001). Os ácidos graxos poli-insaturados ômega-3(AGPI-n3) não são sintetizados por mamíferos, sendo considerado como ácidos graxos essenciais. Quando consumido podem formar outros ácidos graxos poli-insaturados, o eicosapentaenóico (EPA) ômega-3 e o docosahexaenóico (DHA) ômega-3 que são encontrados em grandes concentrações em peixes de águas frias e profundas.

Esta revisão teve como foco, reunir e abordar evidências acerca do uso e efeitos dos ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (AGPI-n3) no exercício físico existentes na literatura.

Método

Realizou-se a modalidade de pesquisa bibliográfica, através de uma revisão literária de periódicos nacionais e internacionais levantadas em banco de dados MEDLINE, LILACS E SCIELO, bem como a utilização de monografias, dissertações e teses das diversas áreas da saúde e relacionadas à temática. Foram utilizados artigos no formato original e de revisão consultados em 2010 e constou de artigos datados entre 1984 e 2010. Para busca deste material foram utilizados os seguintes descritores e várias combinações: ácidos graxos, ômega-3, suplementação, lesão muscular, exercício físico, músculo esquelético, células satélite, regeneração muscular, nutrição, treinamento de força, inflamação, dor muscular, contrações concêntricas, estresse oxidativo, antioxidantes, alimentos funcionais.

Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (AGPI-n3)

Suplementos nutricionais têm sido largamente utilizados em vários esportes com o objetivo de alcançar as necessidades diárias recomendadas. Vários componentes naturais dos alimentos têm mostrado efeitos fisiológicos e alguns deles foram considerados úteis para promover melhora no desempenho esportivo ou na tentativa de prevenir lesões (AOI; NAITO; YOSHHIKAWA, 2006). Nos últimos anos os ácidos graxos poli-insaturados Omega-3(AGPI-n3) figura-se entre os suplementos que ganharam muita atenção por parte dos pesquisadores e vem despertando interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos funcionais.

Os primeiros estudos sobre os AGPI-n3 deram-se a partir da observação epidemiológica de menor incidência de doenças cardiovasculares em esquimós relacionadas a sua dieta. Descobriu-se, que o fator de proteção era promovido pelos AGPI-n3 que estão presentes em grande quantidade em alguns peixes de regiões frias, principalmente salmão, atum e truta, muito consumidos pelos esquimós (SIMOPOULOS 1997; 2002).

Os AGPI-n3 possuem cadeia longa com duas ou mais duplas ligações (GRUNDY; DENKE, 1990), com a última dupla ligação no 3º carbono a partir do último (W) da molécula (BUCCI, 1993). Os (AGPI-n3) reconhecidos como essenciais ao metabolismo, são derivados da ingestão de alimentos ricos em ácidos graxos alfa-linolênico (AL) que possuem 18 carbonos e três duplas ligações sendo o principal representante dos AGPI-n3 (**Figura-1**).

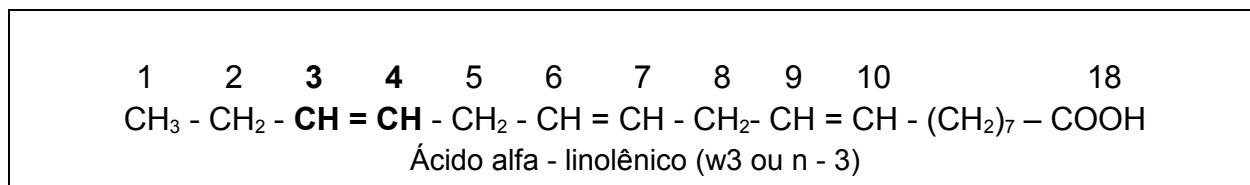


Figura-1: Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (SANT'ANA, 2004).

A maioria dos ácidos graxos saturados e insaturados é sintetizada pelo nosso organismo, exceto os essenciais. Estes estão divididos em dois grupos: os da família ômega-3 (ácido alfa-linolênico) e ômega-6 (ácido linoléico) encontrado em vegetais como linhaça e canola. O ácido linolênico também está presente nos animais marinhos que se alimentam de algas marinhas e plânctons. Os plânctons sintetizam os ácidos eicosapentaenoicos (EPA) e docosahexaenoico (DHA) que por sua vez são encontrados em grandes concentrações nos óleos de peixes de águas profundas (CONNOR, 1997).

As funções biológicas do ácido alfa-linolênico (C18: 3-18 carbonos e 3 insaturações), ocorrem pela conversão a eicosapentaenoico (EPA) (C20:5-20 carbonos e 5 insaturações) e docosahexaenoico (DHA) (C22:6 – 22 carbonos e 6 insaturações), ambos com efeitos fisiológicos (HULBERT et al. 2005). Através de processo de sucessivas reações de dessaturações (oxidação com formação de duplas ligações) e alongamentos, ou seja, aumentos da cadeia carbônica com 2 átomos de carbono, estes ácidos (EPA) e (DHA) são originados e comumente são chamados de óleo de peixe (FAGUNDES, 2002).

Os ácidos graxos poli-insaturados ômega-6 (AGPI-n6) são representados pelo ácido alfa-linoleico (AL) e o ácido araquidônico (AA) (ANDRADE; CARMO, 2006). O ácido linoleico (L) é o precursor do ácido araquidônico (AA), que sofre mais elongações e dessaturações.

Os ácidos graxos poli-insaturados, (EPA), (DHA) e (AA) são sintetizados através dos seus precursores no retículo endoplasmático liso, especialmente no fígado (CABRÉ; GASSUL, 1996). Esses ácidos graxos também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular (YEHUDA et al., 2002; YODIM; MARTIN; JOSEPH, 2000).

O (EPA) é importante na profilaxia de doenças cardiovasculares e hipertensão. O (DHA) apresenta fator preventivo nas doenças cardíacas, redução da taxa de triglicerídeos, além de ser importante no desenvolvimento da função visual e cerebral (CONNOR, 1997; GIBSON; MAKRIDES, 2000; THURNHAM, 1999; VAINIO; MUTANEM, 2000) Na retina, encontra-se ligado aos fosfolipídios que estão associados à rodopsina, uma proteína que interage no processo de absorção da luz. Seu mecanismo de ação possivelmente está relacionado com o aumento na eficiência do processo de transdução da luz e com a regeneração da rodopsina. A diminuição dos níveis desse ácido graxo nos tecidos da retina têm sido associada em recém-nascidos com anormalidades no desenvolvimento do sistema visual e em adultos, com a diminuição da acuidade visual (CHEN et al., 1996; SANGIOVANNI; CHEW, 2005).

É importante entender que a concentração de AGPI-n3 influencia a de AGPI-n6 e, portanto, é necessário equilibrar a proporção AGPI-n3 e AGPI-n6 na dieta. Nos últimos 150 anos os ácidos graxos ômega-3 foi sendo diminuídos em dietas ocidentais, devido ao agronegócio e processamento de alimentos (SIMOPOULOS,2002).Atualmente a tendência da indústria alimentícia está em reduzir a gordura e colesterol total e acrescentar os componentes EPA e DHA aos alimentos (ANJO, 2004) . A fim de melhorar a relação de omega-6/omega-3, é preciso diminuir a ingestão de ácidos graxos ômega-6 oriundos de óleos vegetais e aumentar a ingestão de óleos ricos ômega-3 provenientes do consumo de peixe de duas a três vezes por semana ou provenientes de suplementos (SIMOPOULOS,2002). A importância dos (AGPI-n3) na dieta foram descobertos entre os anos 70 e 80. Esses ácidos graxos são necessários para o crescimento, para as membranas celulares e para produção de eicosanoides, que são mensageiros químicos que atuam na regulação da coagulação sanguínea, da pressão sanguínea e da imunidade (FAGUNDES, 2002). Brouard e Pascaud (1990) observaram uma diminuição significativa da síntese de mediadores de inflamação em ratos que tiveram uma dieta composta óleo de peixe contendo grande quantidade de (EPA) e (DHA). Foi demonstrado que os (AGPI-n3) podem diminuir a resistência periférica à insulina por induzir a redução das concentrações circulantes de triglicerídeos (JEN et al., 2003). Foi relatado que o uso de AGPI-n3 em cápsulas tem sido associados à diminuição no nível de triglicerídeos plasmáticos. É possível que os mecanismos que inibem a secreção de triglicerídeos pelo uso do AGPI-n3 aconteça pela redução da via da síntese dos triglicerídeos. A incidência de doenças cardiovasculares em populações que consomem dietas ricas em óleo de peixe também se encontra diminuídas (CHEE et al.,1990; SIMOPOULOS,2002).

Azevedo et al (2002), destacam que o excesso de AGPI-n3 também podem ser danosos para a saúde pelo fato de impedir a produção de agentes inflamatórios, levando a uma diminuição exagerada da resposta do sistema imunológico, além da diminuição da coagulação sanguínea e o aumento do tempo de sangramento (CLARKE et al., 2005;THORNGREN; SHAFI; BORN, 1984). Lanzillotti (2002) lembra que é importante considerar que o uso de AGPI-n3 em alto nível intensifica os processos oxidativos aumentando a formação de radicais livres, peróxidos, hidroperóxidos e outros componentes secundários e terciários da oxidação lipídica. Usualmente a vitamina E é utilizada com o objetivo de evitar o processo oxidativo (JACKSON, 1994).

Os AGPI-n3 aparecem nos lipídios teciduais entre um a dois dias, e tem suas concentrações aumentadas moderadamente nos fosfolipídios com a alimentação periódica. São depletados na maioria dos tecidos dentro de uma semana, quando a alimentação rica nesse ácido é interrompida. Portanto é necessário um consumo diário em quantidade suficiente para evitar que haja depleção dos AGPI-n3 nos lipídios teciduais, a fim de se beneficiar dos efeitos que esses ácidos proporcionam (FRIAS, 1995).

Exercícios físicos e o uso dos AGPI-n3

Um grande volume de estudos em relação a doenças cardiovasculares e uso do AGPI-n3 levaram pesquisadores a investigar os benefícios deste em atletas. Além disso, por ser considerado um alimento funcional, os AGPI-n3 têm despertado mais especificamente, grande interesse de pesquisadores na área de ciências do esporte e do exercício físico. Essa nova linha de pesquisa apoia-se no fato de que exercícios intensos podem provocar alterações no sistema imune e ocasionar a formação de substâncias inflamatórias (WOODS;VIEIRA;KEYLOCK, 2009). É possível supor que a suplementação com os AGPI-n3 (EPA) e (DHA) em atletas podem atenuar os efeitos do

processo inflamatório no músculo lesionado através da diminuição da síntese dos potentes mediadores químicos da inflamação e com isso a diminuição do tempo de recuperação dos mesmos (HAIDAMUS, 2007), além de beneficiar as resposta dos atletas aos exercícios de alta intensidade (FETT, 2001). Esses aspectos podem ser explicados, pois os efeitos anti-inflamatórios dos AGPI-n3 se dão pela diminuição do conteúdo de ácido araquidônico das membranas, resultando em síntese de eicosanóides derivados de APCI-n6 diminuída (GIUGLIANO; CERIELLO; ESPOSITO, 2006), há uma incorporação dos AGPI-n3 na membrana celular que ocorre com concomitante substituição de (AA) pelo (EPA) ou (DHA), portanto menos substrato estará disponível para produção de eicosanóides (PGE2, Tromboxano A2 e LTB4) derivados do (AA) (BROWNING, 2003; CALDER, 2007; LOMBARDO; CHICCO, 2006).

Haidamus (2007), ao submeter ratos Wistar a 4 semanas em sessões de natação diárias com duração de 60 minutos a uma intensidade correspondente a 5% do peso corporal e suplementá-los com AGPI-n3, constatou na análise histológica que dentre os grupos treinados, o maior grau de lesão foi verificada no grupo sem suplementação de AGPI-n3, que apresentou alterações morfológicas (sobretudo sinais de lesão) de maior intensidade e frequência quando comparados ao grupo suplementado com AGPI-n3, indicando que o AGPI-n3 minimizou as lesões induzidas pelo exercício por meio da natação. Os resultados obtidos indicam ainda que a suplementação com AGPI-n3 reduziu a concentração plasmática da enzima Lactato Desidrogenase-LDH (marcador de lesão muscular), tanto nos animais sedentários como nos submetidos ao treinamento físico.

Em outro estudo com modelos animais investigou-se o efeito exercício físico e a suplementação com óleos de peixe (AGPI-n3) e foi possível observar um aumento na atividade das enzimas antioxidantes em diversos tecidos, seguido ou não de um aumento dos marcadores de danos oxidativos. Os animais foram submetidos a um exercício agudo até a exaustão em esteira a 1,08 com inclinação de 10 graus por 10 minutos era aumentado para 1,44 km/h com a mesma inclinação até que se chegasse à exaustão. O protocolo de suplementação prévia utilizou 1g de AGPI-n3 contendo 34,9% de EPA e 26,4% de DHA. (ATALAY et al., 2000).

Um estudo conduzido por Leen et al.(2002) investigou os efeitos da suplementação de óleo de peixe AGPI-n3(1,8g/dia) e isoflavonas (120 mg/dia de soja isolada) sobre a dor muscular tardia induzida pelo exercício. Porém, não constataram a atenuação desse processo inflamatório, depois de 50 contrações máximas isocinéticas, excêntricas, em mulheres e homens jovens.

Atletas de esportes de alta intensidade e longa duração são acometidos também por infecções e inflamações frequentemente. Portanto, supõe-se que a suplementação com óleo de peixe reduz os índices dos problemas decorrentes da modalidade praticada. Consequentemente poderiam ganhar tanto na preservação do sistema imunitário bem como no próprio treinamento, que não sofreria interrupções ou alterações devido a essas doenças (LEITÃO; MARTINS; FERNANDES, 2005).

Andrade et al. (2007), investigaram a resposta imune de vinte jovens nadadores de elite. Os sujeitos pertencentes ao grupo experimental (n=10), receberam cápsulas contendo Omega-3 durante 6 semanas. As coletas de sangue foram realizada antes e após 6 semanas de suplementação. Ao final do estudo, os pesquisadores observaram a diminuição nos marcadores inflamatórios bem como aumento da presença de ácidos graxos Omega-3 no plasma e concomitante diminuição de ácido araquidônico. A maior disponibilidade de Omega-3 contribui para diminuição de potentes mediadores inflamatórios ajudando a conter a grande resposta inflamatória produzida pelo treinamento exaustivo.

Observou-se em atletas de elite com broncoconstrição induzida pelo exercício (BIE), uma resposta positiva ao inserir na dieta AGPI-n3, reduzindo assim a necessidade de tratamento farmacológico. Esse estudo investigou os efeitos do AGPI-n3 sobre os mediadores pró-inflamatórios, produção de citocinas e função pulmonar de (10) triatletas, (5) corredores de cross country e (5) corredores de pista. Desses vinte atletas, dez apresentavam BIE e dez não apresentavam BIE e pertenciam ao grupo controle. Os atletas que apresentavam quadro de BIE tiveram diminuição na produção de eicosanóides e citocinas pró-inflamatórias. Esses atletas receberam uma dieta contendo AGPI-n3 (3,2g EPA+ 2,2g DHA) durante 3 semanas e ao final do estudo os sujeitos foram submetidos a um teste de esteira até a exaustão. As concentrações de leucotrienos na urina, de interleucinas e TNF- α no sangue foram avaliadas. Constatou-se que a produção de eicosanóides (LTE4, PGD2, LTB4) e citocinas pró-inflamatórias (TNF- α e IL-1B) diminuíram com a suplementação AGPI-n3. Isso pode ser atribuído às suas propriedades anti-inflamatórias desses componentes. Em conclusão, este estudo demonstrou que a suplementação da dieta com AGPI-n3 representa um tratamento potencialmente benéfico para atletas de elite com a BIE. Esses achados tornam-se importante por permitir a mudança da estratégia no que se refere ao uso de fármacos em atletas com broncoconstrição induzida pelo exercício (MICKLEBOROUGH et al.2003).

Atletas saudáveis foram estudados por Tartibian, Maleki e Abbasi (2010) que avaliaram a função pulmonar de jovens lutadores (estilo livre) após o uso de AGPI-n3. A amostra foi composta por 40 sujeitos e dividida em 4 grupos: experimental (n=10); placebo (n=10); controle fisicamente ativo (n = 10); controle sedentários (n = 10). Os participantes do grupo experimental, placebo, e controle fisicamente ativo, realizaram treinamento de luta incremental durante 12 semanas, com duração entre 90-120min/dia, frequência cardíaca entre 70-85% da FCmáx nas primeiras 6 semanas e 85%-95% da FCmáx nas 6 semanas seguintes, três vezes por semana. O grupo controle inativo não participou de qualquer treinamento físico. Os indivíduos do grupo experimental foram convidados a consumir ômega-3 (1000mg / dia por 12 semanas), enquanto que aqueles pertencentes ao grupo placebo receberam cápsulas que não continha AGPI-n3. As variáveis pulmonares foram medidas no início e no final de 12 semanas de programa de treinamento. Os resultados indicaram que o consumo de AGPI-n3, durante 12 semanas de treinamento teve um efeito significativamente positivo sobre as variáveis pulmonares, tais como: volume expiratório forçado; capacidade vital forçada; volume inspiratório forçado; ventilação voluntária máxima; capacidade vital; fluxo expiratório forçado entre 25%-75%. Estes dados são os primeiros a serem publicados relacionando os efeitos benéficos do AGPI-n3 sobre a função pulmonar em atletas durante a participação em programas de treinamento. É importante destacar que não foram observadas alterações no percentual do volume expiratório forçado e percentual do volume inspiratório forçado.

Os efeitos da suplementação com óleo de peixe e exercício foram investigados em 32 homens sedentários, saudáveis, com idades entre 19-34 divididos em quatro grupos: controle; suplementados com óleo de peixe (4g/dia de AGPI-n3); suplementados com óleo de peixe e submetidos a exercício aeróbio (1h/dia - 3 vezes/semana) e submetidos a exercício aeróbio, com duração de 10 semanas. Os exercícios incluíam caminhadas, ciclismo e jogos aeróbios. Todas as atividades foram realizadas com intensidades entre 70% a 80% da frequência cardíaca máxima. Não houve diferença entre os grupos quanto aos lipídios sanguíneos, porcentagem de gordura corporal, e variáveis dietéticas. O VO₂ máx. e o limiar ventilatório foram maiores nos grupos submetidos ao exercício e nos suplementados com óleo de peixe e submetidos a exercício. Quando comparados ao controle, o limiar ventilatório foi significativamente maior no grupo suplementado com óleo de

peixe, submetidos a exercício e submetido ao exercício + suplementado com óleo de peixe em relação ao controle. Os dados indicam melhora no metabolismo aeróbio com exercício isoladamente, com o óleo de peixe isoladamente e com a combinação de ambos (BRILLA; LANDERHOLM, 1990). Segundo os autores, esses resultados podem ser justificados através de mecanismos já observados em outros estudos em que a suplementação AGPI-n3 promoveu uma redução na viscosidade sanguínea, na agregação plaquetária e um aumento da incorporação do AGPI-n3 na membrana das células, alterando as suas características.

Convergindo com esses achados sobre os possíveis efeitos positivos da associação da suplementação do AGPI-n3 e exercício físico, Ayre e Hulbert (1997) em um estudo cujo objetivo foi investigar os efeitos dos ácidos graxos poliinsaturados na dieta sobre o desempenho de *endurance* em ratos, verificaram uma dramática redução na resistência aeróbia em ratos submetidos ao teste de exaustão em esteira, a qual consistia em corrida a 12m/min e ângulo de inclinação aumentado em 2°(dois graus) a cada 10 minutos. Monlar (2005), ao submeter ratos a um treinamento intermitente de predominância concêntrica na esteira durante 8 semanas com intensidade entre 20-35m/min e volume semanal entre 2800-3062,5m, não obteve resultado benéfico nem ao nível de mitocôndrias isoladas de músculo e nem para o sistema enzimático de proteção antioxidante muscular quando suplementados com óleo de peixe nas duas últimas semanas. Ao contrário, estes animais perderam a melhoria da capacidade oxidativa obtida pelo treinamento, além de estarem submetidos a um nível de estresse maior.

No entanto, Froyland et al.(1997) e Totland et al.(2000) destacam uma provável propriedade do EPA em induzir proliferação das mitocôndrias, bem como do DHA em proliferar peroxissomas. Ainda não se sabe se a proliferação mitocondrial devido uma suplementação em EPA possa ser um fator ergogênico durante o exercício físico, o que necessita de estudos que esclareçam melhor essa função.

Tagawa et al. (2002) mostraram que o consumo diário de EPA durante três meses aumenta a vasodilatação e o fluxo de sangue durante o exercício em pacientes com doença arterial coronária. Walser, Giordano e Stebbins (2006), verificaram que a ingestão de 2 g/dia de DHA e 3 g/dia de EPA durante seis semanas, aumentou o fluxo sanguíneo da artéria braquial, bem como o diâmetro arterial durante o exercício aeróbio. Recentemente Wasler e Stebbins (2008) testaram a suplementação com AGPI-n3 (DHA 2g/dia + EPA 3g/dia) em adultos saudáveis por seis semanas sobre o volume sistólico, débito cardíaco e resistência vascular sistêmica durante esforço dinâmico. Essas variáveis foram avaliadas antes e depois da suplementação e analisadas antes e durante 10 minutos de exercício com baixa carga de trabalho e antes e durante 10 minutos de exercício com moderada carga de trabalho em bicicleta ergométrica. A frequência cardíaca não foi afetada pelo uso de AGPI-n3 (EPA+DHA), mas a pressão arterial média em repouso foi reduzida. Constatou-se também, um aumento no volume sistólico e débito cardíaco seguido de uma diminuição da resistência vascular sistêmica durante a carga de trabalho moderada. Diante desses resultados, é possível inferir que a suplementação com os AGPI-n3(EPA+DHA) influenciou positivamente no aumento da oferta de oxigênio durante o exercício. Esses achados podem ter implicações não só para indivíduos com doença cardiovascular como também para indivíduos com intolerância ao exercício e provavelmente para atletas de competição.

Nieman et al. (2009) coletou amostras sanguíneas e da saliva de 23 ciclistas antes e após o período de suplementação que utilizou 2,4 g/dia de AGPI-n3 durante seis semanas e constatou que em seu grupo de ciclistas que pedalarão durante três dias por 3h/dia a aproximadamente 57%W_{máx}

(potência máxima), não houve melhora no desempenho de 10 km e não obteve alterações nas medidas de inflamação e imunidade apesar da grande dose diária de AGPI-n3.

O consumo de O₂ durante teste submáximo em bicicleta foram avaliados por Peoples et al. (2008) antes e após suplementação do óleo de peixe (AGPI-n3). O exercício submáximo foi realizado em cicloergômetro com carga de trabalho a 55% do VO₂ de pico até a exaustão voluntária. A frequência cardíaca, a pressão arterial sistólica, a frequência respiratória e os dados de percepção subjetiva de esforço foram verificados. O duplo produto foi calculado para estimativa do esforço cardíaco e do consumo de oxigênio do miocárdio. Este estudo mostrou que a suplementação com 3,2g de AGPI-n3 (EPA-0,8 g e DHA-2,4g) durante oito semanas em dezesseis ciclistas bem treinados, apresentou redução na frequência cardíaca, no duplo produto e no consumo de O₂ durante o exercício pré e pós suplementação. Esses resultados confirmaram que a suplementação reduziu a demanda de O₂ do miocárdio durante o exercício. Além disso, os autores afirmam que há evidências de que o consumo de O₂ no músculo esquelético também foi reduzido após a suplementação.

Foi verificado também em 18 sujeitos do sexo masculino, que a ingestão de 225 mg/dia de EPA e 585 mg/dia de DHA durante 4 meses reduziu a frequência cardíaca de repouso de 73 ± 13 para 68 ± 13 batimentos/min, além da diminuição o tempo de recuperação da frequência cardíaca após o esforço (O'KEEFE et al., 2006).

Fett (2001) sugere que a principal alteração no desempenho, quanto ao AGPI-n3, não esta relacionada apenas ao seu conteúdo energético, mas também pelos efeitos fisiológicos relativos aos tipos de desempenho físico. Eles podem ser incorporados na membrana das células sanguíneas vermelhas, tornando essas células menos viscosas e resistentes ao fluxo sanguíneo. Observou também, um aumento significativo de massa muscular e força em 12 sujeitos do sexo masculino, praticantes de musculação, com período de prática de no mínimo 11 meses em exercícios de sobrecarga e na fase de treinamento para hipertrofia muscular, suplementados com AGPI-n3 durante 28 dias de treinamento de musculação, para hipertrofia muscular.

Futebolistas de elite australianos passaram por um período de suplementação de cinco semanas contendo com óleo de peixe (AGPI-n3) rico em DHA. Vinte e cinco jogadores foram randomizados e receberam 6g/de óleo de peixe rico em DHA-(n=12) e óleo de girassol OG-(n=13). Antes do início da suplementação, os atletas foram submetidos a dois testes submáximos em esteira sem inclinação até a exaustão e a uma velocidade equivalente à velocidade média alcançada em um teste de 2200m que foi realizado há duas semanas do início do estudo. O tempo de exaustão foi utilizado como marcador de desempenho de *endurance*. Após 5 minutos de recuperação passiva, a corrida em esteira rolante foi repetida. Ao final do estudo os valores de triglicérides séricos, a pressão arterial diastólica e a frequência cardíaca durante exercício submáximo mostraram-se diminuídos em relação aos atletas suplementados com óleo de girassol. O tempo de exaustão durante o teste 1 aumentou na 5ª semana mas a recuperação de um teste para o outro mostrou-se pouco eficiente. Apesar da melhora nos fatores de risco cardiovasculares parece que a suplementação com omega-3 possui pouco benefício na recuperação da performance de endurance (BUCKLEY et al.,2008).

Raastad, Hastmark e Stromme (1997) em um estudo randomizado que investigou os efeitos da suplementação com AGPI-n3 sobre a capacidade aeróbia, anaeróbia e capacidade de corrida em 28 atletas de futebol masculino bem treinados, suplementados durante 10 dias com 5,2g de óleo de peixe enriquecidos com 1,6g/dia de EPA e 1,04g/dia de DHA ou 5,2g de óleo de milho que serviu como placebo, não encontrou diferença entre os que receberam placebo e os que receberam óleo de

peixe, não havendo sustentação para idéia de que a suplementação com AGPI-n3 melhora a força, a resistência e a resistência anaeróbia para atletas ligados a essa modalidade esportiva.

Em outro estudo utilizando também jogadores de futebol com suplementação de AGPI-n3 houve aumento nos testes de uma repetição máxima (1RM) (BUCCI, 1993). Quando observado os parâmetros cardiovasculares e força de uma equipe de futebol antes e após um período de suplementação de oito semanas, verificaram-se melhoras na força e no desempenho aeróbio (BUCCI, 1993).

Considerações finais

Apesar de varias pesquisas realizadas associando o uso do óleo de peixe AGPI-n3 nas mais diversas finalidades relacionadas ao tratamento e prevenção das doenças, ainda há uma escassez de evidências que associou o exercício físico à suplementação de ácidos graxos poli-insaturados. Algumas pesquisas sustentam a hipótese de que a suplementação influencia na modulação do processo inflamatório causado pelo exercício físico podendo ser atenuado através do uso do óleo de peixe rico em ômega-3. Os efeitos ergogênicos desse suplemento ainda são controversos e se faz necessário melhor investigação e desenvolvimento de estudos que verifiquem a ação desse suplemento nas diversas modalidades de exercício e práticas esportivas bem como sua ação de forma aguda e padronização da quantidade suficiente nas variadas modalidades de exercícios. Há uma grande diversidade nos protocolos de exercícios utilizados para avaliação das variáveis relacionadas a aptidão física ou indicadores de rendimento, bem como os protocolos de suplementação.

Referências

ANDRADE, P.M.M.; CARMO, M.G.T. Ácidos graxos n-3: um link entre eicosanóides. **Journal of Metabolism and Nutrition**, v.8, n.3, p.134-142, 2006.

ANDRADE, P.M.M.. et al. Effects of the fish-oil supplementation on the immune and inflammatory responses in elite swimmers. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v.77, n.3-4, p.139-145, 2007.

ANJO, D.F.C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p.145-54, 2004.

AOI, W.; NAITO, Y.; YOSHIKAWA, T. Exercise and functional foods. **Nutrition Journal**, Kyoto, v.5, n.15, jul. 2006. Disponível em: < <http://www.nutritionj.com/content/5/1/15>>. Acesso em: 23 outubro 2006.

ATALAY, M. et al. Vitamin E regulates changes in tissue antioxidants induced by fish oil and acute exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, n.3, p.601-607, 2000.

AYRE, K. J.; HULBERT, A. J. Dietary fatty acid profile affects endurance in rats. **Lipids**, v. 32, p. 1265- 70, 1997.

Pensar a Prática, Goiânia, v. 14, n. 2, p. 1-15, maio/ago. 2011

- AZEVEDO, R. B. et al. Controle da resposta inflamatória por ácidos graxos. In: CURI, R. et al. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos**. Barueri: Manole, 2002. p.379-392.
- BRILLA, L. R.; LANDERHOLM, T. E. Effect of fish oil supplementation and exercise on serum lipids and aerobic fitness. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.30, n.2, p. 173- 80, 1990.
- BROUARD, C.; PASCAUD, M. Effects of moderate dietary supplementations with n-3 fatty acids on macrophage and lymphocyte phospholipids and macrophage eicosanoid synthesis in the rat. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1047, n. 1, p. 19-28, 1990.
- BROWNING, L. M. N-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation and obesity related disease. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, p. 447–453, 2003.
- BUCCI, L. R. Fats and Ergogenics. In: **Nutrients as Ergogenics Aids for Sports and Exercise**. 1ª ed: CRC Press, Houston, 1993. Cap. 2, p. 18-20, 1993.
- BUCKLEY, J.D.; BURGESS, S.; MURPHY, K.J.; HOWE, P.R.C. DHA-rich fish oil lowers heart rate during submaximal exercise in elite Australian Rules footballers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, n.4, p.503-507, 2009.
- CABRÉ E.; GASSUL M. A. Polyunsaturated fatty acid deficiency in liver diseases: pathophysiological and clinical significance. **Nutrition**; v. 12, n.7, p.542-548, 1996.
- CALDER, P. C. Immunomodulation by omega-3 fatty acids. **Prostaglandines, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 77, p. 327-335, n.5-6, 2007.
- CHEE, K.M. et al. Fatty acid content of marine oil capsules. **Lipids**, v. 25, n.9, p.523-8, 1990.
- CHEN, Y. et al. Docosahexaenoic acid modulates the interactions of the interphotoreceptor retinoid-binding protein with 11-cis-tetinal. **Journal of Biological Chemistry**, v.271, n.34, p. 20507-15, 1996.
- CLARKE, J. et al. Dietary supplementation of omega-3 polyunsaturated fatty acids worsens forelimb motor function after intracerebral hemorrhage in rats. **Experimental Neurology**, v.191, p. 119-127, 2005.
- CONNOR W. E. Do they fatty acids from fish prevent deaths from cardiovascular disease? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.66, n.1, p.188-9, 1997.
- FAGUNDES, L. A. **Omega-3 e Omega-6: o equilíbrio dos ácidos gordurosos**. Porto Alegre: AGE, 2002. 92p.
- FETT, C. A. **Composição corporal, ganho de força e resposta à exaustão, no treinamento hipertrófico, em presença da suplementação com ácidos graxos W-3 ou Triglicerídeo de**
- Pensar a Prática, Goiânia, v. 14, n. 2, p. 1-15, maio/ago. 2011

cadeia média. 2001.139f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade Humana)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

FRIAS, A. C. D. **Utilização de ácidos graxos da família ômega-3 na prevenção de doenças cardiovasculares:** revisão de literatura. Bauru: Ed. Universidade do Sagrado Coração, 1995.

FROYLAND, L. et al. Mitochondrion is the principal target for nutritional and pharmacological control of triglyceride metabolism. **Journal of Lipid Research**, v.38, n.9, p.1852-1858, 1997.

GIBSON R. A.; MAKRIDES M. n-3 polyunsaturated fatty acid requirements of term infants. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n.1, p. S251-5, 2000.

GIUGLIANO, D.; CERIELLO, A.; ESPOSITO, K. The effects of diet on inflammation. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 48, n.4, p. 677-85, 2006.

GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. **Journal of Lipid Research**, v.31, p.1149-1172. 1990.

HADJAMUS, L. L. **A suplementação com ácidos graxos poliinsaturados Omega-3 reduziu a concentração plasmática de eicosanóides pró-inflamatórios, da enzima lactato desidrogenase e de lesões musculares em ratos submetidos a sessões de natação.** 2007. 75 f. Tese (Doutor em alimentos e nutrição)-Faculdade de engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

HUG, F. et al. Recovery kinetics throughout successive bouts of various exercises in elite cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n.12, p.151-8, 2006.

HULBERT, A. J. et al. Dietary fats and membrane function: implications for metabolism and disease. **Biology Reviews**, v.80, p.155-169, 2005.

JACKSON, M. J. Can dietary micronutrients influence tissue antioxidant capacity? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 53, n. 1, p. 53-57, 1994.

JEN, C. et al. Differential effects of fatty acids and exercise on body weight regulation and metabolism in female wistar rats. **Experimental Biology and Medicine**, v. 228, n.7, p.843-849, 2003.

KREMER, J. M. n-3 Fatty acid supplements in rheumatoid arthritis. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, n.1, p. 3495-3515, 2000.

LANZILLOTTI, H. S. Aplicação da tecnologia de alimentos em alimentação coletiva. **Revista Higiene Alimentar**, v.16, n.92/93, p.16-25, 2002.

LEITÃO, N. K. ; MARTINS, P. A.; FERNANDES, L. C. Estudo da resposta imunitária em ratos submetidos à atividade física de longa duração e alta intensidade: efeito da suplementação com óleo de peixe, rico em n-3. **RUBS**, v.1, n.4, sup.1, p.13-14, 2005.

LENN, J. et al. The effects of fish oil and isoflavones on delayed onset muscle soreness. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n. 10, p. 1605-1613, 2002.

LOMBARDO Y. B.; CHICCO A. G. Effects of dietary polyunsaturated n3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodentes and humans. A review. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, p.1-13, 2006.

MICKLEBOROUGH, T. D. et al. Fish oil supplementation reduces severity of exercise-induced bronchoconstriction in elite athletes. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.168, n.10, p.1181-9, 2003.

MOLNAR, A. M. **Alterações mitocondriais e estresse oxidativo muscular induzidos por um treinamento físico: influência do exercício excêntrico e da suplementação com ácidos graxos Ômega-3**. 2005. 97f. Tese (Doutorado em Biologia Funcional e Molecular)-Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

NIEMAN, D.C. et al. n-3 polyunsaturated fatty acids do not alter immune and inflammation measures in endurance athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.19, n.5, p. 536-546, 2009.

O'KEEFE, J. H. et al. Effects of omega-3 fatty acids on resting heart rate, heart rate recovery after exercise, and heart rate variability in men with healed myocardial infarctions and depressed ejection fractions. **The American Journal of Cardiology**, v.97, n.8, p.1127-30, 2006.

PEOPLES, G.E.; MCLENNAN, P.L.; HOWE, P. R.; GROELLER, H. Fish oil reduces heart rate and oxygen consumption during exercise. **Journal of cardiovascular pharmacology**, v.52, n.6, p. 540-547, 2008.

RAASTAD, T.; HASTMARK, A. T.; STROMME, S. B. Omega-3 fatty acid supplementation does not improve maximal aerobic power anaerobic threshold and running performance in well-trained soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.7, p. 25-31, 1997.

SANGIOVANNI, J. P. ; CHEW, E. Y. The role of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. **Progress in Retinal and Eye Research**, v.24, n.1, p.87-138, 2005.

SANT'ANA, L. S. Mecanismos bioquímicos envolvidos na digestão, absorção e metabolismo dos ácidos graxos ômega. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v.17, p.211-216, 2004. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=40817409>> Acesso em: 15 de Novembro 2009.

SIMOPOULOS, A. P. n-3 fatty acids in the prevention-management of cardiovascular disease. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v.75, p. 234-239, 1997.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 21, n.6, p. 495-505, 2002.

SMITH, L. L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? **Medicine and Science in Sports And Exercise**, v.32, n.2, p.317-31, 2000.

SMITH, L. L. Tissue trauma: the underlying cause of overtraining syndrome? **Journal Of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.1, p.185-93, 2004.

SOUZA, H. A. C. **Indicadores de lesão e inflamação em ciclistas de elite em diferentes situações competitivas**. 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SURETTE, M. E. The science behind dietary omega 3 fatty acids. **Canadian Medical Association Journal**, v.178, n.2, p.177-180, 2008.

TAGAWA, T. et al. Longterm treatment with eicosapentaenoic acid improves exercise-induced vasodilation in patients with coronary artery disease. **Hypertension Research**, v.25, n. 6, p.823-829, 2002.

TARTIBIAN, B.; MALEKI, B.H.; ABBASI, A. The effects of omega-3 supplementation on pulmonary function of young wrestlers during intensive training. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n.2, p.281-286, 2010.

THORNGREN, M.; SHAFI, S.; BORN, G. V. R. Delay in primary haemostasis produced by a fish diet without change in local thromboxane A2. **British Journal of Haematology**, v.58, p.567-578, 1984.

THURNHAM, D. I. Functional foods: cholesterol-lowering benefits of plants sterols. **The British Journal of Nutrition**, v.82, n.4, p. 255-6,1999.

TOTLAND, G. K. et al. Proliferation of mitochondria and gene expression of carnitine palmitoyltransferase and fatty acyl-CoA oxidase in rat skeletal muscle, heart and liver by hypolipidemic fatty acids. **Biology of the Cell**, v.92, n.5, p.317-329, 2000.

VAINIO, H.; MUTANEM, M. Functional foods. Blurring the distinction between food and medicine. **Scandinavian Journal of Work, Environment & Health**, v.26, n.2, p. 178-180, 2000.

WALSER, B.; GIORDANO, R. M.; STEBBINS, C. L. Supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids augments brachial artery dilation and blood flow during forearm contraction. **European Journal of Applied Physiology**, v.97, n.3, p.347-54, 2006.

WALSER, B.; STEBBINS, C.L. Omega-3 fatty acid supplementation enhances stroke volume and cardiac output during dynamic exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.104, n.3, p.455-461, 2008.

WOODS, J. A.; VIEIRA, V.J.; KEYLOCK, K. T. Exercise, Inflammation, and Innate Immunity **Immunology and allergy clinics of North America**, v.29, n.2, p.381-393, 2009.

YEHUDA, S. et al. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology of Aging**, v.23, n.5, p.843-853, 2002.

YOU DIN, K.A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J. A. Essencial fatty acids and the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v.18, n.4, p.383-399, 2000.

USE OF SUPPLEMENTATION WITH POLYUNSATURATED FATTY ACIDS OMEGA-3 ASSOCIATED WITH EXERCISE: A REVIEW

Abstract: Studies in health survey suggest that the polyunsaturated fatty acids omega-3 (PUFA-n3) derived from fish oil, may be useful in athletic environment. For a better explanation, the aim of this review is bring together and address the evidence regarding the use of supplementation PUFA-n3 in the exercise and the effects of it, as well as contributing to both knowledge and understanding of the topic. Thus was performed a literature search that reviewed national and international journals in the database, books, monographs, dissertations and theses. There is evidence that the use of PUFA-n3 can mitigate the effects of inflammation in muscle injuries by helping in the modulation and release of inflammatory cytokines.

Keywords: Omega-3. Exercise. Muscle Damage.

EL USO DE SUPLEMENTOS ÁCIDOS GRASOS POLI INSATURADOS OMEGA-3 ASOCIADOS CON EL EJERCICIO: UNA REVISIÓN.

Resumen: Los estudios en salud creen que los ácidos grasos poli insaturados omega-3 (AGPI-n3) derivados de aceite de pescado, pueden ser útiles en el ambiente atlético. Para una mejor explicación, esta revisión tiene como objetivo reunir y examinar las pruebas sobre el uso de suplementos AGPI-n3 en el ejercicio y los efectos del suplemento, así como para contribuir tanto al conocimiento como a la comprensión sobre el tema. Así, una búsqueda bibliográfica se realizó, con el fin de revisar periódicos nacionales e internacionales en bancos de datos, libros, monografías, disertaciones y tesis. Hay pruebas de que el uso de AGPI-n3 puede mitigar los efectos de la inflamación en las lesiones musculares, ayudando en la modulación y la liberación de citosina pro-inflamatorias.

Palabras clave: Ácidos Grasos Omega-3. El Ejercicio. El Daño Muscular.

Endereço para correspondência:

danicoq@yahoo.com.br

Daniel Pereira Coqueiro

Universidade Federal de São Paulo

Departamento de Morfologia e Genética
Rua Botucatu, 740
Vila Clementino
04023-900 - Sao Paulo, SP - Brasil