

O PAPEL DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS E DOS NUTRIENTES NA PREVENÇÃO DA SÍNDROME DO SOBRETREINAMENTO

Cristiane De Alencar Jacques

Especialista - Universidade Estácio de Sá – São Paulo – Brasil

Solival José de Almeida Santos Filho

Mestrando em Educação Física – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Anhanguera – Taboão da Serra – Brasil

Lucas Maceratesi Enju

Doutor em Ciências – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Andreia Salvador Baptista

Doutor em Ciências – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Estefania de Araujo Santos

Mestre em Educação Física – Universidade São Judas Tadeu (USJT) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Milena Pedro de Morais

Doutoranda em Educação Física – Universidade São Judas Tadeu (USJT) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Rodrigo Luiz da Silva Gianoni

Mestre em Ciências da Saúde – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

André Luciano Simão

Doutor em Sociologia – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Elke Lima Trigo

Mestre em Biodinâmica do Movimento Humano – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo –

Brasil

Docente – Universidade Estácio de Sá – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Anhanguera – Taboão da Serra – Brasil

Luiz Carlos Carneval Júnior

Doutor em Ciências – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – Brasil

Docente – Universidade Estácio de Sá – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Anhanguera – Taboão da Serra – Brasil

RESUMO: A Síndrome do Sobretraining pode ser resultado do desequilíbrio entre a demanda do exercício e a possibilidade de assimilação de treinamento, ocasionando queda do desempenho e alterações fisiológicas e emocionais. A adequação do aporte nutricional parece contribuir para diminuição dos sintomas da doença. O objetivo do presente estudo foi elaborar uma revisão bibliográfica para avaliar de que forma os Alimentos Funcionais e os nutrientes podem ajudar na prevenção da Síndrome do *Overtraining*. A metodologia utilizada foi uma revisão bibliográfica realizada a partir de revistas científicas, monografias, dissertações e teses, livros, publicações avulsas e internet.

Palavras-chave: Sobretraining. Nutrição Esportiva. Alimentos Funcionais.

ABSTRACT: The overtraining syndrome can be the result of an imbalance between the demand and the possibility of assimilation exercise training, resulting in reduced performance and physiological and emotional changes. The suitability of nutritional intake seems to contribute to reduction of disease symptoms. The aim of this study was to prepare a literature review to assess how functional foods and nutrients can help prevent the overtraining syndrome. The methodology used was a literature review performed from scientific journals, monographs, dissertations and theses, books, occasional publications and internet.

Keywords: Overtraining. Sports Nutrition. Functional Foods.

INTRODUÇÃO

A incidência do sobretraining entre atletas de elite vem aumentando significativamente (ROGERO *et al.*, 2005). A Síndrome do *Overtraining*, ou Síndrome do Sobretraining (SS), é definida como um distúrbio neuroendócrino (hipotálamo-hipofisário), resultante do desequilíbrio entre a demanda do exercício e a possibilidade de assimilação de treinamento, ocasionando queda do desempenho e alterações fisiológicas e emocionais (ROHLFS *et al.*, 2005).

Segundo Ferraresso (2010), o *overtraining* é um processo contínuo de treinamento intenso que pode gerar um *overreaching* funcional (FOR), que se constitui em um declínio curto no desempenho, que conduz eventualmente a uma melhoria no desempenho após um breve período de recuperação (dias-semanas); ou um *overreaching* não funcional (NFOR), que consiste em um declínio mais prolongado no desempenho, o qual somente é revertido após um período de recuperação mais extenso (semanas-meses), e, finalmente, o estado extremo do processo de *overtraining* que é denominado de Síndrome do *Overtraining* (SOT), no qual a regeneração pode demorar anos ou nunca ocorrer.

A SS, de acordo com Oliveira (2013), é caracterizada pela redução do desempenho, acompanhada de diversos outros sintomas de cunho fisiológico, imunológico, psicológico e bioquímico, dentre eles: fadiga, depressão, infecção do trato respiratório, distúrbios do sono, dores musculares, aumento do cortisol, etc.

Embora não possam ser considerados de forma isolada, alguns nutrientes e princípios ativos presentes nos alimentos parecem exercer papel importante na prevenção da Síndrome do Sobretraining.

De acordo com Mahan e Escottstump (2005, apud INNOCENTE e LEITE, 2010, p.6), “a ingestão de nutrientes antioxidantes pode ter um papel importante na intensificação da recuperação depois do exercício e na resposta imune ótima”.

Junior e Prévêde (2005) afirmam que o exercício extenuante, por aumentar o consumo de oxigênio, aumenta a produção de radicais livres que promovem uma lesão tecidual oxidativa, levando à fadiga muscular. Sabe-se que os alimentos, principalmente os legumes, as verduras, as frutas, grãos integrais e sementes contêm compostos antioxidantes, dentre eles: as vitaminas C, E e A, os flavonóides, carotenóides, curcumina e muitos outros, que são capazes de restringir a propagação das reações de oxidação e dano celular.

Oliveira (2013) verificou a importância da adequação do aporte proteico, assim como da utilização de aminoácidos de cadeia ramificada, glutamina, probióticos e ômega 3, na modulação do sistema imunológico, redução da fadiga e modulação do humor em atletas.

Eichner (1995) salienta que o melhor tratamento para a SS é a prevenção, e no que tange a alimentação, o cuidado especialmente com a energia total e ingestão de carboidratos.

Os Alimentos Funcionais merecem destaque como provedores de nutrientes ou compostos bioativos. O Alimento Funcional, de acordo com Innocente e Leite (2010, p.1), “além de conter os nutrientes em geral pode auxiliar na recuperação e na ativação de processos corporais que atenuam o desgaste orgânico”. Dentre os Alimentos Funcionais ou substâncias alimentares mais usados na atualidade temos os probióticos, prebióticos, a soja, óleos Omega 3, carotenóides, licopeno, minerais e vitaminas e as fibras alimentares.

Desta forma a Nutrição parece exercer papel importante, atuando de maneira coadjuvante na prevenção da instalação da Síndrome do Sobretraining. Portanto, o objetivo geral do presente trabalho consistiu em avaliar de que forma a Nutrição e os Alimentos Funcionais podem ajudar na prevenção da Síndrome do *Overtraining*. Dentre os objetivos específicos podemos citar: definir as possíveis causas da Síndrome do Sobretraining, definir o que são Alimentos Funcionais e citá-los e indicar nutrientes essenciais à manutenção da saúde dos atletas.

A metodologia utilizada foi uma Revisão Bibliográfica realizada a partir de Revistas Científicas, Monografias, Dissertações e Teses de autores que estudaram assuntos que se aproximem ao tema, Livros, publicações avulsas e Internet.

SÍNDROME DO SOBRETREINAMENTO

Acredita-se que a SS seja reflexo de uma estratégia de treinamento amplamente utilizada por diversos treinadores, caracterizada pela sobrecarga progressiva. Tal estratégia visa reduzir os períodos de recuperação dentro de um bloco de treinamento intenso, com objetivo de obter a supercompensação e a máxima performance no final de tal bloco (BARBANTI,1997).

O *overtraining* caracteriza-se principalmente pela redução no desempenho acompanhada de diversos outros sintomas de cunho fisiológico, imunológico, psicológico e bioquímico, como fadiga, depressão, infecção do trato respiratório, distúrbios do sono, dores musculares, aumento do cortisol, entre outros (ROGERO; TIRAPEGUI, 2003).

O sobretraining surge quando ocorre um desequilíbrio entre a recuperação e o estresse, podendo este ser proveniente de exercícios físicos (ROGERO *et al.*, 2005). ROHLFS e colaboradores (2005, p.1) afirmam que “altos índices de estresse físico, sociocultural e psíquico são fatores que colaboram com o seu aparecimento, bem como alterações neuroendócrinas provocadas por aspectos nutricionais, que levam a flutuações serotoninérgicas”.

Há diferentes hipóteses sobre a possível causa das mudanças fisiopatológicas da SS, tais como a maior ativação do sistema nervoso autônomo e do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e supressão do eixo hipotálamo-hipófise-hipofisogonadal. Entretanto, alguns

estudos têm proposto que a modulação desses sistemas seria consequência da síndrome já instalada e não necessariamente a sua causa. Desta forma, novas hipóteses relacionadas à liberação de citocinas, à depleção do glicogênio muscular e hepático, à fadiga central, e à diminuição da disponibilidade de glutamina durante a atividade física têm sido levantadas (ROGERO *et al.*, 2005)

O estresse do excesso de treinamento, juntamente com o estresse psicológico gera uma inflamação sistêmica, onde ocorre aumento de produção de citocinas pró-inflamatórias (interleucina-1, interleucina-6, fator de necrose tumoral) (ROGERO; TIRAPEGUI, 2003). Smith e Robson (2004, 2006, apud OLIVEIRA, 2013, p.11) afirmam que estas citocinas atuam em receptores hipotalâmicos específicos que estariam relacionados ao aumento da produção de cortisol, sendo portanto esta a causa do aumento da concentração sérica de cortisol em atletas com *overtraining*; e, de acordo com Gobatto e colaboradores (2006) atuam também sobre a secreção de gonadotrofinas, com inibição da secreção de hormônio luteinizante, estradiol e progesterona.

Os estoques de glicogênio muscular podem ser esgotados durante a realização de atividade de resistência aeróbica prolongada gerando uma maior dependência muscular de aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina) para produção de energia, reduzindo assim a quantidade destes aminoácidos no plasma. Como os aminoácidos de cadeia ramificada competem com o triptofano pela entrada no cérebro, uma diminuição da concentração destes aminoácidos na corrente sanguínea facilitaria a entrada de triptofano, precursor do hormônio serotonina. O aumento de serotonina poderia ocasionar a fadiga central (WILLIAMS, 2009).

Outra hipótese que contribuiria para a síndrome do sobre-treinamento seria a diminuição da concentração plasmática de glutamina, um aminoácido que normalmente é distribuído para diversos tecidos (células do sistema imune, tecidos renais, hepáticos e enterócitos). Em exercícios extenuantes, um maior fluxo de glutamina é direcionado para o fígado e os rins, diminuindo a disponibilidade na corrente sanguínea e para as células do sistema imunológico, aumentando a suscetibilidade para infecções no trato respiratório (ROGERO; TIRAPEGUI, 2003).

Tabela 01. Sinais e Sintomas do *Overtraining*

FISIOLÓGICOS	<ul style="list-style-type: none">- Infecção do trato respiratório;-Aumento do cortisol;-Depressão Imunológica;- Maior taxa de batimento cardíaco;- Alterações na pressão arterial normal;- Elevado metabolismo basal;- Temperatura corporal elevada;- Perda de peso excessiva;- Sede excessiva;- Falta de ar;- Dor subcostal;- Desordens intestinais.
PSICOLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none">- Distúrbios do sono;- Perda de autoconfiança;- Sonolência e apatia;- Irritabilidade;-Desequilíbrio emocional e motivacional;- Cansaço excessivo e prolongado;- Falta de apetite (anorexia);- Fadiga;- Depressão;- Ansiedade;- Raiva/hostilidade;- Confusão mental.

Fonte: Adaptado de Johnson & Thiese (1992), Rogero e Tirapegui (2003) e Alves *et al* (2006).

ALIMENTOS FUNCIONAIS E INTERVENÇÕES NUTRICIONAIS

Segundo a Anvisa (1999, p.2) “o alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica”.

A alegação de propriedade funcional atribuída é devido à ação que substâncias presentes nos alimentos, as quais podem ou não ser nutrientes, exercem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções do organismo humano (BAPTISTA *et al.*, 2013).

A seguir serão apresentados alguns alimentos funcionais e intervenções nutricionais encontradas na literatura consultada, que parecem ter relação direta ou indireta na prevenção da Síndrome do Sobretraining.

PROBIÓTICOS

Os probióticos, considerados pela Anvisa (1999) como alimento funcional, são “microrganismos vivos que podem ser agregados como suplementos na dieta, afetando de forma benéfica o desenvolvimento da flora microbiana no intestino” (MORAES; COLLA, 2006, p.113).

De acordo com West e colaboradores (2009, apud OLIVEIRA, 2013, P.14) os probióticos modulam a flora microbiana gastrointestinal garantindo o bom funcionamento do intestino e prevenindo os efeitos imunossupressores dos exercícios de alta intensidade.

Em uma pesquisa realizada com homens e mulheres, atletas de endurance, por um período de 4 meses, Bishop e colaboradores (2011) verificaram que a suplementação com probiótico reduziu a frequência de incidência de doenças do trato respiratório.

Gleeson (2013) defende que a utilização de probióticos na alimentação de atletas durante exercícios intensos ajuda na manutenção de um adequado sistema imune.

Shing e colaboradores (2014), realizaram um estudo suplementando probióticos em dez corredores do sexo masculino em condições atmosféricas de calor e verificaram que houve aumento do tempo para fadiga.

PREBIÓTICOS

A Anvisa (1999) enquadra as fibras prebióticas inulina e frutooligossacarídeos como produtos com alegação de propriedades funcionais.

Uma variedade de moléculas pode ser chamada de prebióticas, mas a grande maioria é fibra alimentar, como os oligossacarídeos. Seu principal efeito está relacionado ao metabolismo da microbiota, estimulando o crescimento de bactérias benéficas, as do gênero *bifidobacterium* (PASCHOAL *et al.*, 2013b)

De acordo com Cavaglieri *et al* (2006):

As Fibras Dietéticas exercem efeitos modulatórios positivos perante algumas células do sistema imunológico e nos processos metabólicos e bioquímicos associados ao exercício, influenciando na performance dos atletas, melhorando seu desempenho e recuperação para a realização de sessões diárias de treinamentos (CAVAGLIERI *et al*, 2006, p.1).

Outra relação do consumo de fibras com o sistema imunológico é observada por Garland (2011, apud PASCHOAL *et al*, 2013b, p.526) que afirma que algumas células do organismo, como pré-adipócitos e fibroblastos de tecidos periféricos exibem uma resposta imune inata quando expostas a ácidos graxos de cadeia curta produzidos na fermentação de algumas fibras solúveis.

Ainda segundo Cavaglieri e colaboradores (2006) as fibras dietéticas proporcionam aumento do conteúdo de glicogênio muscular, um dos fatores capazes de aumentar a performance de atletas de esportes de longa duração.

ÔMEGA 3

De acordo com a Anvisa (1999) “o consumo de ácidos graxos ômega 3 auxilia na manutenção de níveis saudáveis de triglicerídeos, desde que associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”. Desta forma apresentam propriedades funcionais.

Há indícios de que o uso dos Ácidos Graxos Polinsaturados ômega 3 possam diminuir os efeitos do processo inflamatório em lesões musculares por atuarem na modulação e liberação de citocinas pró-inflamatórias (BUENO *et al*, 2011).

Garcia (2010) defende que a suplementação de atletas com Ácidos Graxos Polinsaturados ômega-3(EPA e DHA) pode atenuar os efeitos do processo inflamatório através da diminuição da síntese dos potentes mediadores químicos da inflamação e, com isso, diminuir o tempo de recuperação dos mesmos.

Dietas com déficits em ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 podem contribuir para transtornos de humor, transtornos depressivos unipolares e bipolares (PARKER, 2006).

Oliveira (2013) afirma que embora não haja estudos específicos de administração de ômega 3 em atletas com *overtraining*, há efeitos benéficos destes ácidos graxos em alguns dos sintomas da síndrome, tais como na modulação do sistema imunológico, da inflamação e de distúrbios de humor.

SOJA

A soja pode ser considerada um alimento completo pois têm em sua composição proteínas (42%), carboidratos (33%), lipídios (20%), e resíduos (5%), além de vitaminas e sais minerais (AMARAL, 2007).

No primeiro momento a sua importância nutricional foi avaliada somente em decorrência do seu alto teor de proteínas. Mais tarde, outros componentes despertaram interesse da comunidade científica, especialmente as isoflavonas (DEMIATE, 2001).

As isoflavonas representam uma classe de compostos químicos conhecidos como fitoestrógenos. Alimentos a base de soja, contendo isoflavonas, têm recebido especial atenção devido a seu papel na prevenção de câncer e osteoporose (DEMIATE, 2001).

Um possível mecanismo de ação geral das isoflavonas inclui efeitos estrogênicos e anti-estrogênicos, regulação da atividade de proteínas, regulação do ciclo celular e efeitos antioxidantes (ESTEVES; MONTEIRO, 2001). Muitas de suas ações podem ser decorrentes de efeitos não-estrogênicos como: influência na

atividade de enzimas, síntese de proteínas, proliferação celular, angiogênese, transporte de cálcio, fator de crescimento celular, ação vascular na musculatura lisa, oxidação lipídica, diferenciação celular, etc (AMARAL, 2007).

Os fitoestrógenos promovem ação benéfica no metabolismo lipídico, através da ação nos adipócitos e hepatócitos (FEIJO *et al.*, 2012).

Os seus açúcares complexos, anteriormente criticados como causadores de distensão gasosa, hoje estão incluídos entre os alimentos prebióticos, sendo capazes de melhorar a função do cólon e exercer os efeitos benéficos (AMARAI, 2007), como já mencionado anteriormente.

CHÁ VERDE (*CAMELLIA SINENSIS*)

O chá verde, ou *Camellia sinensis*, é considerado um alimento funcional graças aos seus componentes ativos, como os antioxidantes, flavonoides e catequinas, que são sequestradores dos radicais livres (SAIGG, 2009).

É estimulante do SNC em decorrência da cafeína, da teobromina e da teofilina. A cafeína possui efeito sobre a função mental e comportamental, produz excitação, euforia, redução da sensação de fadiga e aumento da atividade motora (SAIGG ; SILVA, 2009).

A combinação da cafeína com a epigalocatequina tem demonstrado efeito ergogênico em praticantes de atividade física de *endurance*, relacionado com a melhora do condicionamento físico e redução da fadiga muscular (SAIGG ; SILVA, 2009).

Os flavonoides da *Camellia sinensis* atuam contra-radicais livres, alergias, inflamações, úlceras, viroses e tumores (SAIGG ; SILVA, 2009).

Apesar dos diversos benefícios do chá verde, também pode haver alguns malefícios à saúde se consumido em excesso. A cafeína quando consumida em excesso pode trazer efeitos deletérios ao sistema nervoso central, afetando negativamente a qualidade do sono, ao sistema cardiovascular, à pressão arterial e até no controle motor (SAIGG ; SILVA, 2009).

CÚRCUMA (*CURCUMA LONGA*)

Os principais compostos responsáveis pelas atividades da planta são a curcumina e seus derivados. Testes *in vitro* mostraram atividades antiparasitária, antiespasmódica, antiinflamatória e antibacteriana (inibiu o crescimento de *Staphylococcus aureus* e *Bacillus typhosus*) (ARAUJO; LEON, 2001).

Existe um grande número de documentos na literatura relativa a atividade de compostos extraídos de *C. longa* L. sendo potentes inibidores da inflamação. A curcumina é um excelente antioxidante que inibe a peroxidação lipídica pois mantém as atividades de enzimas antioxidantes como superóxido dismutase, catalase e glutatona peroxidase em níveis mais elevado (ARAUJO; LEON, 2001).

GLUTAMINA

Um aumento na disponibilidade do aminoácido glutamina pode contribuir para a diminuição da inflamação no exercício. Todas as formas de estresse, como o exercício físico, reduzem significativamente os níveis de glutamina plasmática e muscular e, após o exercício, a glutamina reduzida pode ser considerada como um marcador de *overtraining* (PASCHOAL *et al*, 2013b).

Em exercícios extenuantes, um maior fluxo de glutamina é direcionado para o fígado e os rins, diminuindo a disponibilidade na corrente sanguínea e para as células do sistema imunológico, aumentando a suscetibilidade para infecções no trato respiratório (ROGERO; TIRAPGUI, 2003).

De acordo com Baldissera e colaboradores (2003), a glutamina está envolvida na remoção da amônia resultante de exercícios de alta intensidade, e diminuição da acidose metabólica que também estaria relacionada à fadiga .

APORTE PROTEICO

Segundo Lowery e Forsythe (2006), a ingestão insuficiente de proteína está relacionada com o quadro de imunodepressão, tornando o atleta mais vulnerável a infecções, principalmente do trato respiratório superior. De acordo com os mesmos

autores, o perfil endócrino do *overtraining* engloba uma quebra muscular significativa, com um aumento das necessidades energéticas e de proteínas.

Em uma pesquisa na Universidade de Maastricht (Holanda), Koopman *et al* (2004) observaram que o consumo de proteínas juntamente com carboidratos aumentou a síntese proteica e diminuiu a degradação de proteínas em atletas de endurance, quando comparados com a utilização de carboidratos isoladamente.

Outro ponto a ser observado é que, Bernardi e colaboradores (2006), em um estudo com ciclistas do sexo masculino, verificou que a ingestão de proteínas, junto com uma quantidade moderada de carboidratos, otimizou a síntese de glicogênio, quando comparada à ingestão de carboidrato sozinho.

AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA

Durante a atividade de resistência aeróbia prolongada o glicogênio muscular pode ficar depletado ocasionando uma maior dependência muscular de aminoácidos de cadeia ramificada para produção de energia, reduzindo assim a quantidade destes aminoácidos no plasma. Como os aminoácidos de cadeia ramificada competem com o triptofano, precursor da serotonina, pela entrada no cérebro, uma diminuição da concentração destes aminoácidos na corrente sanguínea facilitaria a entrada de triptofano, ocasionando a fadiga central. Desta forma, a suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada poderia retardar a fadiga do sistema nervoso central e melhorar o desempenho nos eventos prolongados de resistência aeróbica (WILLIAMS, 2009).

She (2010, apud PASCHOAL *et al*, 2013b, p.615) e D'Antona (2010, apud PASCHOAL *et al*, 2013b, p.615) afirmam que a suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada pode levar à diminuição de dano muscular durante o exercício e da degradação proteica, e aumento da síntese de proteínas e genes relacionados à defesa antioxidante, diminuindo a produção de espécies reativas de oxigênio.

CARBOIDRATOS

O consumo de carboidratos durante o exercício extenuante atenua o aumento de hormônios do estresse e parece limitar o grau de depressão imunológica induzida pelo exercício (GLEESON, 2013).

Já é bem conhecido que o glicogênio muscular é o substrato energético metabólico primário durante o exercício físico de moderada a alta intensidade. Desta forma tem sido apontado como um fator limitante quando tal atividade é sustentada por um período prolongado (ALGHANNAM *et al.*, 2014).

De acordo com Kreider (1998, apud OLIVEIRA, 2013, p. 12) “a redução do conteúdo de glicogênio muscular pode estimular a oxidação intramuscular de aminoácidos de cadeia ramificada, que englobam a leucina, isoleucina e valina”. Snyder (2007, apud OLIVEIRA, 2013, p. 12) aponta que a oxidação de tais aminoácidos promoveria uma diminuição na concentração plasmática dos mesmos, o que facilitaria a captação hipotalâmica de triptofano livre, desencadeando a fadiga central e, possivelmente, a síndrome de *overtraining*.

VITAMINAS E MINERAIS

Para manter a imunidade alta, os atletas devem ingerir uma dieta bem equilibrada, que atenda as necessidades energéticas, de carboidratos, proteínas e de micronutrientes. As deficiências nutricionais de proteína e micronutrientes específicos têm sido associadas a disfunções na função imunológica. Uma ingestão adequada de ferro, zinco, vitaminas A, D, E, B₆ e B₁₂ parece importante para a manutenção da função imune (GLEESON, 2013).

Os efeitos benéficos da vitamina D têm sido associados a diferentes células do imunitário do sistema (Rolf *et al*, 2014). Apesar de haver boas evidências de que haja uma associação entre a deficiência de vitamina D e uma anormalidade do sistema acima, há pouca evidência de que a suplementação deste nutriente leve a uma melhora na função (AHMED, 2014)

Em relação à vitamina B₆, este nutriente está relacionado a alguns mecanismos de defesa do organismo, especialmente contra a peroxidação lipídica, isto é, nos

sistemas antioxidantes. Portanto, a deficiência de vitamina B6 pode piorar o estresse oxidativo provocado pelo exercício físico intenso (CHO; CHOI, 2009).

A vitamina C participa de diversas vias metabólicas, é cofator da síntese de neurotransmissores e está envolvida na regulação da função imune (MARQUES, 2013). Este nutriente age como potente antioxidante hidrossolúvel, sendo um potente inibidor de glicações proteicas, que estão envolvidas com estresse e dano oxidativo em biomoléculas como lipídeos, proteínas e DNA (MATTOSO, 2013).

A vitamina C é essencial para formação de colágeno, exercendo portanto papel fundamental no tecido conjuntivo, cartilagens e tecido ósseo. Assim, a sua deficiência pode levar à dificuldade de cicatrização, alterações na pele, fraturas, fragilidade dos dentes, lesões em tecidos conectivos, entre outros (PASCHOAL, 2013a).

É ainda necessária para formação dos principais hormônios de resposta ao estresse, incluindo epinefrina, norepinefrina, cortisol e histamina. Situações de estresse como febre, queimaduras, exposição ao frio, trauma físico, fraturas, exposição à alta altitude e radiação tendem a depletar os estoques endógenos de vitamina C rapidamente, aumentando as demandas da vitamina. Por sua ação no metabolismo das catecolaminas, sua deficiência está relacionada a distúrbios psicológicos, como ansiedade, confusão mental, apatia, alteração de humor (PASCHOAL, 2013a).

Embora a ingestão diária de altas doses de suplementos de vitamina antioxidante pareça ajudar na manutenção da função imunológica, há preocupações de que a ingestão de antioxidantes excessiva possa prejudicar adaptações ao treinamento de exercício (GLEESON, 2013). Em um estudo que investigou os efeitos da suplementação de vitamina C e E sobre adaptações ao treinamento de resistência em humanos, Paulsen e colaboradores (2014) verificaram que os antioxidantes podem interferir nas adaptações ao exercício, e os resultados indicam que altas doses de vitaminas C e E devem ser usados com cautela.

Draeger e colaboradores (2014) em uma revisão bibliográfica verificaram controvérsia nos estudos. Alguns estudos mostram que a suplementação de vitaminas antioxidantes não melhora o desempenho do exercício, mas sim prejudica. Já outros estudos mostram que a suplementação fornece uma ligeira vantagem sobre o placebo. Desta forma, embora muitos atletas utilizem a suplementação com

antioxidantes para melhorar seu desempenho físico, não há evidências consistentes sugerindo que a suplementação reduza o estresse oxidativo e garanta melhores resultados no exercício. Ainda de acordo com os mesmos autores ainda há a hipótese de que o exercício isoladamente possa aumentar a capacidade oxidativa do músculo esquelético e potencializar a ação de anti-oxidantes endógenos, o que é suficiente para compensar os efeitos negativos do estresse oxidativo induzido por estímulos mecânico.

Alguns minerais parecem ter papel fundamental no exercício físico. A deficiência de magnésio pode ocorrer por causa de dietas insuficientes deste mineral ou de outros fatores, dentre eles exercício físico intenso. A deficiência está relacionada a uma série de intercorrências indesejáveis no organismo tal como o aumento da produção de substâncias inflamatórias (PASCHOAL, 2013a).

O zinco é um mineral com propriedade antioxidante por atuar na síntese da enzima Superóxido Dismutase, responsável pela destruição dos radicais superóxido. Também é importante para o sistema imune por estar envolvido no adequado funcionamento de linfócitos e fibroblastos (PASCHOAL, 2013a).

A Superóxido Dismutase (SOD), enzima com propriedade antioxidante contém cobre em sua estrutura, portanto este mineral auxilia na função antioxidante. Além disto, o cobre desempenha papel essencial no tecido conjuntivo (PASCHOAL, 2013a).

A ingestão inadequada de ferro pode trazer consequências deletérias ao desempenho atlético. A carência de ferro pode afetar negativamente o metabolismo aeróbico do organismo, em decorrência da diminuição na concentração sérica de hemoglobina e de enzimas envolvidas no processo oxidativo (ARAUJO *et al*, 2011).

CONCLUSÃO

A SS pode ser definida como um distúrbio neuroendócrino (hipotálamo-hipofisário), resultante do desequilíbrio entre a demanda do exercício e a possibilidade de assimilação de treinamento. Caracteriza-se principalmente pela redução no desempenho acompanhada de diversos outros sintomas de cunho fisiológico, imunológico, psicológico e bioquímico, como fadiga, depressão, infecção do trato respiratório, distúrbios do sono, dores musculares, aumento do cortisol, etc.

Embora haja poucos estudos específicos de administração de alimentos funcionais e nutrientes para prevenção da SS, há efeitos benéficos de determinadas substâncias alimentares, nutrientes ou não nutrientes, na prevenção de alguns dos sintomas da síndrome, tais como na modulação do sistema imunológico, na diminuição de processos inflamatórios, na diminuição da ocorrência de fadiga muscular e do sistema nervoso central, na diminuição de lesões oxidativas e de distúrbios de humor.

Apesar de haver pouca evidência quanto às doses de suplementação de diversas destas substâncias alimentares para diminuição da ocorrência da síndrome, ficou claro que a deficiência de diversos nutrientes ocasiona sintomas usualmente encontrados na doença e que a inclusão de alimentos funcionais na dieta dos atletas pode ser válida em decorrência de seus efeitos metabólicos, fisiológicos e benéficos à saúde.

Desta forma, uma vez que os atletas possuem necessidades nutricionais elevadas quando comparados a não atletas, a suplementação nutricional se torna essencial em diversos casos, desde que realizada de forma cautelosa.

Ainda há controvérsias quando se fala em suplementação de vitaminas e agentes antioxidantes em atletas. Se por um lado alguns estudos mostram que a suplementação diminui processos inflamatórios e ajuda no desempenho, outros estudos mostram que a suplementação atrapalha as adaptações do organismo aos exercícios.

Desta forma, torna-se necessária a continuação dos estudos da atuação das diversas substâncias alimentares, nutrientes ou não nutrientes, como coadjuvantes na prevenção e no tratamento da SS, principalmente no que diz respeito à suplementação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S. F. *et al.* Vitamin D and Its Effects on Glucose Homeostasis, Cardiovascular Function and Immune Function. *Hormone Research in Pediatrics*. Abril, 2014.

ALVES, R.N *et al.* Monitoramento e prevenção do supertreinamento em atletas. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. São Paulo, SP, v.12, n.5, p.291-296, set/out. 2006.

ALGHANNAM, A.F *et al.* Exploring mechanisms of fatigue during repeated exercise and the dose dependent effects of carbohydrate and protein ingestion: study protocol for a randomised controlled trial. Trials Journal. 2014, em <http://www.trialsjournal.com/content/15/1/95>, acessado em 2 de maio de 2014.

AMARAL, V. M. G. Importância da Soja como Alimento Funcional para Qualidade de Vida e Saúde. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 86 p. 2007.

ANVISA, Alegações de Propriedades funcionais aprovadas. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assunto+s+de+Interesse/Alimentos+Com+Alegacoes+de+Propriedades+Funcionais+e+ou+de+Saude/Alegacoes+de+propriedade+funcional+Aprovadas>, acesso em 07 de julho de 2014.

ANVISA, Resolução nº 18, de 30 de Abril de 1999. Brasília, 1999. Disponível em http://portal.Anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_18_1999.pdf?MOD=AJPERES, acesso em 14 de junho de 2013.

ARAUJO, C. A, C; LEON, L. L. Biologicas Activities of *Curcuma longa* L. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, v.96, n.5, p.723-728. 2001.

ARAUJO, L.R *et al.* Aspectos gerais da deficiência de ferro no esporte, suas implicações no desempenho e importância do diagnóstico precoce. Revista de Nutrição. Campinas, v.24, n.3, p.493-502, 2011.

BALDISSERA, V. *et al.* Glutamina como suplemento ergogênico. Revista Brasileira Ciência e Movimento. Brasília, v.11, n.3, p. 91-96, 2003.

BAPTISTA, D.R *et al.* Alimentos funcionais no manejo da diabetes mellitus. Revista Ciência & Saúde. Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 12-17, jan./abr. 2013.

BARBANTI, V. Teoria e Prática do Treinamento Desportivo. São Paulo, Edgard Blucher, 1997.

BERNARDI, J. M. *et al.* Postexercise muscle glycogen recovery enhanced with a carbohydrate-protein supplement. Medicine and Science in Sports and Exercise. V.38, n.6, p. 1106-1113, 2006.

BISHOP, N. C *et al.* Daily probiotic's (Lactobacillus casei Shirota) reduction of infection incidence in athletes. International Journal of Sports, Nutrition and Exercise Metabolism. V. 21, n.1, p. 55-64, 2011.

BUENO, P.C. *et al.* Uso da suplementação com ácidos graxos poli-insaturados omega-3 associado ao exercício físico: uma revisão. Pensar a Prática. Goiania, v.14, n.2, p.1-15, 2011.

CAVAGLIERI C.R. *et al.* Fibras Dietéticas: efeitos terapêuticos e no exercício. Saúde em Revista. Piraçicaba, v.8, n.20, p.65-76, 2006.

CHO, Y. O; CHOY, E.Y. Effect of vitamin B6 deficiency on antioxidative status in rats with exercise-induced oxidative stress. Nutrition Research and Practice. V.3, P. 208-211, 2009.

JUNIOR, G. G. C; PRÉVIDE, T. G. *Overtraining* e Estresse Oxidativo. Monografia apresentada ao Centro Universitário Claretiano. Batatais, 44 p. 2005.

DEMIATE, I. M; FERRARI, R. A. Isoflavonas de Soja - Uma Breve Revisão. Biologicas Health Sciences. V.7, p.39-46, 2001.

EICHNER, E. R. *Overtraining*: consequences and prevention. Journal of Sports Sciences. Oklahoma City, v.13, p. 41-48, 1995

ESTEVES, E.A; MONTEIRO, J. B. R. Efeitos Benéficos das Isoflavonas de soja em Doenças Crônicas. Revista de Nutrição. Campinas, v.14, p. 43-52, 2001.

FEIJO, A. P. *et al.* Benefícios da soja no Controle da Obesidade. Revista Eletrônica Novo Enfoque. V.12, n.12, p. 47-67, 2012.

FERRARESSO, R. L. P. Estudo da relação entre ataque oxidativo, sistema de defesa antioxidante e atividade mitocondrial em ratos submetidos a um protocolo de indução ao *Overtraining* em esteira. Dissertação de Mestrado apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade de Campinas. 98 p. Campinas, SP, dezembro 2010.

GARCIA, B. C, *et al.* Efeitos da Dieta Suplementada com Ômega-3 no Músculo Sóleo de Ratos Submetidos à Natação: Análise Histológica e Morfométrica. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. V.16, n.5, p. 363-367, 2010.

GLEESON, M. Nutritional support to maintain proper immune status during intense training. Nestlé Nutrition Institute Workshop Series. V. 75, p. 85- 97, abril 2013.

INNOCENTE, L. R; LEITE, J. I. A. Alimentos Funcionais e Atividade Física. Pulsar. V.2, n.2, 2010.

JOHNSON, M. B; THIESE, S. M. A Review of overtraining syndrome-recognizing the signs and symptoms. Journal of Athletic Training. V. 27, n. 4, p.352-354, 1992.

KOOPMAN, R. *et al.* Combined ingestion of protein and carbohydrate improves protein balance during ultra-endurance exercise. American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism. V.287, p.712-720, 2004.

LOWERY, L.; FORSYTHE, C.E. Protein and Overtraining: Potential Applications for Free-Living Athletes. Journal of the International Society of Sports Nutrition. V.3, p.42-50, 2006.

MARQUES, H.B. Proposição de guia alimentar funcional para crianças com espectro autista. Revista Brasileira de Nutrição Funcional. São Paulo, v.56, p.21-26, 2013.

MATTOSO, V. Imuno-endocrinologia: o papel dos micronutrientes na sinalização hormonal. Revista Brasileira de Nutrição Funcional. São Paulo, v.56, p.8-13, 2013.

MORAES, F.P. COLLA, L.M. Alimentos Funcionais e Nutraceuticos: Definições, Legislação e Benefícios à Saúde. Revista Eletrônica de Farmácia. V. 3, p 109-122, 2006.

OLIVEIRA, D. O Tratamento Funcional de Atletas em Overtraining. Revista Brasileira de Nutrição Funcional. São Paulo, SP, v.13, n.54, p.8-15, 2013.

PARKER, M. D.G. Ômega-3 fatty acids and mood disorders. [The American Journal of Psychiatry](#). V. 163, n.6, 2006.

PASCHOAL, V. *et al.* Nutrição Clínica Funcional: Suplementação Nutricional. São Paulo, v.1, p.592-799, 2013.

PASCHOAL, V. *et al.* Nutrição Clínica Funcional: Suplementação Nutricional. São Paulo, v.2, p.522-533, 2013.

PAULSEN, G. *et al.* Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind, randomised, controlled trial. The Journal of Physiology. V.8, p. 1887–1901, abril de 2014.

ROGERO, M. M; *et al.* Aspectos Neuroendócrinos e Nutricionais em Atletas com Overtraining. Arq. Bras. Endocrinol. Metab. São Paulo, SP, v. 49, n 3, p.359-368, junho 2005.

ROGERO, M. M; TIRAPEGUI, J. Overtraining- Excesso de Treinamento. Nutrição em Pauta. V.11, p-23-30, 2003.

ROHLFS, I. C. P. M. *et al*; Relação da síndrome do excesso de treinamento com estresse, fadiga e serotonina. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. São Paulo, SP, v.11, n.5, p.367-372, novembro 2005.

ROLF, L. *et al.* Vitamin D effects on B cell function in autoimmunity. Annals of the New York Academy of Sciences. Abril, 2014.

SAIGG, N. L; SILVA, M. C. Efeitos das Utilização do Chá-verde na Saúde Humana. Universitas: Ciências da Saúde. V.7, n.1, p.69-89, 2009.

SHING, C.M, *et al*; Effects of probiotics supplementation on gastrointestinal permeability, inflammation and exercise performance in the heat. European Journal of Applied Physiology. V.114, p.93-103, janeiro 2014.

GOBATTO, C. A *et al.* Compreendendo o *overtraining* no desporto: da definição ao tratamento. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto. Rio Claro, SP, v.6, n.2, p.229-238, 2006.

WILLIAMS, M. H. Nutrição Esportiva. In: SHILLS, M. E, *et al.* Nutrição Moderna – na Saúde e na Doença. 2^a ed, Barueri: Manole, 2009.