



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE
CURSO DE NUTRIÇÃO

Efeito da suplementação da Vitamina C na prática de exercício físico

Aluna: Karina Sampaio Silva

Orientador: Prof^a Msc. Andréia L. Torres

Brasília
2012



KARINA SAMPAIO SILVA

Efeito da suplementação da Vitamina C na prática de exercício físico

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para graduação no curso de Nutrição do UniCEUB.

Orientadora: Andreia A. Lima Torres



Aluna: Karina Sampaio Silva

Efeito da suplementação da Vitamina C na prática de exercício físico

Brasília, 05 de dezembro de 2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para graduação no curso de Nutrição do UniCEUB.

Orientadora: Andreia A. Lima Torres

Orientadora: Prof^a Msc. Andreia A. Lima Torres

Prof.^a Cristiane Dormundo

Prof. Yuri Vuscovic

RESUMO

Atletas e praticantes de atividade física muitas vezes exageram nos exercícios físicos e acabam sobrecarregando o organismo produzindo excessos de espécies reativas de oxigênio, também chamadas de radicais livres. Esses radicais livres, quando em pequena quantidade desempenham papéis importantes no organismo, favorecendo a imunidade. Contudo, a produção excessiva leva ao estresse oxidativo, o qual gera danos às células, promove o envelhecimento precoce e o aparecimento de doenças. No desportista pode ainda levar a danos musculares. Para amenizar tais consequências prevenindo-se as lesões e, principalmente, afim de melhorar cada vez mais o desempenho físico, muitos indivíduos utilizam suplementos antioxidantes, principalmente os de vitamina C, de forma indiscriminada. Porém, ainda não há consenso na literatura quanto aos efeitos da suplementação de antioxidantes de forma isolada ou combinada na promoção da saúde e no desempenho esportivo. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de vitamina C e outros antioxidantes no exercício físico em relação ao desempenho esportivo. Foi feita uma busca bibliográfica em revistas científicas, desde o ano 2000. Foi observado que não existe consenso quanto à eficácia da suplementação de vitamina C e antioxidantes com a finalidade de melhorar o desempenho físico de atletas.

Palavras-chave: antioxidante, exercício físico, suplementos antioxidantes, vitamina C.

ABSTRACT

Athletes and other individuals who practice physical activities often exaggerate in physical exercises and end up overloading the body, producing excess of reactive oxygen species, also called free radicals. When in a small quantity, these free radicals have an important role in the organism, favoring the immunity. However, its overproduction induces oxidative stress, which causes damage to the cells, promotes early aging and the onset of diseases. In the sportsman it can also induce muscle damage. To minimize such consequences, preventing the lesions and, mainly, in order to further improve the physical performance, many individuals use antioxidant supplements, especially those of vitamin C, indiscriminately. However, there is still no consensus in the literature regarding the effects of supplementation with antioxidants, isolated or combined, in the promotion of health and sports performance. The objective of this review was to evaluate the effect of the supplementation with vitamin C and other antioxidants in physical exercises in relation to sports performance. It was made a search for bibliographic references in scientific journals since the year of 2000. It was observed that there is no consensus as to the efficacy of supplementation with vitamin C and antioxidants with the purpose to improve the physical performance of athletes.

Key-words: antioxidant, physical exercise, antioxidant supplements, vitamin C.



1 INTRODUÇÃO

A prática de atividade física regular traz benefícios à saúde do ser humano. O exercício físico realizado de maneira correta e programada tem sido recomendado para prevenção e tratamento de doenças crônicas que estão associadas aos índices de morbidade e mortalidade (PANZA et al, 2007; MALTA, NETO, JUNIOR, 2011).

Diversas adaptações fisiológicas são favorecidas pela atividade física, sendo uma delas o ajuste respiratório para compensar e manter o esforço realizado. Durante o exercício físico intenso e de longa duração, acontece a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs) por conta do aumento do metabolismo energético. As EROS, também chamadas de radicais livres, em excesso, podem contribuir para danos celulares afetando o desempenho do atleta (CRUZAT et al, 2007; KOURY; DONANGELO, 2003).

Os atletas e até mesmo pessoas fisicamente ativas, diante deste fato, têm consumido de forma indiscriminada suplementos de antioxidantes com intuito de ajudar na saúde e no desempenho físico (LUKASKI, 2004).

Um dos suplementos antioxidante mais conhecido e mais ingerido é o da vitamina C. Essa vitamina, como todas as outras, quando ingeridas de forma correta sem ultrapassar os valores de referência, são indispensáveis para o equilíbrio do funcionamento do organismo. Porém, o uso exagerado da vitamina C pode gerar consequências inversas da esperada, podendo atrapalhar as adaptações fisiológicas, atuar como um pró-oxidante e, além disso, causar náuseas e diarreia (OLIVEIRA, MARCHINI, 2008).

Diante disto, tem surgido muito interesse por parte dos pesquisadores em esclarecer o efeito da suplementação de antioxidantes nas alterações fisiológicas em resposta ao exercício. As alterações dos antioxidantes endógenos, nível de estresse oxidativo, rendimento do VO_2 máx, e o desempenho esportivo são os aspectos mais estudados.

O presente estudo teve como objetivo revisar a ação da suplementação da vitamina C tanto na forma isolada quanto associada a outros antioxidantes na prática



de exercícios físicos ou com finalidade de melhorar do desempenho esportivo. Desta forma, busca-se contribuir para que o nutricionista tenha informações mais consistentes para sua prática profissional nesta área.



2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Revisar a literatura concernente à ação da suplementação da vitamina C na prática de exercício físico.

2.2 Objetivos específicos

- ✦ Reunir estudos que mostram a ação dos antioxidantes no rendimento físico;
- ✦ Revisar como o sistema de defesa dos antioxidantes funciona;
- ✦ Aprofundar o conhecimento sobre vitamina C, em especial no exercício físico;
- ✦ Comparar a efetividade dos diferentes antioxidantes como adjuvantes do rendimento e recuperação em exercício físico.



3 JUSTIFICATIVA

A prática exaustiva de atividade física provoca um aumento na produção de radicais livres (CRUZAT et al, 2007). Acredita-se que o excesso de radicais livres possa danificar componentes celulares, como membranas e organelas tais quais as mitocôndrias, podendo ocasionar uma perda no desempenho físico. Afim de se evitar essa desvantagem, suplementos antioxidantes são comercializados e utilizados por praticantes de atividade física (LUKASKI, 2004; URSO, 2003). Porém, é sabido que a produção desses radicais livres de forma moderada é essencial para adaptações ao exercício (RISTOW et al, 2009).

O consumo indiscriminado paradoxalmente pode levar ao aumento da produção radicais livres. É bem documentado, por exemplo, o efeito pró-oxidante da vitamina C (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007). Assim, observa-se a importância do nutricionista como profissional capaz de oferecer informações nutricionais mais precisas não só para um melhor rendimento esportivo, mas também para a saúde da população.

Assim, o presente estudo pretende buscar na literatura artigos científicos recentes que tragam uma contribuição no sentido de atualizar informações da área de suplementação de antioxidantes, com foco na vitamina C, esclarecendo se tais produtos seriam indicados, em quais situações e em que dosagens.



4 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de revisão bibliográfica sobre o efeito da suplementação da vitamina C no exercício físico. A busca foi realizada nas bases Periódico Capes, PubMed, Scielo e em livros com as palavras-chave antioxidante, exercício físico, suplementos antioxidantes, vitamina C, nas línguas inglesas, espanhola e portuguesas entre os anos 2000 e 2012.

Foi utilizada a Dietary Reference Intakes (DRI) do ano de 2005 com nível de ingestão da Recommended Dietary Allowance (RDA) como recomendação de vitamina C para adultos saudáveis (IOM, 2000) e livros de nutrição esportiva.

Foram excluídos artigos de revistas populares e trabalhos que não tivessem cunho científico.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 EXERCÍCIO FÍSICO, RADICAIS LIVRES E O ESTRESSE OXIDATIVO

A atividade física pode ser definida como movimentos corporais voluntários, que causam contração muscular e que necessitam de um gasto energético maior que o de repouso (NAHAS; GARCIA, 2010).

Para melhor estudo da atividade física voltada para a saúde, os epidemiologistas a classificam como: não estruturada e estruturada. Por não estruturada entende-se as atividades do dia a dia, como subir escadas, caminhada entre outras atividades rotineiras. A atividade estruturada pode ser definida como planejada, elaborada, com intuito de melhorar o condicionamento físico, incluindo melhora na saúde. Essa atividade física estruturada pode ser chamada de exercício físico (OLIVEIRA e MARCHINI, 2008).

De acordo com diversos estudos realizados o exercício físico regular e moderado traz diversos benefícios à saúde, como: melhora o perfil lipídico, alivia o estresse, aumenta a força muscular, estimula a capacidade de respiração da mitocôndria muscular, melhora o humor e a autoestima, reduz a ansiedade e a depressão, entre outros benefícios (SILVA et al, 2010; KUSMINSKI; SCHERER, 2011).

Contudo, o ideal é que esta atividade seja monitorada, uma vez que o exercício físico de alta intensidade eleva o consumo de oxigênio, o que causa uma maior produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) (VIÑA et al, 2000), os quais podem levar ao estresse oxidativo trazendo prejuízos à saúde.

As EROs é um termo utilizado para abranger não apenas os radicais livres (RL) de oxigênio, mas também os não radicais derivados do O_2 e que podem gerar RL, sendo os principais: Radical superóxido (O_2^-), Peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e Radical hidroxila (OH^-) (CRUZAT et al, 2007).

No entanto, os chamados radicais livres são moléculas muito instáveis, quimicamente muito reativas, com meia-vida curta (SACHDEV; DAVIES, 2008),

produzidas no metabolismo intermediário, que são aumentadas com o exercício físico intenso e de longa duração (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004), e são capazes de reagir com macromoléculas (proteínas, lipídios e carboidratos) e do próprio DNA no interior da célula (KERKSICK; WILLOUGHBY, 2005).

Os radicais livres são considerados moléculas orgânicas ou inorgânicas de existência independente, que contém elétrons desemparelhados em sua órbita mais externa (VIÑA et al, 2000). Apresentam funções importantes ao organismo, atuando na defesa contra infecção através da ativação do sistema imunológico (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004).

Quando a produção de radicais livres é exagerada, ultrapassando a capacidade do sistema antioxidante do organismo, leva ao estresse oxidativo, o que pode resultar de alterações celulares, causando doenças e envelhecimento precoce (CALVO; LÓPEZ, 2011).

5.2 SISTEMAS DE DEFESA ANTIOXIDANTE

O sistema de defesa antioxidante serve para impedir a formação, a ação e também a recuperação de danos nas estruturas biológicas causados pelos radicais livres (BARBOSA et al, 2010).

5.2.1 Defesa endógena

Para um equilíbrio dos efeitos danosos dos radicais livres, o organismo conta com uma equipe de defesa de enzimas antioxidantes localizadas nas mitocôndrias e no citosol, são elas: superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPx) (MARGARITIS et al, 2003).

Dentre as enzimas antioxidantes a SOD é a primeira linha de defesa enzimática, existindo dois tipos dela: citoplasmática, que contém no seu sítio de ativação o cobre e o zinco (CuZn-SOD); matriz mitocondrial, que depende do manganês para sua formação (Mn-SOD) (JARAMILLO, 2009). Estudos comprovam que a SOD é aumentada em resposta a exercícios com uma maior produção em

indivíduos treinados quando comparado a sedentários. Quanto maior a produção da SOD, maior a resistência para o estresse oxidativo. (URSO; CLARKSON, 2003).

A CAT é uma hemoproteína, presente peroxissomos e mitocôndria. Ela transforma o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, evitando assim, a formação de novos radicais livres (FERREIRA, 2010).

A GPx está localizada no citoplasma e na mitocôndria, amplamente distribuída nos tecidos. Para que a enzima possa realizar sua atividade de proteção da célula contra a ação das EROS, ela depende do mineral selênio (NICOLODI, 2010).

5.2.2 Defesa exógena

As vitaminas têm um papel importante na defesa contra os radicais livres. As principais são vitamina C, A e E. Carotenóides e polifenóis também fazem parte deste grupo de substâncias exógenas antioxidantes fornecidas pela dieta (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007). Neste estudo, o foco será dado à vitamina C, em virtude do maior número de trabalhos nesta área.

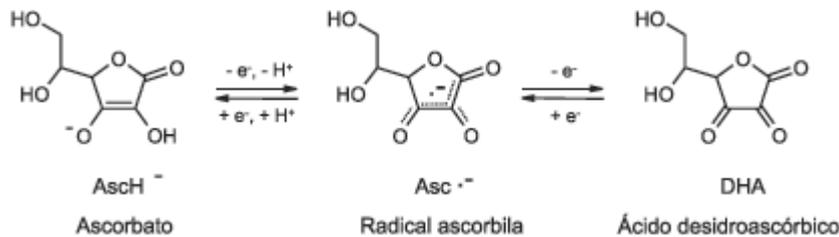
A vitamina C ou ácido ascórbico é um antioxidante hidrossolúvel, que apresenta várias funções no organismo e não é sintetizada pelo mesmo. Esta atua como cofator para enzimas envolvidas na biossíntese de colágeno, hormônios adrenais, carnitina e neurotransmissores (MANELA-AZULAY et al, 2003). Estudos também apontam seu envolvimento na regulação do metabolismo do ferro não heme, aumentando sua absorção e utilização. Ela está diretamente ligada à melhora da resposta do sistema imunológico e na proteção das células em relação ao dano causado por radicais livres de oxigênio (CLARK, 2009).

A deficiência grave de vitamina C leva ao escorbuto e outros danos como distúrbios neuróticos tais quais hipocondria, histeria e depressão, sendo rapidamente desaparecidos com a administração de doses terapêuticas da vitamina (OLIVEIRA e MARCHINI, 2008).

Esta possui também a função de regenerar a vitamina E, visto que a mesma após doar elétrons para estabilização de um radical livre, oxida-se podendo também gerar danos à saúde. A vitamina C então, doa um elétron ao radical α -tocoferoxil (URSO;CLARKSON, 2003), reciclando-o a tocoferol, e sendo eliminada pela urina como ascorbil.

Figura 1: Oxidação do ácido ascórbico pela doação de um elétron (e^-) e oxidação do radical ascorbila

Figura 1: Reação de oxirredução da vitamina C.



Fonte: Cerqueira; Medeiros; Augusto, 2007

O radical ascorbila e o ácido desidroascórbico são consequências da oxidação do ácido ascórbico ($AscH^-$) por um e dois elétrons, respectivamente (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007). A vitamina oxidada tem uma melhor absorção pelo organismo, quando comparado a sua forma reduzida. Ela pode ser captada no plasma, na sua forma reduzida, de duas maneiras: através de um sistema de transporte ativo específico e através de um transportador de glicose. (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005).

Diversos estudos têm considerado os efeitos do ácido ascórbico benéficos em muitas doenças humanas, como: aterosclerose, câncer, doenças inflamatórias, entre outras. Porém a sua suplementação, em algumas condições, pode atuar como pró-oxidante devido a sua alta reatividade com os metais de transição (CALVO;LOPEZ, 2011).

A vitamina C quando ingerida em megadoses pode causar náuseas e diarreia, pois a quantidade não absorvida é excretada, causando um efeito osmótico da passagem pelo intestino devido a uma saturação na absorção (JACOBS JR;

GROSS; TAPSELL, 2009) que é de aproximadamente 2 a 3g por dia. Outros efeitos nocivos da super dosagem é a sua excreção pela urina na forma de compostos oxálicos, treônicos e diarcórbico que são substâncias facilitadoras dos aparecimentos de cálculos renais (OLIVEIRA e MARCHINI, 2008).

Diversos estudos confirmam a utilização de uso de suplementos de vitamina C por atletas para melhorar o sistema imunológico e o desempenho no esporte, porém o uso crônico, não só da vitamina C, mas também de outros antioxidantes podem dificultar as adaptações positivas em resposta aos exercícios na defesa endógena. O uso dos antioxidantes irá reduzir o estresse oxidativo o que pode inibir as vias redox que estão associadas ao lado positivo das adaptações aos exercícios e regulação da função do músculo (RISTOW et al, 2009).

Os alimentos que possuem boas fontes de vitamina C incluem certas frutas e vegetais, como: frutas cítricas, morango, brócolis, folhoso verde, pimentão verde, batatas, couve-flor, entre outras e em quantidades variadas. Existem outras fontes, porém com baixo teor, são elas: leite, carne e cereais (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005). Entretanto, a sua disponibilidade dependerá dos processamentos que serão levados as frutas e os vegetais (ROSA, 2007) entre outros fatores.

Segundo a Dietary Reference Intakes (DRI) de 2000, com base na Recommended Dietary Allowance (RDA), é recomendada a ingestão de 90mg para homens e 75mg para mulheres de vitamina C por dia para atender a necessidade nutricional de uma população sadia (IOM, 2005). Estes valores são facilmente alcançáveis com uma alimentação adequada.

5.3 RESULTADOS DE ESTUDOS SOBRE A SUPLEMENTAÇÃO DE ANTIOXIDANTES (Tabela 1)

Tabela 1 - Estudos sobre suplementação de vitamina C e outros antioxidantes

Autor, ano	Suplemento	Metodologia	Principais resultados
<i>NIEMAN et al., 2002</i>	Vitamina C	Estudos em humanos. Suplementação de 3 cápsulas contendo 500mg/dia de	Nenhum resultado correlacionado com desempenho físico dos

		<p>vitamina C e cápsulas com placebo, durante 7 dias em corredores de ultramaratona do sexo feminino e masculinos com idades entre 20 e 70 anos.</p> <p>-15 suplementados -13 placebo</p>	<p>atletas.</p>
<p><i>GOMES-CABRERA, et al., 2008</i></p>	<p>Vitamina C</p>	<p>Humanos: suplementação de 1g de vitamina C durante 8 semanas em homens saudáveis sedentários com idade em 30.8 ± 5.7. Foram submetidos ao exercício máximo em bicicleta ergométrica.</p> <p>-5 suplementados -9 placebos</p> <p>Ratos: Suplementação de $0,24\text{mg}/\text{cm}^2$, com 2 protocolos, duração de 3 e 6 semanas.</p>	<p>Impediu adaptações celulares, prejudicando rendimento tanto em seres humanos quanto em ratos.</p>
<p><i>MARGARITIS et al., 2003</i></p>	<p>Misto: selênio, vitaminas A, C e E.</p>	<p>Estudos em humanos. Suplementação de 150g de selênio, 2000UI de vitamina A, 120mg de vitamina C e 30UI de vitamina E em triatletas masculinos franceses durante 10 semanas.</p> <p>-10 suplementados -10 placebo</p>	<p>Aumento da taxa de antioxidantes no plasma em resposta ao exercício, porém não é comentado se houve aumento no desempenho físico.</p>
<p><i>KHASSAF et</i></p>	<p>Vitamina C</p>	<p>Estudo em humanos.</p>	<p>Aumento da taxa de</p>

<i>al., 2003</i>		Suplementação de 500mg/dia, durante 8 semanas em 16 indivíduos sedentários do sexo masculino de 28±2 anos, submetidos a exercícios na bicicleta.	antioxidantes endógenos, porém não foi observado diferença no desempenho físico.
<i>ZOPPI et al., 2006</i>	Vitamina C e vitamina E	Estudos em humanos. 10 atletas de futebol do sexo masculino, entre 18±1 anos. Suplementação de 1000mg/dia de vitamina C e 800mg/dia de vitamina E, durante 90 dias - 5 suplementados - 5 placebos	Não houve melhora no desempenho físico dos atletas.
<i>RISTOW et al., 2009</i>	Vitamina C e vitamina E	Estudo em humanos. Suplementação de 1000mg/dia de vitamina C e 400UI de vitamina E, durante 4 semanas em homens fisicamente ativos e sedentários. Foram submetidos a exercícios de 45min em forma de circuito. Fisicamente ativos: - 10 suplementados - 10 placebos Sedentários: - 10 suplementados - 10 placebos	Redução do estresse oxidativo nos suplementados, porém sem resultados para o desempenho físico.
<i>CHEN et al., 2010</i>	L-arginina e antioxidantes (Herbalife)	Estudos em humanos. 16 ciclistas do sexo masculino, entre 50 e 73 anos, foram submetidos a exercícios	Melhora do desempenho em exercícios nos ciclistas idosos suplementados.

		<p>moderado a intenso.</p> <p>Suplementação durante 3 semanas</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 suplementados - 8 placebos 	<p>Porém o artigo não apresenta quais são os antioxidantes e quantidades de cada.</p>
<i>RYAN MJ et al., 2010</i>	Vitamina C e vitamina E	<p>Estudo em ratos.</p> <p>Suplementação de 20g/kg/dia de vitamina C e 30g/kg/dia de vitamina E. Foram submetidos a estimulação elétrica.</p> <p>Ratos jovens (3 meses)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 7 suplementados - 7 placebos <p>Ratos velhos (30 meses)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 7 suplementados - 7 placebos 	<p>Efeitos positivos em relação a estimulação elétrica para ratos idosos.</p>
<i>ROBERTS et al., 2011</i>	Vitamina C	<p>Estudo em humanos.</p> <p>Suplementação de 1000mg/dia de vitamina C em um grupo, e outro grupo consumiu placebo, durante 4 semanas com homens fisicamente ativos, submetidos a corrida.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 suplementados - 7 placebos 	<p>Não houve melhorias no desempenho físico com a suplementação de vitamina C.</p>
<i>YFANTI et al., 2011</i>	Vitamina C e vitamina E.	<p>Estudos em humanos.</p> <p>Suplementação de 500mg de vitamina C e 400UI de vitamina E em um grupo, e o outro grupo consumiu placebo, durante 16 semanas. No total foram 21 homens saudáveis e fisicamente ativos submetidos</p>	<p>Não houve diferenças no desempenho físico dos indivíduos suplementados e placebos.</p>

		a treinamento de bicicleta, com idades respectivamente 29 ± 5 e 31 ± 5 . - 11 suplementados - 10 placebo	
<i>THEODOROU et al., 2011</i>	Vitamina C e vitamina E	Estudo em humanos. Suplementação de 1000mg/dia de vitamina C e 400UI/dia de vitamina E em homens durante 11 semanas. Foram submetidos a exercícios excêntricos dos extensores de joelho - 14 suplementados - 14 placebos	Nenhum efeito nas medidas de resultados fisiológicos e bioquímicos.
<i>HIGASHIDA et al., 2011</i>	Vitamina C e vitamina E	Estudo em ratos. Suplementação de 750mg/kg/dia de vitamina C e 150mg/kg/dia em ratos do sexo masculino, treinados, com 3 meses de idade. O estudo durou 8 semanas e os ratos foram submetidos a nadar. - 6 suplementados - 3 placebos	Nenhum efeito da suplementação em relação ao desempenho físico.

Foram analisados doze estudos envolvendo a suplementação de vitamina C isolada ou associada a outros nutrientes, porém com metodologia variada, o que dificulta a comparação entre os diversos autores e a proposição de forma de suplementação.

Diante dos dados observados, 8 estudos (67%) que analisaram a suplementação de vitamina C e outros antioxidantes não encontraram resultados

benéficos no treinamento. Apenas 4 estudos (33%) apresentam resultados benéficos na suplementação, sendo que 2 (17%) observaram benefícios de suplementação em ratos e humanos idosos também, no desempenho físico. Apenas 2 artigos (17%) obtiveram resultados positivos para o organismo, sendo 1 com suplementação de vitamina C em atletas e o outro com a combinação de antioxidantes (vitamina E, C, A e selênio) em quantidades nutricionais, ou seja, que podem ser obtidas através de uma alimentação equilibrada.

Segundo o estudo de 2008, a suplementação de antioxidante pode bloquear sinalizações oxidativas, geradas pelos radicais livres, que causam adaptações do músculo aos exercícios por regulação da expressão dos antioxidantes enzimáticos, incluindo SOD, CAT e GPx (GOMES-CABRERA et al, 2008).

Higashida et al (2011), estudaram a combinação da suplementação de vitamina C e da vitamina E em ratos para avaliar as respostas adaptativas das mitocôndrias sob exercício físico. Os exames para marcação de estresse oxidativo não obtiveram efeitos positivos nas adaptações, ou aumento de resistência.

Ristow et al (2009), estudaram o efeito da combinação da suplementação de vitamina C e vitamina E em indivíduos fisicamente ativos e indivíduos sedentários. Eles observaram que houve uma redução da formação de radicais livres nos músculos esqueléticos dos suplementados com vitamina C e E, mas o VO_2 máx foi medido apenas antes do início do treinamento, sendo assim, não há como tirar uma conclusão se a suplementação dos antioxidantes beneficiou ou não na capacidade de resistência ao exercício.

O estudo de Theodorou e colegas (2011), não encontrou qualquer efeito da combinação da suplementação de vitamina C e vitamina E em resposta ao exercício em relação ao dano muscular, desempenho, biomarcadores sanguíneos redox e hemólise.

Gomes-Cabrera et al (2008), testaram a suplementação de vitamina C em seres humanos e em ratos. A conclusão do estudo foi que a suplementação de antioxidantes reduz a eficiência do treinamento, uma vez que, o próprio exercício aumenta a expressão de dois antioxidantes endógenos: SOD E GPx. Com a

suplementação, este estímulo de produção das enzimas é reduzido, não obtendo adaptações necessárias para o aumento do desempenho físico.

Roberts et al (2011), testaram o efeito da suplementação de vitamina C em indivíduos ativos submetidos a corrida. Não foi encontrado nenhum efeito significativo no desempenho físico medido através do VO_2 máx nem no metabolismo de substratos.

Yfanti et al (2011), não encontraram nenhuma diferença significativa no desempenho físico, através do VO_2 máx, de indivíduos suplementados com a combinação de vitamina C e vitamina E e placebos. Detectaram efeito pró-oxidante da suplementação de vitamina C, pois o nível de peroxidação lipídica no sangue foi maior no grupo suplementado.

Nieman et al (2002), testaram o efeito da vitamina C em atletas de ultramaratona, porém não foi realizado nenhum teste para medir o nível de desempenho físico dos atletas do grupo suplementado e do grupo placebo.

Zoppi et al (2006), estudaram a combinação de vitamina C e vitamina E em jogadores profissionais de futebol durante uma pré temporada de competição. Houve o controle de dieta dos atletas de ambos os grupos- suplementados e placebo- de acordo com a RDA, para que fosse garantido que os suplementados ingerissem maiores quantidades de antioxidantes. Contudo, não foi observada melhora no desempenho físico dos atletas.

Ryan e seus colegas (2010), também analisaram o efeito da suplementação combinada de vitamina C e vitamina E em ratos, comparando ratos jovens e ratos idosos, separando cada grupo em mais dois, os suplementados e os controles. Eles constataram um aumento de massa muscular nos dois grupos e um aumento no nível dos antioxidantes endógenos após a estimulação elétrica, mostrando a presença do estresse oxidativo. No entanto, o grupo de ratos idosos suplementados foi o único que obteve efeitos positivos com a suplementação: a redução do estresse oxidativo.

Margaritis et al (2003), obtiveram respostas positivas com a combinação de um complexo de antioxidantes, incluindo selênio, vitaminas A, C e E. A combinação continha doses nutricionais, o que pode ser obtido através da alimentação. Houve um reforço da resposta de antioxidantes durante o exercício, com isso, uma diminuição do estresse oxidativo induzido pelo exercício, porém não foi comentado se houve ou não um aumento do desempenho físico dos atletas.

No estudo de KHASSAF et al (2003), também foi observado um aumento dos antioxidantes endógenos no plasma em resposta ao exercício, apenas com a suplementação de vitamina C. Este estudo também não comentou sobre o desempenho físico dos indivíduos.

Chen et al (2010), testaram a suplementação de L-arginina e antioxidantes em ciclistas idosos. Os resultados foram benéficos para os suplementados, com métodos através da coleta de sangue e medição do linear anaeróbico, não obtendo diferenças no VO_2 máx. No estudo não foi comentado quais antioxidantes foram utilizados, dificultando o desfecho do estudo e a comparação com outros.

O que se observou de mais importante em todos estes estudos é que as dosagens utilizadas excedem largamente as recomendações nutricionais dos antioxidantes utilizados. Este aumento muitas vezes é contra produtivo às adaptações fisiológicas necessárias após a atividade física. Além disso, nenhum dos estudos conseguiu demonstrar impacto positivo no desempenho esportivo após a suplementação. Desta forma, com base nesta revisão bibliográfica, não é possível recomendar dosagens extras de vitamina C a atletas ou praticantes de atividade física.

Foi observado, através de estudos, que a o consumo dos alimentos, com ênfase as frutas e verduras, é aconselhável para a obtenção de nutrientes quando comparado à suplementação. A sinergia que os alimentos apresentam entre si gera benefícios à saúde, uma vez que, oferecem as quantidades necessárias do organismo por dia, em várias refeições, o que facilita a absorção desses nutrientes e utiliza de maneira equilibrada suas células, como exemplo as enzimas. Dentre os



benefícios estão: a prevenção de câncer, doenças cardiovasculares, neurológicas, gastrointestinais, entre outras (WATSON; PREEDY, 2013).

O benefício da suplementação é, de fato, para pessoas com deficiência nutricional ou com doenças reversíveis ou amenizadas com doses elevadas de nutrientes específicos. Todavia, para pessoas saudáveis a suplementação pode ser uma desvantagem, uma vez que altas doses de algumas vitaminas apresentam risco de toxicidade. Outro aspecto de sinergia é que os nutrientes afetam a absorção de um com outro quando ingeridos em megadoses (JACOBS JR; GROSS; TAPSELL, 2009).

6 CONCLUSÃO

Os estudos analisados, tanto de humanos quanto os de ratos, tiveram resultados conflitantes e confusos quanto à eficácia da suplementação de vitamina C e outros antioxidantes no desempenho esportivo. As diversas metodológicas dos trabalhos contribuíram para resultados variados. Diante disto dúvidas são levantadas sobre a validade do uso de suplementos antioxidantes por via oral.

Mesmo os artigos que são a favor da suplementação de vitamina C e outros antioxidantes, relatam a necessidade de mais estudos para resultados mais consistentes e significantes. Para isto é observada a necessidade de estudos mais padronizados com melhores protocolos, como: padronização das idades dos participantes, quantidades de suplementação, duração do estudo, tipo de exercício, intensidade, indivíduos treinados ou sedentários, entre outros. Também não foram identificados estudos brasileiros importantes nesta área.

Com base nos resultados conflitantes sobre os efeitos de doses mais elevadas de vitamina C e outros antioxidantes, no mundo dos esportes, é recomendado que os indivíduos saudáveis tenham uma dieta equilibrada com adequadas quantidades de vitaminas e minerais, e também um treinamento regular para melhora do seu desempenho físico.

Neste sentido, o nutricionista torna-se essencial na equipe que acompanha o atleta, pois poderá, a partir da avaliação dietética, clínica e laboratorial definir com maior precisão a necessidade de complementação alimentar ou suplementação dietética.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Kiriaque et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Rev. Nutri.**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 629-643, jul/ago. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732010000400013&script=sci_arttext> Acesso em: 1 out. 2012.

CALVO, González; LÓPEZ, Garcia. Ejercicio físico y radicales libres, ¿es necesaria una suplementación con antioxidantes?. **Rev. int. med. cienc. act. fis. deporte**, v. 12, n. 46, p. 369-388, 2011.

CERQUEIRA, F., MEDEIROS, M., AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p.441-449, 2007.

CHEN, Steve et al. Arginine and antioxidants supplement on performance in elderly male cyclists: a randomized controlled trial. 2010. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, n. 7, p. 1-7, 2010. Disponível em: <<http://www.jissn.com/content/pdf/1550-2783-7-13.pdf>> Acesso em: 28 out. 2012.

CLARK, Nancy. Guia de Nutrição desportiva: alimentação para uma vida ativa. 4ªEd., Porto Alegre: Artmed, 2009, 352 p.

CRUZAT, V. et al. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. **Rev. Bras. Med. Esporte**, São Paulo, v. 13, n. 5, p. 336-342, set./out. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v13n5/11.pdf>> Acesso em: 2 nov. 2012.

FERREIRA, Diane. Parâmetros de estresse oxidativo e estudo de lesões histopatológicas em jundiás (*Rhamdia quelen*) exposto a agroquímicos – Santa Maria, RS, Brasil. Universidade Federal de Santa Maria, 2010. 55p. (Dissertação de mestrado - Farmacologia).

GOMEZ-CABRERA, Mari-Carmen et al. Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance. **American Society for Clinical Nutrition.**, v. 87, n. 1, p. 142-149. Jan. 2008. Disponível em: <<http://ajcn.nutrition.org/content/87/1/142.full>> Acesso em: 2 set. 2012.

HIGASHIDA, Kazuhiko et al. Normal adaptations to exercise despite protection against oxidative stress. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, Rockville, v. 301, n. 5, p. 779-784, 1 nov. 2011.

Intitute of Medicine (IOM)/Food and Nutrition Board. Dietary References Intakes: applications in dietary planning. Washington, National Academy Press, 2005.

JACOBS JR, D.; GROSS, M.; TAPSELL, L. Food synergy: an operational concept for understanding nutrition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Minneapolis, v. 89, n. 5, May 2009. Disponível em: <<http://ajcn.nutrition.org/content/89/5/1543S.full>> Acesso: 19 nov. 2012.

JARAMILLO, Melba et al. Increased Manganese Superoxide Dismutase Expression or Treatment with Manganese Porphyrin Potentiates Dexamethasone-Induced Apoptosis in Lymphoma Cells. **Cancer Res.**, Tucson, v. 69, n. 13, p. 5450-5457, 1 July. 2009. Disponível em: <<http://cancerres.aacrjournals.org/content/69/13/5450.full.pdf+html>> Acesso em: 28 set. 2012.

KERKSICK, C.; WILLOUGHBY, D. The Antioxidant Role of Glutathione and N-Acetyl-Cysteine Supplements and Exercise-Induced Oxidative Stress. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Waco, v. 2, n.2, p.38-44, nov. 2005.

KHASSAF, M et al. Effect of vitamin C supplements on antioxidante defence and stress proteins in human lymphocytes and skeletal muscle. **The Journal of Physiology**, v. 549, n. 2, p. 645-652, abr. 2003. Disponível em: <<http://jp.physoc.org/content/549/2/645.full.pdf+html>> Acesso em: 19 set. 2012.

KOURY, Josely; DONANGELO, Carmen. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. **Rev. Nut.**, Campinas, v. 16, n. 4, p. 433-441, out./dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v16n4/a07v16n4.pdf>> Acesso em: 1 nov. 2012.

KUSMINSKI, C. M.; SCHERER, P.E. Mitochondrial dysfunction in White adipose tissue. **Trens in Endocrinology and Metabolism**, Dallas, v. 23, n. 9, p. 435-443, set. 2012.

KREIDER, Richard et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Texas, v. 7, n. 7, p. 2-43, 2010. Disponível em: <<http://www.jissn.com/content/pdf/1550-2783-7-7.pdf>> Acesso em: 26 out. 2012.

LUKASKI, Henry. Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance. **Nutrition**, Grand Forks, v. 20, n.7/8, p.632-644, July. 2004. Disponível em: <<http://naldc.nal.usda.gov/download/42756/PDF>> Acesso em: 1 nov. 2012.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca Ltda., 2005. 1089 p.

MALTA, D. B.; NETO, O. L. M.; JUNIOR, J. B. S. Apresentação do plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2011 a 2022. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 425-438, dez. 2011. Disponível em: < <http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/ess/v20n4/v20n4a02.pdf>> Acesso em: 31 ago. 2012.

MANELA-AZULAY, Mônica. et al. Vitamina C. **Na. Bras. Dermatol**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p. 265-274, maio/jun. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abd/v78n3/16303.pdf>> Acesso em: 19 set. 2012.

MARGARITIS, Irene et al. Antioxidant Supplementation and Tapering Exercise Improve Exercise-Induced Antioxidant Response. **Journal of the American College of Nutrition**, Rennes, v. 22, n. 2, p. 147-156, 2003.

NAHAS, M. V.; GARCIA, L. M. T. Um pouco de história, desenvolvimentos recentes e perspectivas para a pesquisa em atividade física e saúde no Brasil. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 135-148, mar. 2010. Disponível em: <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S1807-55092010000100012&script=sci_arttext&tlng=es> Acesso em: 30 ago. 2012.

NICOLODI, Paula. et al. Perfil proteico e metabolismo oxidativo de cordeiros experimentalmente infectados pelo *Haemonchus contortus* e suplementados com selênio e vitamina E. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 561-567, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n3/a510cr2253.pdf>> Acesso em: 20 set. 2012.

NIEMAN, David et al. Influence of vitamin C supplementation on oxidative and immune changes after an ultramarathon. **J. Appl. Physiol**, v. 92, n. 5, p. 1970-1977, May. 2002. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/content/92/5/1970.full.pdf+html>> Acesso em: 11 out. 2012.

OLIVEIRA, J. E. D.; MARCHINI, J. S. Ciências nutricionais: aprendendo a aprender. 2 Ed. , São Paulo, SERVIER, 2008. 760 p.

PANZA, V.P. et al. Consumo alimentar de atletas: reflexões sobre recomendações nutricionais, hábitos alimentares e métodos para avaliação do gasto e consumo energéticos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 20, n.6, p. 681-692, nov./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v20n6/a10v20n6.pdf>> Acesso em: 1 set. 2012.

RISTOW, Michael et al. Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans. **PNAS**, Boston, v. 106, n. 21, p. 8665-8670, 26 maio. 2009.

ROBERTS, L.A. et al. Vitamin C consumption does not impair training-induced improvements in exercise performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Liverpool, v. 6, n. 1, p. 58-69, 2011.

ROSA, Jeane et al. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciênci. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 837-846, out./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n4/25.pdf>> Acesso em: 1 nov. 2012.

RYAN, M.J. et al. Vitamin E and C supplementation reduces oxidative stress, improves antioxidant enzymes and positive muscle work in chronically loaded muscles of aged rats. **Experimental Gerontology**, Morgantown, v. 45, n. 11, p. 882-895, 2010.

SACHDEV, S.; DAVIES, K. J. A. Production, detection, and adaptative responses to free radicals in exercise. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 44, n. 2, p. 215-223, jan. 2008.

SCHNEIDER, C.; OLIVEIRA, A. Radicais livres de oxigênio e exercícios: mecanismos de formação e adaptações ao treinamento físico. **Rev. Bras. Med.**

Esporte, v. 10, n. 4, p. 308-313, jul./ago. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbme/v10n4/22047.pdf>> Acesso em: 20 set. 2012.

SILVA, R.S. et al. Atividade física e qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, Pelotas RS, v. 15, n. 1, p. 115-120, 2010.

THEODOROU, A.A. et al. No effect of antioxidant supplementation on muscle performance and blood redox status adaptations to eccentric training. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n. 6, p. 1373-1383, 2011.

URSO, Maria; CLARKSON, Priscilla. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. **Toxicology**, Amherst, v. 10, n. 184, p. 41-54, 2003.

VIÑA, J. et al. Free Radicals in Exhaustive Physical Exercise: Mechanism of Production, and Protection by Antioxidants. **IUBMB LIFE**, Valencia, v. 50, p. 271-277, 2000.

WATSON, Ronald; PREEDY, Victor. Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases. Oxford, Elsevier Inc. 2013. 654 p.

YFANTI, C. et al. Effect of antioxidante supplementation on insulin sensitivity in response to endurance exercise training. **American Journal of Physiology**, Liverpool, v. 300, n. 5, p. 761-770, 2011.

ZOPPI, Claudio et al. Vitamin C and E Supplementation Effects in Professional Soccer Players Under Regular. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Salvador v. 3, n. 2, p. 37-44, nov. 2006. Disponível em: <<http://www.jissn.com/content/pdf/1550-2783-3-2-37.pdf>> Acesso em: 28 out. 2012.