

ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS N-3 E SUA AÇÃO SOBRE O SISTEMA IMUNITÁRIO DE INDIVÍDUOS PARTICIPANTES DE ATIVIDADE FÍSICA.**ACID GREASY POLYUNSATURATEDS N-3 AND ITS ACTION ON SYSTEM IMUNITÁRIO OF PARTICIPANT INDIVIDUALS OF PHYSICAL ACTIVITY.****Mirna Clemente^{1,2}, Catarina Stocco¹, Débora Mocelin¹, Luiz Cláudio Fernandes²****RESUMO**

Ácidos graxos são importantes constituintes das células exercendo funções estruturais, energética, sinalizadora, entre outras. Ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família n-6 e n-3, ácido linoléico e alfa-linolênico, respectivamente, são essenciais ao organismo, pois sua ausência leva a déficit funcional do sistema nervoso e no desenvolvimento do organismo como um todo e, portanto, devem ser providos na dieta, pois mamíferos são incapazes de sintetizá-los. Atividade física é estímulo que também pode modificar a resposta imunitária, onde quando praticado com intensidade leve a moderada, tem ação estimulatória enquanto que a de longa duração e exaustiva, tem efeito imunodepressora. Na realidade, atletas de elite que praticam esportes de longa duração e alta intensidade são acometidos mais freqüentemente de infecções, em particular às do trato respiratório superior. Uma vez que PUFA n-3 tem a habilidade de modular a resposta do sistema imunitário e que a atividade física intensa leva a maiores taxas de infecção, uma hipótese a ser considerada para atenuar este fenômeno seria investigar se a suplementação com óleo de peixe alteraria este quadro. De fato, a literatura até o momento é pobre sobre este tema, o que merece exploração mais profunda. Neste estudo, constatamos que há vários trabalhos relatando o efeito dos ácidos graxos n-3 e sistema imunitário; atividade física e sistema imunitário, mas não há relatos integrando os três, ou seja, ácidos graxos n-3-sistema imunitário-atividade física.

Palavras Chaves: Omega 3, Omega 6, Atividade Física, Ácidos graxos.

1- Programa de Pós Graduação Lato Sensu em Nutrição Esportiva da Universidade Gama Filho - UGF

2- Universidade Federal do Paraná - UFPR

ABSTRACT

Fatty acids are important components of cells, playing a key role for structure, energetic functions, signal transduction among others. Long chain polyunsaturated fatty acid from n-3 and n-6 family, linoleic and alpha-linoleic acid, respectively, are essential to human body, because its deficiency causes functional deficit for brain and body development. They cannot be synthesized by the mammals and so must be provided by diet. Physical activity is a stimulus which also modify immune system response. Low-moderate exercise training, enhances immunosurveillance, while, intense exercise training leads to immunosuppression. Indeed, elite athletes who practice intense training are more susceptible to infections, in particular those from upper respiratory tract (URTI). N-3 fatty acid can modulate the immune system response and intense physical activity leads to infections. One hypothesis to be considered to attenuate this phenomenon is to investigate if the supplementation with fish oil would modify the infection rate. The information about this approach is poor indicating that more research is needed. In this study, we shown that there are many studies relating n-3 fatty acid and immunity system effect, physical activity and immunity system, however there is no study addressing, n-3 fatty acid- immunity system-physical activity, which needs to be investigated.

Key Words: Fatty acid, n-3 fatty acid, n-6 fatty acid, physical activity

Endereço para correspondência

mirnaclemente@yahoo.com

INTRODUÇÃO

Os Ácidos graxos Omega n-3 e Omega n-6.

A gordura é o alimento que atualmente mais causa preocupação, pois seu excesso está associado ao desenvolvimento de uma série de doenças tais como a obesidade, câncer e de doenças coronarianas (Powel e Blair 1994). Apesar dos danos causados pelo seu excesso, necessitamos da gordura em nossa dieta, pois esta desempenha função estrutural importante. Após a década de 80, revelou-se a importância dos ácidos graxos ômega -3 (n-3) na dieta, no funcionamento de diversos órgãos e sistemas, basicamente pela sua conversão em eicosanóides, (mediadores fisiológicos) as prostaglandinas, os leucotrienos, as tromboxanas e as lipoxinas (Curi, 2002).

A ingestão da gordura, em muitos países europeus, representa de 40% a 45% da energia total da dieta. Nos Estados Unidos da América, o consumo de gordura varia entre 30% e 40% das calorias totais, já nas populações asiática e africana, o consumo de gordura proporciona de 15% a 25% da energia total da dieta (Shills, 2002). Durante as duas últimas décadas, foi demonstrado que a quantidade e o tipo de gordura consumida na dieta podem influenciar profundamente as respostas biológicas (Wesley, 1998).

O que chamamos de gordura alimentar é classificada como lipídeos. Os lipídeos são insolúveis em água, mas solúveis

em certos solventes orgânicos como álcool ou éter (Willian, 2002). As gorduras são classificadas como simples (triglicérides e ceras), compostas (fosfolipídeos, glicolipídeos e lipoproteínas) e derivadas (ácidos graxos, esteróides e hidrocarbonetos). Se tomarmos o tamanho da molécula como referência, os ácidos graxos com dois ou quatro átomos de carbono são denominados de cadeia curta, os de seis a dez átomos e acima de doze átomos de carbono são denominados de cadeia média e longa, respectivamente (Curi, 2002). As gorduras, ainda, podem ser classificadas pelo o número de dupla ligação entre os átomos de carbono. As que apresentam uma dupla ligação são denominadas gorduras monoinsaturadas e aquelas que apresentam duas duplas ligações ou mais são denominadas gorduras poliinsaturadas e as que não apresentam insaturação (nenhuma dupla ligação) são denominadas gorduras saturadas (Calder, 1998).

Os ácidos graxos insaturados são divididos em quatro famílias n-7, n-9, n-6 e n-3. Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família ômega-6 ou n-6 derivados do ácido graxo essencial linoléico (Quadro 1) tem a primeira dupla ligação entre o sexto e o sétimo átomo de carbono, a partir do terminal metila. Portanto, a denominação n-6. Da mesma forma, os da família n-3, derivados do ácido graxo essencial alfa-linolênico (Quadro 1) tem sua primeira dupla ligação entre o terceiro e quarto átomo de carbono a partir do terminal metila, portanto, a denominação n-3 (figura 1).

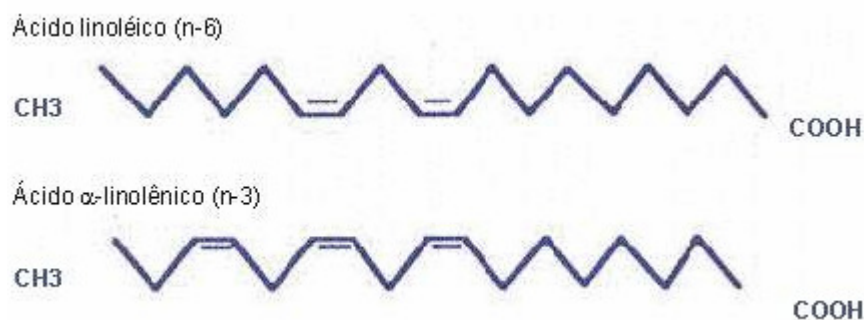


Figura 1 : Cadeia Carbônica Dos Ácidos Graxos Essenciais Das Famílias (N-3 E N-6).

Cada família origina-se de um ácido graxo precursor específico (Quadro 1), o qual é convertido em outros ácidos graxos da mesma série através de sucessivas reações enzimáticas, onde ocorrem adição de novos carbonos e insaturações a cadeia original

(Wesley, 1998). Estes dois ácidos graxos, n-6 e n-3, são classificados como essenciais porque o organismo não é capaz de sintetizá-los, conseqüentemente, devem ser providos pela dieta.

Quadro 1 : SÍNTESE DOS ACIDOS GRAXOS ESSENCIAIS

ÁCIDO GRAXO N-6	ENZIMA	ÁCIDO GRAXO N-3
Linolénico 18:2		α -Linolénico 18:3
↓	Δ 6-dessaturase	↓
γ -linolénico 18:3		octadecatetraenóico 18:4
↓	elongase	↓
dihomo- γ -linolénico 20:3		eicosatetraenóico 20:4
↓	Δ 5-dessaturase	↓
araquidónico 20:4		eicosapentaenóico (EPA) 20:5
↓	elongase	↓
adrênico 22:4		docosapentaenóico (DHA) 22:5
↓	elongase	↓
tetracosatetraenóico 24:4		tetracosapentaenóico 24:5
↓	Δ 6-dessaturase	↓
tetracosapentaenóico 24:5		tetracosahexaenóico 24:6
↓	β -oxidação	↓
docosapentaenóico 22:5		docosahexaenóico 22:6

Quadro adaptado: Calder, 1996.

As duas famílias de ácidos graxos essenciais, n-3 e n-6 são produzidas pelas células de plantas ou pelos fitoplânctons. Os fitoplânctons também tem dessaturase e alongase que são requeridas para transformar em ácidos graxos de cadeia longa. O n-3 e n-6 não podem ser interconvertidos.

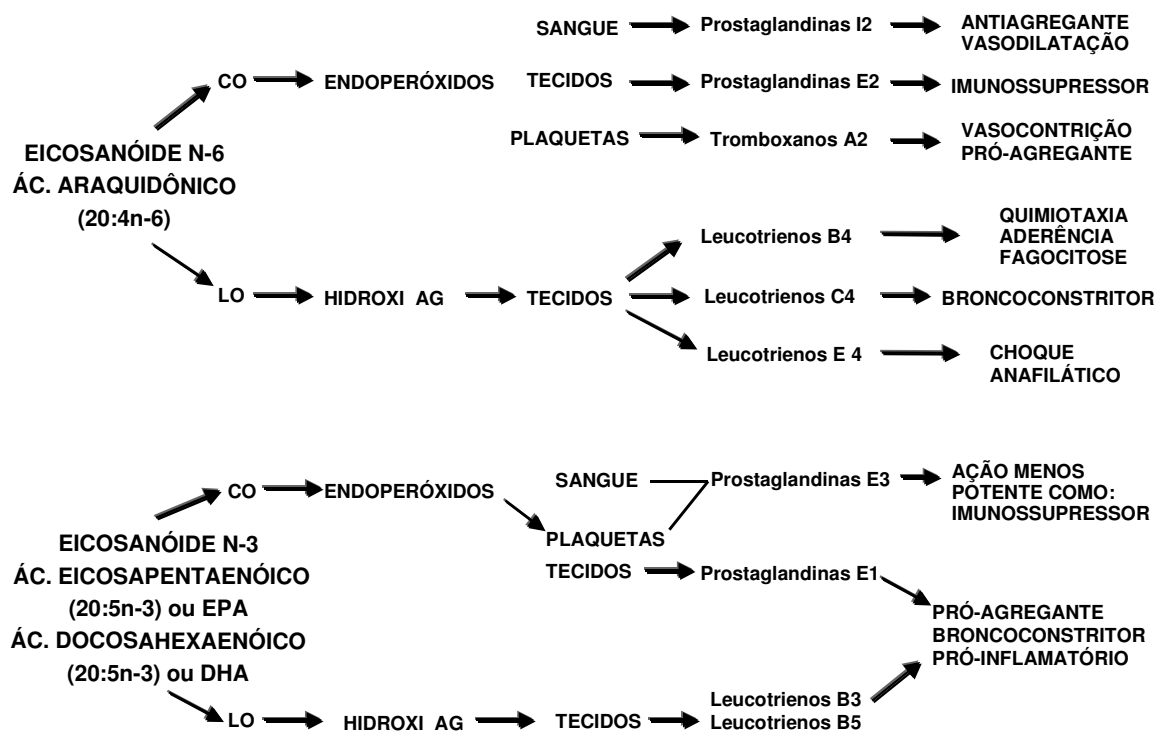
Devido à natureza competitiva da dessaturação e da alongação dos ácidos graxos, cada classe de ácidos graxos pode interferir no metabolismo do outro. Esta competição apresenta implicações funcionais.

Um excesso de n-6 irá reduzir o metabolismo de n-3, levando possivelmente a um déficit de seus metabólitos. Este é tema importante em relação às fórmulas para lactantes, que contêm excesso de n-6, sem respectivo balanceamento do n-3. Inversamente, da mesma forma, o excesso de n-3 pode levar ao prejuízo do metabolismo de n-6 (Shills, 2000). Ácidos graxos n-3 e n-6 quando metabolizados formam os eicosanóides. Eikosa significa 20 em grego, e refere-se ao número de átomos de carbono nos ácidos graxos poliinsaturados do qual são

precursores (quadro 2). Os eicosanóides são importantes para diversas funções e crescimento celular. Diferentes tipos celulares produzem diferentes tipos de eicosanóides com diferentes funções biológicas. Eles são produzidos em resposta a estímulos fisiológicos (ex: hormônios como adrenalina ou anticorpos/antígenos complexos) e também a estímulos não fisiológicos (ex: machucado). Eicosanóides, formados a partir do eicosapentanoico ou EPA, são geralmente menos potentes que os eicosanóides formados a partir do ácido araquidônico. Conseqüentemente, a dieta tem importante papel em determinar a mistura e a potência dos eicosanóides (Calder, 2001).

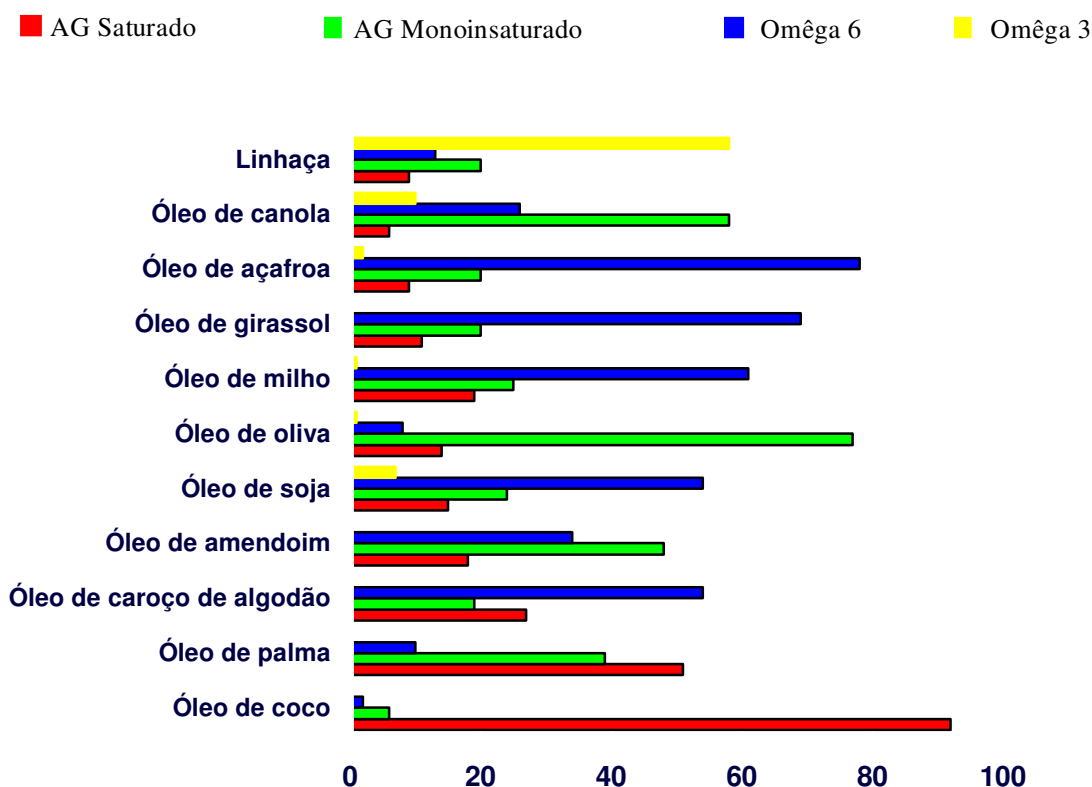
As prostaglandinas estão envolvidas na intensidade modular e duração da resposta inflamatória e imunitárias. As prostaglandinas da série E2 tem efeitos pró-inflamatório, induzindo a febre e eritema, aumentando a permeabilidade vascular e a vasodilatação. As prostaglandinas da série E3 são menos pró-inflamatórias que as prostaglandinas E2 (Calder, 2001).

Quadro 2: Formação de Mediadores Químicos a Partir de Ácidos Graxos N-3 e N-6:



Adaptado de Lands Wen, 1998. CO: cicloxigenase e LO: lipoxigenase

Gráfico 1: Composição dos Ácidos Graxos nos Diferentes Óleos Consumidos na Dieta



Lutz, M. Bonilla, S. Concha, J. e colaboradores. Effects of dietary oils, cholesterol and antioxidant vitamin supplementation on liver microsomal fluidity and xenobiotic-metabolizing enzymes in rats. *Ann Nutr Metab*, 42: 350-359, 1998

Principais ácidos graxos n-3 e n-6, saturado e monoinsaturado na variedade de óleos que tem sido usados experimentalmente. Interesse nos efeitos dos ácidos graxos e dietas lipídicas no sistema imunitário tem sido estudado por muitos anos, mas esse interesse tem se intensificado com o papel dos eicosanóides do ácido araquidônico na modulação inflamatória e imunitária. O óleo de peixe tem alto conteúdo de n-3 mas estes são na maioria na forma de EPA ou DHA.

Estudos epidemiológicos relataram baixa prevalência de aterosclerose e doenças coronarianas entre os esquimós da Groenlândia e algumas populações japonesas, cujas dietas são ricas em gorduras predominantes de poliinsaturados, principalmente de peixe e animais marinhos (Kromann, 1980). A baixa incidência de câncer de mama em mulheres esquimós e japonesas levou a especulação do efeito protetor no alto consumo de peixe.

Emcontrapartida, alguns autores

concluíram que não existem evidências consistentes que o consumo de peixe diminua os riscos de câncer. Portanto pesquisas são necessárias para clarificar o assunto citado.

Em 1929, trabalho de Burr e Burr mostrou, pela primeira vez, a importância nutricional de lipídeos específicos na dieta. Ratos recém desmamados, alimentados com dieta livre de gorduras, mostraram prejuízo do crescimento, pele escamosa, necrose da cauda e aumento da mortalidade, condições revertidas pelo consumo de ácido linoléico. Em trabalho posterior, os mesmos autores descreveram prejuízo da fertilidade na deficiência de n-3 e n-6 e atividade visual (Shills, 2000). Suplemento com ácido graxo n-3 tem se tornado popular no tratamento de artrite reumatóide (Kremer, 1987). O óleo de peixe tem efeitos benéficos em alguns indivíduos que sofrem de psoríase quando este é associado com drogas terapêuticas.

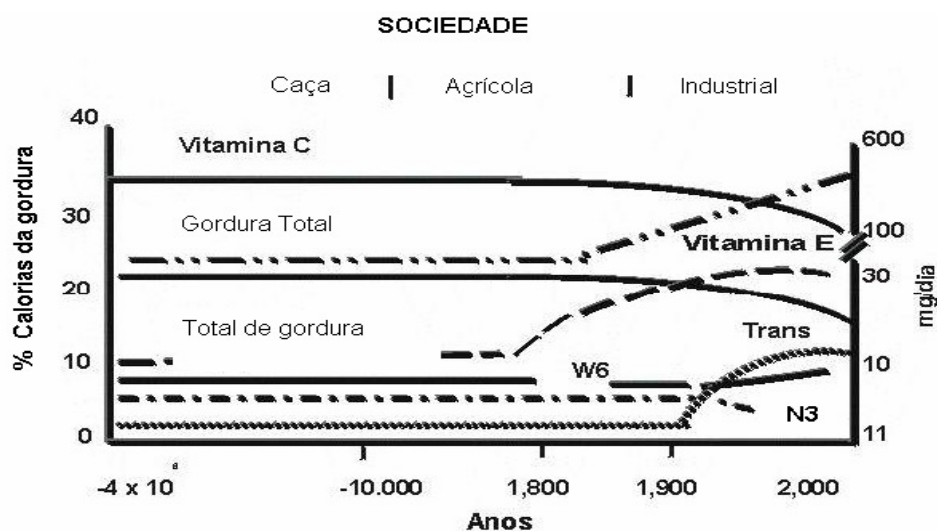


Figura 2 : Porcentagem de calorias a partir da gordura, pela espécie humana da época paleolítica até a atualidade (Simopoulos, 2001).

A rápida mudança em nossa dieta, particularmente nos últimos 100 anos é colocada com um dos importantes promotores de doenças crônicas como aterosclerose, câncer e doenças auto-imunes. Outros fatores como sedentarismo e herança genética também não podem ser descartados e também desempenham papel neste processo. Muitos estudos sugerem que a excessiva quantidade de ácidos graxos n-6 e a deficiência do n-3 na nossa dieta, promovendo assim razão desproporcional de n-6/n-3 é que pode levar ao desenvolvimento destas doenças crônicas. Na dieta ocidental esta razão tem chegado até 30/1. Em países no qual a alimentação está associada com maior consumo de óleo de peixe (n-3) está razão atinge 4/1, e tem sido observado que há redução de 70% das mortes associadas as doenças como aterosclerose (Simopoulos, 2001). Assim, tem se tornado claro que a quantidade de gordura na dieta altera respostas celulares mas devemos salientar que não reagem sozinhas, sendo também influenciadas por outros nutrientes tais como vitamina C e E, antioxidantes, glutamina e carboidratos (Shepard e Shek, 1995).

Sistema imunitário e atividade física.

Muitos aspectos da função imunitária (incluindo proliferação de linfócitos, citotoxicidade das células natural killer, secreção

de IgA na mucosa salivar) pode ser deprimida temporariamente, em exercício intenso (correr uma maratona) ou, por um longo período, com excesso de treinamento (preparação para competição internacional) (Shepard e Shek, 1995).

O sistema imunitário é um conjunto intrincado de células, órgãos e estruturas especializadas e não especializadas, cuja missão é identificar e destruir invasores estranhos (bactérias, fungos, vírus e parasitas) ou quaisquer macromoléculas estranhas e das células anormais, como as células cancerosas, antes que qualquer mal seja feito ao corpo. A imunidade é dividida em:

- 1-) Imunidade inata ou natural que não se altera mediante exposição repetida a um dado agente infeccioso;
- 2-) Imunidade adaptativa ou adquirida no qual se torna mais eficiente após cada encontro subsequente com o mesmo agressor; o sistema imunitário "memoriza" o agente infeccioso evitando desta forma, que este mesmo patógeno venha posteriormente, causar doenças. Exemplo - sarampo, rubéola e etc.

Os leucócitos ou glóbulos brancos são células do sistema imunitário, e têm como função a defesa celular e humoral do organismo. Eles são classificados em granulócitos (neutrófilos, eosinófilo e basófilo) e agranulócitos (linfócitos e monócitos)

Os neutrófilos se apresentam em caso de processo inflamatório de longa duração e

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

em alta porcentagem no sangue circulante e constitui a primeira linha de defesa celular contra a invasão bacteriana.

Os eosinófilos estão aumentados em números em pacientes portadores de doenças alérgicas e, fagocitam as bactérias mais lentamente que os neutrófilos.

Os basófilos também tem envolvimento nas reações alérgicas e inflamatórias.

Os linfócitos são divididos em linfócitos B e T e, estão associados à resposta imunitária do organismo, de caráter específicos.

Linfócitos B secretam moléculas de imunoglobulinas, principalmente IgM e IgD, e os linfócitos T não. Células natural killer (NK) tem sua principal função de reconhecer e matar células infectadas por vírus. É extremamente importante o aumento na atividade das células Natural Killer (NK), no qual elas exacerbam a capacidade citotóxica do sangue e constituem a primeira linha de defesa do corpo contra vários patógenos.

Os monócitos se diferenciam em macrófagos cujas principais funções são: apresentação de antígenos para os linfócitos; síntese de moléculas importantes para as respostas inflamatória, imunitária e fagocitose (Siqueira Jr. e Dantas, 2000).

A atividade física habitual tem sido reconhecida como importante componente

para vida saudável. Em adultos, tem sido mostrado que a inatividade física não está somente relacionada com doenças físicas, tais como doenças coronarianas, diabetes, alguns tipos de câncer, osteoporose e doenças pulmonares, mas também com doenças mentais (Twisk, 2000). A atividade física é dividida em leve, moderada e intensa. Sessão de exercício físico leve a moderado proporciona reforço da função imunitária natural e de defesa de hospedeiro que dura por várias horas durante a recuperação.

Enquanto o exercício moderado fortalece o sistema imunitário, um período de exercício exaustivo exerce efeito oposto e enfraquece profundamente a primeira linha de defesa do corpo contra agentes infecciosos (McArdle, Katch e Katch, 2000).

Nieman e Cannarella (DATA) sugeriram que indivíduos que exercitam-se moderadamente exibem baixa incidência de doenças do trato respiratório superior comparados com a população sedentária. Em contraste, atletas em treinamento intenso apresentavam aumento de incidência de infecção.

Apesar deste estudo em corredores ser epidemiológico, ele aponta para a necessidade de mais pesquisas para confirmar a hipótese, bem como para outros tipos de atletas.

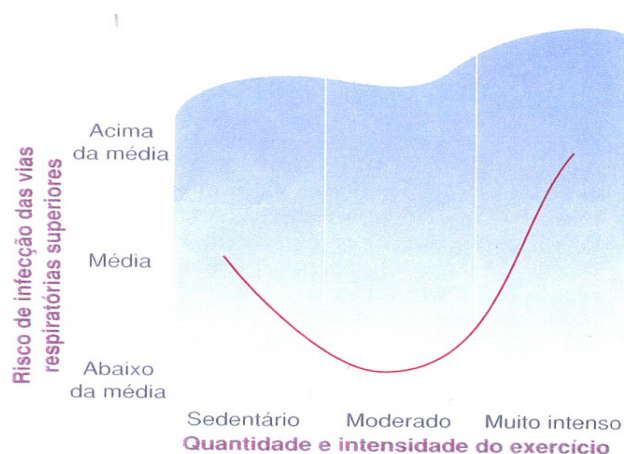


Figura 3: Relação da Quantidade e Intensidade do Exercício à Infecção o Trato Respiratório Superior. Figura adaptada Wilmore e Costill, 2001.

O mecanismo responsável pela alta incidência de doenças do trato respiratório superior entre atletas ainda não é bem conhecido, mas tem sido proposto;

- Altas taxas de fluxo ventilatório alterando as superfícies das mucosas;
- Infiltração de células inflamatórias no interior das mucosas;

- Supressão de uma ou mais funções do sistema imunitário;
- Depleção de fatores necessários ao sistema imunitário;
- Estresse psicológico.

Estudos recentes confirmam que o treinamento intenso suprime a função imunitária, aumentando a suscetibilidade à infecções (McArdle, Katch e Katch, 2000). Além disso, o exercício intenso, durante a doença, pode diminuir a capacidade do organismo em lutar contra infecções e aumentar ainda mais o risco de complicações. É importante ressaltar que devido a estas complicações, a habilidade de competir fica reduzida, gerando algumas vezes complicações de ordem financeiras com os patrocinadores e as vezes, até mesmo, um estresse psicológico.

Nem todos os atletas, entretanto, apresentam redução da função imunitária durante o treinamento. Estudos recentes, realizados com ginastas do sexo feminino jovens, demonstraram que apesar do treinamento de 22 horas semanais, a resposta imunitária dessas ginastas foi similar a do grupo controle de garotas não treinadas (Wilmore e Costill, 2001). Em 1918, foi relatado que a maioria dos casos de pneumonia, entre meninos nos internatos, ocorria em atletas e que as infecções respiratórias pareciam progredir para pneumonia após treinamento desportivo intenso (McArdle, Katch e Katch, 2000).

Muitos componentes do sistema imunitário apresentam mudanças pós exercício intenso. Durante este “espaço de tempo” (open window) há alteração das funções imunitárias, que levam entre 3 e 72 horas, dependendo do parâmetro medido tais como o tipo, duração e intensidade do exercício, onde bactérias e vírus podem ganhar força, aumentando riscos de infecções (Nieman e Pedersen, 1999).

De acordo com este conceito de “espaço de tempo” o exercício moderado estimula a função imunitária durante e por um curto tempo após o exercício. Em contraste, exercício intenso causa estimulação inicial seguida de longa supressão. Nos indivíduos que realizam, regularmente, apenas exercício moderados, este “espaço de tempo” para contrair a infecção permanece fechado e observa-se a manutenção dos benefícios protetores do exercício regular. Nieman em

2001 discutiu o “espaço de tempo” relacionando-o com o sistema imunitário seguido de treinamento intenso, observando a atividade das células NK e o risco de infecções. Na maioria dos casos, a resposta é relativamente transitória, durando somente poucas horas. Mas outros estudos demonstram que chega a afetar de 24 até 48 horas após exercício intenso prolongado (Wilmore e Costill, 2001).

Existem evidências associadas ao exercício prolongado e intenso (maratona) com efeitos adversos no sistema imunitário. Esses efeitos incluem:

- diminuição da atividade citotóxica das células NK;
- baixa circulação dos números de linfócitos T após 3 ou 4 horas de exercício;
- diminuição da habilidade de proliferação dos linfócitos;
- diminuição da atividade dos neutrófilos;
- diminuição dos níveis imunoglobulinas na saliva e sangue;
- enfraquecimento da síntese de anticorpos;
- diminuição da razão de células CD4/CD8

Atletas de endurance apresentam baixa contagem de leucócitos e linfócitos quando comparados com valores clínicos. Green, (1981) relatou baixa contagem de leucócitos em quatro e, baixa contagem de linfócitos em cinco de vinte corredores. É possível que a baixa contagem das células seja refletida após um período de treinamento intenso.

Número de células NK pode diminuir durante um período curto (1-4 semanas) ou longo (7 meses) de treinamento intenso. Por exemplo, o número de células declinaram mais que 40% durante 10 dias de treinamento intenso de corrida, em militares fisicamente em forma (Mackinnon, 2000).

Em outro estudo, número e porcentagem de células NK diminuíram em 30-40% após 7 meses de treinamento intenso de natação. Tanto as células NK quanto sua atividade citotóxica diminuíram em nadadores sob treinamento intenso, após 4 semanas. Exercício prolongado intenso causa supressão transitória da atividade de citotoxicidade da célula NK, durando pelo menos 6 horas ou até mais de 12 horas (Mackinnon, 2000).

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Quadro 3: Sumário de Parâmetros Imunitários Pré-Estabelecidos em Atletas no Repouso e Após Treinamento Intenso

PARÂMETRO IMUNITÁRIO	VALORES EM ATLETAS EM REPOUSO	APÓS TREINAMENTO INTENSO
número de leucócito	normal	sem mudanças
número de linfócitos	normal	sem mudanças ou aumento
células NK	normal ou alta	diminuição
proliferação e ativação dos linfócitos	normal ou alta	aumenta
atividade citotóxica das células NK	normal ou alta	diminui
concentração de IgA na mucosa	baixa a normal	diminui com o aumento da intensidade
concentração de glutamina plasmática	normal	diminui ou aumenta
concentração sérica de Ig	cl clinicamente baixa	sem mudanças
específicos anticorpos séricos	normal	sem mudanças

Texto adaptado (Mackinnon, 2000)

Para reverter o quadro clínico (quadro 3) gerado por treinamento intenso, alguns autores tem sugerido que 2 a 5 semanas de descanso de treinamento pode restaurar a função imunitária (Sharp e Koutedakis, 1992).

Devido a alta incidência de infecções do trato respiratório superior ou (ITRS) entre atletas, muita atenção tem sido focada na resposta do sistema imunitário da mucosa ao treinamento intenso, usando como referência a concentração de IgA salivar. Estudos longitudinais, em atletas de elite, indicam que a concentração de IgA diminui com o aumento

da duração e intensidade do treinamento (Gleeson, e Pyne 2000). Os mesmos autores associaram o alto índice de ITRS com baixo níveis de imunoglobulina secretória e o nível de treinamento intenso. É bem conhecido que indivíduos com deficiência de IgA salivar sofrem de alta incidência de infecções, particularmente ITRS. É importante salientar que ITRS é a causa mais comum de infecções em atletas de alto nível. Entretanto há poucos estudos clínicos em atletas. Existem também hipóteses de que o alto índice de ITRS esteja relacionado com respostas endócrinas apresentadas durante o exercício intenso.

Quadro 4 : Estudos Cronológicos Mostrando os Efeitos do Treinamento por um Longo Período e Concentração da IgA Salivar.

ASSUNTO:	RESPOSTA DA IgA SALIVAR	ESTUDO
21 nadadores	significante diminuição após 3 meses de treinamento	Tharp e Barnes, 1990
50 jogadores júnior de basquete	aumento do nível pré-exercício após 2 meses	Tharp, 1991
7 corredores de distância	diminuição da secreção após 3 dias consecutivos de intenso exercício	Mackinnon e Hooper, 1994
26 nadadores	significante diminuição em ambos pré e pós treinamento acima de 7 meses de treinamento	Gleeson e colaboradores, 1995
22 nadadores	pequeno aumento após 12 semanas de treinamento	Gleeson e colaboradores, 2000

Adaptado do texto de Gleenson e Pyne, 2000

CONCLUSÃO

Na literatura há vários trabalhos relata-

ndo o efeito dos ácidos graxos n-3 e sistema imunitário; atividade física e sistema imunitário, mas não há relatos integrando os três, ou seja, ácidos graxos n-3- sistema

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

imunitário-atividade física. Na verdade, os poucos trabalhos que mostram ácidos graxos n-3 e atividade física abordam a possibilidade ergogênciã destes ácidos graxos, entretanto os resultados demonstram que não existe ação ergogênica. Em resumo, pela suas respectivas importâncias, este eixo de intervalo entre os n-3 tem nos levado a nova área para pesquisa com possibilidade de benção de nova luz sob o tema.

REFERÊNCIAS

1. Calder, P.C. Immunomodulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Proceeding of the nutrition society*. 55: 737-774, 1996.
2. Calder, P.C. N-3 polyunsaturated fatty acids and monoclear phafocyte function medicinal fatty acids in inflammation, 1998.
3. Calder, P.C. W-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity. *World ver. Nutr. Diet. Basel, Kanger*. 88: 109-116, 2001.
4. Curi, R.; Miyasaka C.K.; Pompéia, C.; Procópio, J. Entendendo a gordura - Os ácidos graxos, 2002.
5. Gleeson, M.; Pyne, D.B. Exercise effects on mucosal immunity. *Immunology and cell biology*. 78: 536-544, 2000.
6. Green, R.J. Immune function in the marathon runner . *Ann allergy*. 47: 73-75, 1981.
- 7- Lutz, M. Bonilla, S. Concha, J. e colaboradores. Effects of dietary oils, cholesterol and antioxidant vitamin supplementation on liver microsomal fluidity and xenobiotic-metabolizing enzymes in rats. *Ann Nutr Metab*, 42: 350-359, 1998
8. Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L.. *Fisiologia do exercício. Energia, nutrição e desempenho humano*, 1998.
9. Mackinnon, L.T.. Overtraining effects on immunity and performances in athletes. *Immunology and cell biology*. 78: 502-509, 2000.
10. Nieman, D.C. Exercise immunology. *Nutritional countermeasures. Can. J. Appl. Physiol*. 26: 45-55, 2001.
11. Nieman, D.C.; Pedersen, B.K.. Exercise and immune function. *Sports Med*. Feb. 27: 73-80, 1999.
12. Powel, K.E.; Blair, S.N. The public health burden of sedentary living habits. *Theoretical but realistic estimates. Med Sci. Sports Exerc*. 26: 851-856, 1994.
13. Sharp, N.C.; Koutedakisy, C. Sports and the overtraining syndrome. *Immunological aspects. British Medical Bulletin*. 48: 518-533, 1992.
14. Shepard, R.J.; Shek, P.N.. Heavy exercise nutrition and immune function; Is there a connection? *Int. J. Sports Med*. 16: 491-497, 1995.
15. Shils Maurice Edward *Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença*. Editora Manoele 2003.
16. Simopoulos, ^ªP. The importance of the rationof omega-6/omega-3 essencial fatty acids. *Biomed Pharmacother*. 56: 365-379, 2002.
17. Siqueira Jr, J.F.; Dantas, C.J.S. *Mecanismo celulares e moleculares da inflamação*, 2000.
18. Twisk, J.W.R.; Kemper, H.C.G.; van Mechelen, W. Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease riesk factors. *Med Sci Sports Exerc*. 32: 1455-1461, 2000.
19. Wesley Alexander J. Immunonutrition. The role of w-3 fatty accid. *Nutrition* 14: 7-8, 1998.
20. Wilmore J.H.; Costill D.L. *Fisiologia do esporte do exercício*, 2001.

Recebido para publicação em 30/05/2007
Aceito em 20/08/2007