

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Educação Física
Curso de Graduação Bacharelado em Educação Física

**SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS ANTIOXIDANTES:
EFEITOS NA HIPERTROFIA MUSCULAR**

Alyson da Fonseca Silva
13/0005045

Brasília, 2017

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Educação Física
Curso de Graduação Bacharelado em Educação Física

**SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS ANTIOXIDANTES:
EFEITOS NA HIPERTROFIA MUSCULAR**

Alyson da Fonseca Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na graduação em Educação Física da Universidade de Brasília como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Martim F. Bottaro Marques

Co-orientador: Prof. Ms. Maurílio Tiradentes Dutra

Brasília, 2017

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, irmão, avós, namorada, amigos e familiares.
Pelo amor, apoio, incentivo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao Deus Pai, Filho e Espírito Santo, pelo dom da vida.

Sou grato aos meus pais, Valdecir Ribeiro Silva e Rosângela Moura da Fonseca Silva, por todo amor e dedicação que empenharam e empenham a mim ao longo dos últimos 22 anos.

Ao meu irmão, André da Fonseca Silva pela companhia e amizade.

Aos meus avós maternos, Bonifácio e Marizete, e avó paterna, Corina, e avó paterno Virgílio (*in memoriam*) pelo auxílio e cuidado nas eventuais ausências dos meus pais.

A todos os amigos e familiares que, embora não citados nominalmente, são parte da minha vida.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Martim Bottaro, e a meu professor co-orientador Maurílio Tiradentes Dutra pela paciência, apoio e orientação ao longo do curso; e ao amigo Sávio Alex pelas importantes contribuições ao trabalho.

A todos os professores da graduação em Educação Física da UnB pela contribuição na minha formação.

Agradeço também a todos os colegas de graduação e Iniciação Científica integrantes do Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força, pela contribuição direta e indireta na coleta de dados e realização do trabalho.

As participantes do estudo, que ofereceram voluntariamente tempo e paciência.

A Faculdade de Educação Física da UnB por oferecer a estrutura de laboratórios necessária à coleta de dados.

Pela Farmacotécnica de Brasília, pelo fornecimento das cápsulas de vitamina. E ao Programa de Iniciação Científica da Universidade de Brasília (ProIC/UnB), por conceder bolsa.

“E disse Deus ainda: Eis que vos tenho dado todas as ervas que dão semente e se acham na superfície de toda a terra e todas as árvores em que há fruto que dê semente; isso vos será para mantimento”.

Bíblia Sagrada, Gn 1: 29-31.

Suplementação de antioxidantes e hipertrofia

Projeto de pesquisa aprovado pelo comitê de ética do Centro Universitário de Brasília - UNICEUB sob o número 1.515.933.

Quantidade de palavras: 4.184

Artigo Original

SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS ANTIOXIDANTES: EFEITOS NA HIPERTROFIA MUSCULAR

SUPPLEMENTATION OF ANTIOXIDANT VITAMINS: EFFECTS ON MUSCULAR HYPERTROPHY

Alyson da Fonseca Silva¹, Maurílio T. Dutra¹, Sávio Alex¹, Martim Bottaro¹

¹ Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília – UnB, Brasília-DF, Brasil.

RESUMO

O treinamento de força (TF) é conhecido por promover adaptações que resultam em hipertrofia muscular. Contudo, poucos estudos analisaram o efeito do TF combinado com a suplementação de antioxidantes na espessura muscular. O presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos de 10 semanas de TF combinado com a suplementação de vitaminas antioxidantes na espessura muscular de jovens universitárias. Trinta e três mulheres jovens destreinadas foram distribuídas em três grupos: Vitaminas (GV, n = 12), Placebo (GP, n = 11) e Controle (GC, n = 10). As participantes dos grupos GV e GP realizaram um programa periodizado de TF para membros inferiores, duas vezes por semana, durante 10 semanas. O grupo GV suplementou com vitamina C (1g/dia) e E (400UI/dia) durante o período de treinamento. A espessura do músculo quadríceps femoral do membro inferior dominante foi analisada por meio de ultrassonografia. Anova fatorial mista e o Teste-T pareado foram utilizados para comparar diferenças entre os grupos nos momentos pré e pós TF. Tanto o grupo suplementado (+11,6%) quanto o grupo placebo (+ 17,1%) apresentaram aumento dos valores de espessura muscular após 10 semanas de TF. No entanto, apesar de não haver diferença entre os grupos GV e GP, apenas o grupo placebo apresentou ganho significante de espessura muscular quando comparado ao GC (17,1% vs 2,0%).

Palavras-chave: Treinamento de força. Hipertrofia. Antioxidantes. Vitamina C. Vitamina E.

ABSTRACT

Strength training (ST) is known to promote adaptations that result in muscle hypertrophy. However, few studies have analyzed the effect of ST combined with antioxidant supplementation on muscle thickness. The present study aimed to investigate the effects of 10 weeks of ST combined with supplementation of antioxidant vitamins in the muscular thickness of university students. Thirty-three untrained young women were divided into three groups: Vitamins (VG, n = 12), Placebo (PG, n = 11) and Control (CG, n = 10). Participants of the VG and PG groups performed a periodized ST program for lower limbs, twice a week, during 10 weeks. The VG group supplemented with vitamin C (1g / day) and E (400UI / day) during the training period. The thickness of the quadriceps femoris muscle of the dominant lower limb was analyzed by ultrasonography. Anova, and the paired T-test were used to compare differences between groups at pre and post TF moments. Both supplemented (+ 11.6%) and placebo groups (+ 17.1%) presented increased values of muscle thickness after 10 weeks of ST. However, although there was no difference between the VG and PG groups, only the PG presented a significant gain of muscle thickness when compared to CG (17,1% vs 2,0%).

Keywords: Strength training. Hypertrophy. Antioxidants. Vitamin C. Vitamin E.

Introdução

O treinamento de força (TF) gera importantes benefícios para homens e mulheres, pois os ajuda a permanecerem saudáveis e retarda o processo natural de envelhecimento, que pode levar à perda de massa muscular (sarcopenia) e a uma subsequente incapacidade física (1). O corpo humano possui uma tendência natural de se adaptar mediante desafios externos. O TF trabalha com o princípio da sobrecarga, que afeta o funcionamento do organismo pelo rompimento de sarcômeros, diminuição das reservas de energia, e aumento de metabólitos (2). Em resposta a estas mudanças o corpo gera um aumento de sua massa muscular para poder superar a sobrecarga imposta, este aumento é conhecido como hipertrofia (1).

O primeiro passo necessário para gerar hipertrofia é proporcionar um estímulo adequado para a ativação das unidades motoras. Se um músculo específico não for estimulado para produzir força, ele não vai responder nem se adaptar ao estímulo. A hipertrofia decorre então de um aumento na área de secção transversa das fibras musculares que é atribuído ao acréscimo na quantidade dos filamentos de actina e miosina e à adição de sarcômeros dentro das fibras musculares (1). De modo geral, a hipertrofia decorre de um aumento na síntese protéica ou de uma diminuição da degradação protéica (catabolismo), ou ambos. Porém, as células do organismo humano encontram-se constantemente em oxidação (3), tendendo ao catabolismo. Além disso, os exercícios físicos causam microlesões, o que gera um desequilíbrio entre os sistemas oxidantes e antioxidantes, em favorecimento dos oxidantes (3), e isso gera um estresse oxidativo no organismo.

O estresse oxidativo está presente nos tecidos lesionados, e a magnitude da lesão é proporcional à geração de espécies reativas de oxigênio (3). A geração dessa espécie conduz à oxidação de biomoléculas (3). O que causa uma perda em suas funções biológicas e/ou desequilíbrio homeostático, cuja manifestação é o dano oxidativo potencial contra células e tecidos (3). Dentre as espécies reativas encontram-se os radicais livres e as espécies reativas não radicais. O exercício pode aumentar a produção de radicais livres, isso produz alterações no estado redox que pode exercer um estresse oxidativo nos músculos e outros tecidos levando a alterações de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (4). Sabendo disso, muitos atletas e adeptos ao TF, fazem uso de suplementação de antioxidantes na esperança de combater esse estresse oxidativo.

A interação entre a suplementação de antioxidantes e os exercícios tem recebido maior atenção recentemente (5). Apesar de haver uma incerteza quanto ao papel exato dos radicais livres após a contração muscular repetitiva e danos musculares, é prática comum para os atletas usarem antioxidantes de forma terapêutica para prevenir a produção de radicais livres pós-exercício e dor muscular tardia (6). No entanto, os efeitos crônicos dessa prática são pouco conhecidos na literatura. Na verdade uma recente revisão mostrou que os radicais livres podem exercer um papel relevante na sinalização de vias hipertróficas (4). O possível mecanismo responsável por isso, em decorrência do TF, é a infiltração de leucócitos no tecido muscular após a geração de microlesões e a subsequente geração de radicais livres, que ajudam a sinalizar para o reparo do dano. E isso põe em questionamento se realmente a suplementação de antioxidantes cronicamente é válida.

Ainda assim, dentre os antioxidantes exógenos mais comuns encontram-se o ácido ascórbico (vitamina C), presente em alimentos como frutas cítricas, brócolis, morango (1) e o alfa-tocoferol (vitamina E), presente em óleos vegetais, nozes e sementes por exemplo. O ácido ascórbico é um antioxidante dietético, solúvel em água no compartimento citosólico da célula e no compartimento extracelular fluido, e é conhecido por ser um poderoso inibidor de

espécies reativas (6). O alfa-tocoferol também é dietético, sendo um antioxidante lipossolúvel mais atuante nas membranas celulares (6). Segundo Close et al. (6), resultados mostram que a suplementação com ácido ascórbico aumenta sua concentração plasmática, resultando na diminuição da concentração de marcadores de peroxidação lipídica em comparação com um placebo. Portanto, os dados sugerem que a vitamina C é capaz de eliminar o excesso da produção de radicais livres antes que a peroxidação lipídica ocorra (6). Porém, o uso de altas dosagens de suplementos antioxidantes tem sido questionado por cientistas, mostrando recentemente nenhum efeito, ou efeitos adversos nas adaptações ao treinamento (5).

De acordo com uma recente revisão (7), muitos estudos mostram que a suplementação de antioxidantes atenua o estresse oxidativo agudo induzido pelo exercício. No entanto, evidências das implicações fisiológicas desta suplementação, do ponto de vista crônico, são escassas e ainda inconsistentes (7). Além disso, um corpo crescente de estudos indicam efeitos prejudiciais da suplementação de antioxidantes nos benefícios e desempenho do treinamento físico, uma vez que as espécies reativas de oxigênio, ao contrário do que se acreditava, podem exercer papel importante na sinalização de adaptações positivas ao treinamento de força, como mencionado anteriormente (8). Claramente, a literatura científica sobre este tópico é controversa, e os efeitos da suplementação de antioxidantes usados concomitantemente com o treinamento de força precisam ser investigados (5). Em teoria, a suplementação de antioxidantes poderia agir de forma a atenuar a adaptação muscular para o treinamento de força, pois, ao afetar o estado redox celular (isto é, o equilíbrio entre pro-oxidantes e antioxidantes), atrapalharia as adaptações que decorrem da ação das espécies reativas de oxigênio no tecido muscular (5).

Sendo assim, o objetivo desse estudo é verificar os efeitos da suplementação de antioxidantes no aumento da espessura muscular do reto femoral e vasto intermédio.

Métodos

Delineamento do estudo e amostra

O presente estudo tem caráter *quasi* experimental e duplo cego. A amostra foi composta por 33 mulheres jovens universitárias destreinadas ($22,9 \pm 2,5$ anos, $57,7 \pm 8,4$ kg, $1,6 \pm 0,6$ m). Foram consideradas destreinadas as voluntárias que não praticavam TF há seis meses ou mais antes da intervenção. Para recrutamento das participantes, foi realizada a oferta de uma disciplina de prática desportiva de “musculação feminina iniciante” na Universidade de Brasília. Já as voluntárias do grupo controle foram recrutadas por meio de convites e panfletagem no campus da UnB. Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados: a) ser jovem universitária, com idade entre 18 e 30 anos. Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: a) apresentar doenças musculoesqueléticas que contraindiquem a prática de TF; b) apresentar desordem nutricional, metabólica ou endócrina não controlada que sabidamente afete o sistema muscular, tais como hipo ou hipertireoidismo e diabetes tipo 2; c) uso de suplementos vitamínicos; d) tabagismo. As voluntárias responderam a um questionário para obtenção de informações concernentes a histórico médico e co-morbidades. Foram excluídas da análise as voluntárias que não aderiram a pelo menos 85% das sessões de TF e suplementação (8).

Procedimentos experimentais

As voluntárias foram divididas em três grupos: 1) TF com suplementação de vitaminas antioxidantes (GV, n = 12); 2) TF Placebo (GP, n = 11) e 3) Controle (GC, n = 10). No que tange a carga de treino, número de séries e repetições, as voluntárias dos grupos GV e GP realizaram o TF em consonância com as recomendações do Colégio Americano de

Medicina do Esporte (9) para otimizar a hipertrofia muscular em praticantes iniciantes. O treinamento teve como alvo a musculatura dos extensores do joelho. Assim, as voluntárias realizaram prioritariamente os exercícios de afundo e levantamento terra. O treinamento de membros inferiores seguiu a seguinte progressão linear:

- 1) semanas 1 a 3: 2 séries de 10-15 repetições máximas (RM) para ambos exercícios;
- 2) semanas 4 a 6: 3 séries de levantamento terra e 2 séries de afundo de 10-12 RM;
- 3) semanas 7 a 8: 3 séries de 10-12 RM para ambos exercícios;
- 4) semanas 9 a 10: 4 séries de levantamento terra e 3 séries afundo de 8-10 RM.

As sessões de treino foram realizadas duas vezes por semana, às terças e quintas. Além dos exercícios de afundo e levantamento terra foram realizados exercícios complementares para, membros superiores, e abdominais. O intervalo de recuperação entre as séries e entre os exercícios foi mantido em aproximadamente dois minutos (10). A velocidade de contração foi mantida em dois segundos para cada fase do movimento (i.e. concêntrica e excêntrica). Cada voluntária preencheu um registro de treino (repetições e carga realizadas em cada série) durante todo o período da intervenção. Foi mantida a supervisão de profissionais treinados a fim de padronizar a realização dos treinos (8).

Antes do início do treinamento e após 10 semanas, as voluntárias foram submetidas à avaliação morfológica (espessura muscular) e antropométrica (peso, estatura e índice de massa corporal).

Antropometria

Para mensuração da massa corporal foi utilizada uma balança digital com resolução de 50 g (Líder, modelo P 180M, Araçatuba, SP). A mensuração da estatura foi realizada utilizando-se um estadiômetro com resolução de 0,1 cm (Sanny, modelo Profissional, São Bernardo do Campo, SP) fixado na parede. O IMC foi calculado dividindo-se a massa corporal pela estatura ao quadrado (kg/m^2) (11).

Avaliação morfológica

Recentemente, a ultrassonografia tem sido recomendada e utilizada por diversos pesquisadores como método válido para avaliar alterações morfológicas decorrentes do TF, como a espessura muscular (hipertrofia) (12). Assim, as imagens para a avaliação morfológica (espessura muscular) foram obtidas por equipamento de ultrassonografia modo-B com transdutor linear de 7,5 MHz (modelo VMI, Philips Indústria e Comércio Ltda., Lagoa Santa, MG, Brasil). Foram avaliados os ventres musculares que compõem o quadríceps femoral (reto femoral e vasto intermédio). Antes da obtenção da imagem de ultrassonografia, as avaliadas permaneceram em repouso sobre uma maca em decúbito dorsal por 10 minutos a fim de ocorrer à distribuição dos fluidos corporais, eliminando possíveis acúmulos dos mesmos no membro inferior. Para localizar o ponto de medição do quadríceps, uma fita antropométrica foi colocada ao longo do comprimento da coxa da borda superior da patela até a espinha ilíaca ântero-superior. Usando a borda superior da patela como ponto de referência, uma marca foi feita com uma caneta a 50% dessa distância (12). Um esparadrapo foi posicionado sobre a marca em um plano transversal para permitir a análise das imagens no mesmo local, tanto no pré, quanto no pós-treinamento. Um transdutor linear de 7,5 MHz foi colocado sobre a pele em uma posição perpendicular em relação ao esparadrapo e foram realizadas três imagens para análise subsequente. Foi utilizado gel condutor e foram tomados cuidados para que não ocorresse pressão excessiva sobre o tecido nos pontos de medição. Todas as imagens foram recuperadas do ultrassom em formato JPEG e analisadas pelo software Image J (versão 1.50i,

National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, EUA). As avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador.

Suplementação e avaliação nutricional

Todas as voluntárias preencheram um recordatório alimentar por três dias consecutivos uma semana antes do início do TF. As participantes alocadas no GV receberam cápsulas contendo vitamina C (1g) e vitamina E (400UI) que deveriam ser ingeridas diariamente durante as dez semanas de TF. As participantes do grupo GP receberam cápsulas idênticas às do grupo GV contendo excipiente padrão. As cápsulas foram produzidas por uma farmácia de manipulação local (Farmacotécnica®). Todas as participantes dos grupos experimentais, bem como aquelas do GC receberam as seguintes orientações gerais a serem observadas durante todo o período de treinamento: a) não realizar outro tipo de TF além do já praticado na pesquisa (exceto o GC); b) manter a dieta habitual; c) evitar o consumo de álcool, café ou chá; d) não ingerir sucos e/ou bebidas ricos em antioxidantes; e) não ingerir mais do que dois copos (500ml) de sucos por dia.

Cuidados éticos

Os procedimentos executados nesse estudo atenderam aos requisitos fundamentais da resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) 196/96 que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos e foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Brasília – UNICEUB, número do parecer: 1.515.933. Todas as voluntárias assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido contendo os objetivos e os procedimentos, bem como os possíveis riscos e os benefícios decorrentes da participação no estudo.

Análise estatística

Anova fatorial mista (3x2) e o Teste-T pareado foram utilizados para comparar diferenças entre os grupos nos momentos pré e pós TF. Todas as análises foram realizadas através do pacote estatístico SPSS para Windows, versão 20.0.

Resultados

A tabela 1 apresenta as características descritivas da amostra no início da intervenção. Não houve diferença significativa entre os grupos em nenhuma das variáveis.

Além disso, não houve diferença entre os grupos ($p > 0,05$) no que se refere ao ao recordatório alimentar (ingestão calórica total, macronutrientes, vitamina C e vitamina E). Em adição, o volume total de treino realizado pelos grupos GV e GP não foi estatisticamente diferente ($p > 0,05$).

Tabela 1. Características na linha de base da amostra (média \pm DP).

Variável	Grupo		
	Vitaminas (n=12)	Placebo (n=11)	Controle (n=10)
Idade (anos)	22,6 \pm 2,3	22,6 \pm 2,1	23,7 \pm 3,2
Massa corporal (kg)	59,3 \pm 6,9	58,7 \pm 9,9	54,9 \pm 8,5
Estatura (m)	1,64 \pm 0,07	1,66 \pm 0,11	1,66 \pm 0,07
IMC (kg/m ²)	21,9 \pm 2,9	21,8 \pm 3,1	20,1 \pm 3,1
Aderência ao treinamento (%)	90,4 \pm 2,6	91,4 \pm 2,3	NA
Aderência a Suplementação (%)	97,0 \pm 3,3	97,3 \pm 4,0	NA

Todos $p > 0.05$. NA: não se aplica

A tabela 2 apresenta os principais achados do presente estudo. Tanto o grupo suplementado (+11,6%) quanto o grupo placebo (+ 17,1%) apresentaram aumento dos valores de espessura muscular após 10 semanas de TF (Teste-T pareado, $p < 0,05$). Isso não ocorreu com o GC (+2,0%, $p > 0,05$). No entanto, apesar de não haver diferença entre os grupos GV e GP, apenas o grupo placebo apresentou ganho significativo de espessura muscular (hipertrofia) quando comparado ao GC (Anova, GP vs GC, $p = 0,05$).

Tabela 2. Espessura muscular do quadríceps femoral antes e após a intervenção (Média \pm DP)

Variável	Grupo					
	Vitaminas (n=12)		Placebo (n=11)		Controle (n=10)	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós
Espessura muscular (mm)	41.7 \pm 5.9	46.4 \pm 6.9*	41.2 \pm 5.7	48.1 \pm 6.2*#	37.6 \pm 7.1	38.2 \pm 7.5

* = $p < 0,05$ comparado ao pré-treino (Teste-T pareado). # = $p \leq 0,05$ comparado ao Controle (Anova).

Discussão

O objetivo desse estudo foi verificar os efeitos crônicos do TF aliado a suplementação de vitaminas C e E na hipertrofia, mais especificamente na espessura muscular do reto femoral e vasto intermédio. Sendo o principal achado, que a suplementação destes antioxidantes tende a atrapalhar o ganho de massa muscular, visto que somente o GP teve um ganho estatisticamente significativo se comparado ao grupo controle.

A este respeito, existem poucas evidências disponíveis na literatura e os resultados de investigações anteriores são conflitantes. Enquanto alguns resultados mostraram efeitos positivos da suplementação (13), outros apresentaram resultados negativos (5,14) ou não observaram nenhum efeito (15). Diferenças nas características dos sujeitos, métodos, desenho experimental e falta de um grupo controle podem explicar discrepâncias entre esses estudos. Por exemplo, Theodorou et al. (15) analisaram homens treinados e usaram a mesma dose diária de vitamina C e E que o presente estudo, porém utilizaram um protocolo de exercício diferente (treinamento isocinético excêntrico de 5 séries de 15 repetições máximas em cada perna a 60° / s, duas vezes por semana). Eles descobriram que as mudanças relacionadas ao estado redox plasmático (glutaciona, capacidade antioxidante total, catalase) e danos oxidativos (proteínas carboniladas e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico), após quatro semanas foram semelhantes entre os grupos placebo e vitaminas. Em outras palavras, a suplementação não teve um efeito positivo, nem negativo, nas adaptações ao treinamento. Da mesma forma, Paulsen e colaboradores (14) descobriram que 10 semanas de TF combinadas com a suplementação de vitamina C (1000 mg) e E (235 mg) não alteraram o crescimento muscular (analisado pela área de secção transversa da coxa) de homens e mulheres treinados (27,0 \pm 6,0 anos) quando comparados com um grupo placebo. Da mesma forma, no presente estudo, o crescimento muscular (medido por espessura do músculo através da ultrasonografia) não foi diferente entre GV e GP após o treinamento. No entanto, apenas o GP demonstrou aumentar a espessura do quadríceps em comparação com o GC. Além disso, o aumento da espessura muscular foi maior no GP, embora não significativo (17,1 vs 11,6%).

Assim, parece que mais de 10 semanas seriam necessárias para observar alterações significativas no tamanho do músculo entre os grupos, uma vez que um estudo anterior mostrou diferença estatisticamente significativa entre o GV e o GP apenas após a décima segunda semana de TF (5). Adicionalmente, a falta de um grupo controle em Paulsen et al., bem como a diferente dosagem de vitamina E utilizada por eles, dificulta a comparação entre os estudos. Digno de nota, os voluntários do estudo de Paulsen eram previamente treinados, ao passo que o presente trabalho avaliou jovens destreinadas.

Acredita-se que o estresse oxidativo aumente com o avanço da idade (16). Sendo assim, deduz-se que pessoas idosas sejam beneficiadas com o uso crônico de suplementos antioxidantes. No entanto, semelhante ao presente estudo, Bjornsen et al. (5) mostraram que a espessura do músculo reto femoral de homens idosos (60-81 anos) aumentou mais (16,2 contra 10,9%, $p < 0,05$) em seu grupo placebo do que no grupo antioxidante (1000 mg de vitamina C e 235 mg de vitamina E) após 12 semanas de TF periodizado.

Com base nestes dados, é plausível inferir que os antioxidantes adicionais fornecidos a partir da suplementação poderiam ter interferido negativamente na sinalização redox induzida pelo exercício (favorável) em ambos os estudos. Na verdade, um estudo com modelo animal e estudos humanos agudos apoiam esta explicação (17). Makanae et al. (17) demonstraram que a administração oral de vitamina C combinada com a sobrecarga mecânica atenua a hipertrofia muscular do músculo plantar em ratos. Assim, parece que o excesso de vitamina C e E pode suprimir importantes caminhos de hipertrofia mediados por radicais livres, como a sinalização da enzima p70S6K (14,17).

Segundo McArdle, Katch e Katch (18) o dano muscular decorrente do TF libera enzimas musculares e inicia a infiltração de células inflamatórias dentro do tecido lesionado, essas células inflamatórias geram radicais livres que auxiliam na reparação do dano. Além disso, diversos autores defendem que apesar de a produção de radicais livres aumentar durante o exercício, as defesas antioxidantes endógenas são adequadas ou aumentam concomitantemente em resposta ao estresse oxidativo. A melhora ocorre à medida que as defesas enzimáticas naturais (p.ex., a catalase, superóxido dismutase, e glutathione peroxidase) sofrem um aumento através das adaptações ao treinamento (18).

Este trabalho tem algumas limitações. Em primeiro lugar, a síntese proteica e os marcadores de estresse oxidativo não foram analisados. Essas avaliações poderiam ter auxiliado a entender os mecanismos envolvidos nos resultados. Ainda assim, trata-se de um ensaio aleatório duplo-cego, controlado por placebo e controle. Além disso, as participantes apresentaram alta aderência ao treinamento e a suplementação. Em segundo lugar, o uso de drogas contraceptivas não foi controlado durante o estudo. Foi sugerido em literatura anterior (19) que o estrogênio (presente em medicamentos anticoncepcionais) pode funcionar para aumentar a resistência ao estresse oxidativo em camundongos. No entanto, as participantes que relataram uso de anticoncepcionais foram distribuídas aleatoriamente em todos os grupos. Portanto, é improvável que os resultados tenham sido influenciados dessa maneira.

Conclusões

Em resumo, os resultados presentes indicam que a suplementação de vitamina C e E pode dificultar a melhora da espessura muscular induzida pelo TF. A literatura anterior também relatou resultados semelhantes (5,14) e apoia a noção recente de que, em vez de prejudiciais, os radicais livres produzidos pelo exercício são moléculas de sinalização complexas relacionadas à adaptação muscular crônica (4,20). Além disso, há algumas

evidências de que o consumo excessivo de antioxidantes sintéticos poderia ser prejudicial (21).

Por fim, com base nas evidências apresentadas, uma ingestão crônica de doses não fisiológicas desses antioxidantes sintéticos aparentemente devem ser evitadas para indivíduos saudáveis. Porém, isso não deve ser confundido com uma alta ingestão de frutas e vegetais, que é considerado seguro e benéfico.

Referências

1. Lee E. Brown. *Treinamento de Força*. 1ª ed. Barueri-SP-Brasil: Manole; 2008. 369 p.
 2. Gentil P. *Bases científicas do treinamento de hipertrofia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Sprint; 2005. 192 p.
 3. Barbosa KF, Costa NMB, Alfnas R de CG, Paula SO de, Minin VR, Bressan J. Estresse oxidativo: avaliação de marcadores. *Nutr J Brazilian Soc Food Nutr*. 2008;33(2):111–28.
 4. Powers SK, Duarte J, Kavazis AN, Talbert EE. Reactive oxygen species are signalling molecules for skeletal muscle adaptation. *Exp Physiol*. 2010;95(1):1–9.
 5. Bjørnsen T, Salvesen S, Berntsen S, Hetlelid KJ, Stea TH, Lohne-Seiler H, et al. Vitamin C and E supplementation blunts increases in total lean body mass in elderly men after strength training. *Scand J Med Sci Sport*. 2016;26(7):755–63.
 6. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Holloway C, McArdle F, et al. Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. *Br J Nutr [Internet]*. 2006;95(5):976–81. Available from: http://journals.cambridge.org/abstract_S0007114506001279
 7. Peternelj T-T, Coombes JS. Antioxidant Supplementation during Exercise Training. *Sport Med [Internet]*. 2011;41(12):1043–69. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22060178><http://link.springer.com/10.2165/11594400-000000000-00000>
 8. Gentil P, Bottaro M. Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. *J strength Cond Res*. 2010;24:639–643.
 9. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:687–708.
 10. Celes R, Brown LE, Pereira MCC, Schwartz FP, Junior VAR, Bottaro M. Gender muscle recovery during isokinetic exercise. *Int J Sports Med*. 2010;31(12):866–9.
 11. Marins JCB, Giannichi RS. *Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático*. 3ª. Rio de Janeiro - Brasil: Shape; 2003. 341 p.
 12. Giles LS, Webster KE, McClelland J a., Cook J. Can ultrasound measurements of muscle thickness be used to measure the size of individual quadriceps muscles in people with patellofemoral pain? *Phys Ther Sport*. Elsevier Ltd; 2014;16(1):45–52.
 13. Bobeuf F, Labonte M, Dionne IJ, Khalil A. Combined effect of antioxidant supplementation and resistance training on oxidative stress markers, muscle and body composition in an elderly population 956. *J Nutr Heal Aging*. 2011;15(1760–4788 (Electronic)):883–9.
 14. Paulsen G, Hamarsland H, Cumming KT, Johansen RE, Hulmi JJ, Børsheim E, et al. Vitamin C and E supplementation alters protein signalling after a strength training session, but not muscle growth during 10 weeks of training. *J Physiol*. 2014;592(Pt 24):5391–408.
 15. Theodorou A, Nikolaidis M. No effect of antioxidant supplementation on muscle
-

- performance and blood redox status adaptations to eccentric training. *Am J Clin Nutr.* 2011;93(6):1373–83.
16. Durackova Z. Some Current Insights into Oxidative Stress. *Physiol Res.* 2010;8408(NOVEMBER 2009):459–69.
 17. Makanae Y, Kawada S, Sasaki K, Nakazato K, Ishii N. Vitamin C administration attenuates overload-induced skeletal muscle hypertrophy in rats. *Acta Physiol.* 2013;208(1):57–65.
 18. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do Exercício: nutrição, energia e desempenho humano.* 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011. 1061 p.
 19. Baba T, Shimizu T, Suzuki YI, Ogawara M, Isono KI, Koseki H, et al. Estrogen, insulin, and dietary signals cooperatively regulate longevity signals to enhance resistance to oxidative stress in mice. *J Biol Chem.* 2005;280(16):16417–26.
 20. Gomes EC, Silva AN, Oliveira MR. Oxidants, antioxidants, and the beneficial roles of exercise-induced production of reactive species. *Oxid Med Cell Longev.* 2012;2012:1–13.
 21. Bjelakovic, G, Nikolova, D, and Glud C. Antioxidant supplements to prevent mortality. *JAMA* 310 1178–9 [Internet]. 2013; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24045742>

Agradecimentos: Ao Programa de Iniciação Científica da Universidade de Brasília (ProIC/UnB), por conceder bolsa ao primeiro autor.

Endereço para correspondência: Alyson da Fonseca Silva. QE 28 conjunto D casa 24, Guarã II, DF, CEP 71060042. E-mail: alyson_nfs@hotmail.com

ANEXOS

Diretrizes para Autores

O “JournalofPhysicalEducation” é um periódico de publicação contínua que objetiva divulgar a produção do conhecimento relacionado à área da Educação Física. Está aberta aos professores de educação física e aos profissionais de áreas afins que desejam veicular as suas produções nas seguintes seções: artigo original; artigo de revisão e artigo de opinião.

- Todos os artigos submetidos serão avaliados por ao menos dois revisores com experiência e competência profissional na respectiva área do trabalho e que emitirão parecer fundamentado, os quais serão utilizados pelos Editores para decidir sobre a aceitação do mesmo. Os critérios de avaliação dos artigos incluem: originalidade, contribuição para corpo de conhecimento da área, adequação metodológica, clareza e atualidade. Os artigos aceitos para publicação poderão sofrer revisões editoriais para facilitar sua clareza e entendimento sem alterar seu conteúdo.

- O artigo submetido a publicação deverá observar a Lei de Direito Autoral, n.9.610, de 19 de fevereiro de 1998, bem como a revisão em Língua Portuguesa e Inglesa, e o estilo, são de responsabilidade exclusiva dos autores. • **O JournalofPhysicalEducation requer que todos os procedimentos apropriados para obtenção do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) dos sujeitos para participação no estudo tenham sido adotados. Não há necessidade de especificar os procedimentos, mas deve ser indicado no texto, na seção “Método”, que o consentimento dos sujeitos foi obtido e indicação de que o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, envolvendo Seres Humanos, bem como, citar o número do parecer ou protocolo de aprovação. Estudos que envolvem experimentos com animais devem conter uma declaração na seção “Método”, que os experimentos foram realizados em conformidade com a regulamentação sobre o assunto adotada no país.**

- Os autores se obrigam a declarar a cessão de direitos autorais e que seu manuscrito é um trabalho original, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outra revista. Esta declaração será exigida no momento da submissão do artigo no Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER). • A revista se reserva o direito autorial. Permite citações de seus conteúdos em outros veículos de informação técnico-científica, desde que seja citada a fonte. • Os trabalhos enviados serão, preliminarmente, examinados pelo Conselho Editorial. Havendo necessidade de reformulação, serão encaminhados ao autor para as modificações necessárias, com prazo de 15 dias para devolução. Em seguida, serão encaminhados para até três consultores ad hoc. Aqueles aceitos serão agrupados na seção em que melhor se enquadrarem, no número que estiver sendo preparado ou em outro seguinte.

FORMA E PREPARAÇÃO DOS MANUSCRITOS

Modelo de arquivo do manuscrito a ser submetido

Os artigos submetidos para publicação no JournalofPhysicalEducation devem seguir o padrão preestabelecido de normalização e diagramação do periódico. Faça [aqui](#) o download do modelo em Word para que possa editá-lo com o conteúdo do manuscrito e então iniciar a submissão.

Seções de Artigos Publicados

São aceitos artigos nas seguintes categorias: Artigos Originais; Artigos de Revisão e Artigos de Opinião desde que se enquadrem no escopo da Journal of Physical Education (J Physical Edu).

Artigos Originais: esta seção destina-se a divulgar pesquisas com preenchimento de uma lacuna do conhecimento não abordada anteriormente e que apresente resultados relevantes, desde que possam ser reproduzidos e/ou generalizados. O artigo deve ser estruturado em: Resumo, Abstract, Introdução, Procedimentos metodológicos, Resultados, Discussão, Conclusões e Referências bibliográficas.

Informações adicionais:

- Devem ter até 6.000 palavras na sua totalidade.
- As tabelas, figuras e quadros, limitadas a 6 (SEIS) no conjunto, devem incluir apenas os dados imprescindíveis, evitando-se tabelas muito longas.
- Resumo e abstract devem ter até 200 palavras.
- As referências bibliográficas que devem ser limitadas a 40, incluir apenas as referências estritamente pertinentes e relevantes ao tema abordado. Deve-se evitar a inclusão de número excessivo de referências numa mesma citação. Citações de documentos não publicados e não indexados na literatura científica (teses, dissertações, relatórios e outros) devem ser evitadas e no conjunto, não podem ultrapassar a 03 do total de referências.
- Limita-se a oito o número máximo de autores. A partir de seis autores deve-se enviar um documento suplementar ao editor justificando a participação de cada autor no estudo.
- Limita-se a 40 referências para artigos originais ou de opinião. Evitar citar mais que 4 referências para uma mesma informação. Coloque somente as fundamentais.
- Por motivos de diagramação NÃO utilizar notas de rodapé nos artigos.

Artigos de Revisão: destinados à revisão crítica e sistematizada da literatura, devem conter: Resumo, Abstract, Introdução (incluir procedimentos metodológicos adotados, delimitação e limitação do tema), Desenvolvimento, Considerações finais e Referências bibliográficas.

Informações adicionais:

- As tabelas e figuras, limitadas a 5 no conjunto, devem conter apenas os dados imprescindíveis, evitando-se tabelas muito longas.
 - Resumo e abstract devem ter até 200 palavras.
 - Nas referências bibliográficas incluir apenas as referências estritamente pertinentes e relevantes ao tema abordado. Deve-se evitar a inclusão de número excessivo de referências numa mesma citação. Citações de documentos não publicados e não indexados na literatura
-

científica (teses, dissertações, relatórios e outros) devem ser evitadas, mas se forem utilizadas, no conjunto, não podem ultrapassar a 03 do total de referências. • Limita-se a quatro o número máximo de autores das revisões críticas. As revisões sistemáticas serão avaliadas a partir de sua totalidade argumentativa.

- Limita-se a 60 referências para artigos de revisão. Evitar citar mais que 4 referências para uma mesma informação. Coloque somente as fundamentais.

- Por motivos de diagramação NÃO utilizar notas de rodapé nos artigos.

Artigos de Opinião: destinados a expressar opinião (pontos de vista) sobre assuntos relevantes para a área, que ilustrem situações pouco frequentes ou contraditórias, as quais mereçam maior compreensão e atenção por parte dos profissionais da Educação Física, Esportes e áreas afins. Deve conter: Resumo, Abstract, Introdução, Tópicos de discussão, Considerações finais e Referências bibliográficas. Este tipo de artigo pode ser publicado a convite do editor, por iniciativa do autor em contato prévio com o editor. Normalmente é um artigo elaborado por pesquisador ou grupo de pesquisadores de comprovado saber na área.

Informações adicionais:

- Devem ter até 6.000 palavras, excluindo o resumo e o abstract.

- As tabelas e figuras, limitadas a 05 no conjunto, devem conter apenas os dados imprescindíveis, evitando-se tabelas muito longas.

- Resumo e abstract devem ter até 200 palavras.

- Nas referências bibliográficas, que devem ser limitadas a 30, incluir apenas as referências estritamente pertinentes e relevantes ao tema abordado. Deve-se evitar a inclusão de número excessivo de referências numa mesma citação. Citações de documentos não publicados e não indexados na literatura científica (teses, dissertações, relatórios e outros) devem ser evitadas e no conjunto, mas se forem utilizadas, não podem ultrapassar a 15% do total de referências.

- Limita-se a três o número máximo de autores.

- Por motivos de diagramação NÃO utilizar notas de rodapé nos artigos.

Formato de Apresentação dos Artigos

Os artigos devem ter a seguinte formatação: folhas de tamanho A4 (210 x 297 mm), em uma coluna, com margens definidas no modelo de submissão, espaçamento simples entre as linhas, fonte Times New Roman 12. Todas as páginas devem ser numeradas na borda superior conforme definido no modelo de submissão.

Tabelas, Figuras e Quadros

As tabelas devem estar inseridas no texto em seu devido lugar e com a respectiva legenda, sendo que as mesmas devem ser planejadas para serem apresentadas em 8 cm ou 17 cm de largura. O título das figuras deverá ser colocado sob as mesmas e os títulos das tabelas e

quadros sobre os mesmos, devendo seguir a padronização abaixo. Devem ser nominadas da seguinte forma, **Tabela 1.** ou **Figura 2.** sendo a primeira letra maiúscula em negrito e após o número colocar um ponto. Segue exemplo: **Tabela 1.** Nível socioeconômico de crianças e adolescentes praticantes de esporte.

As figuras devem ser enviadas nos formatos: power point, excel ou word - evitando o envio de ilustrações e gráficos no formato jpg, gif, png, etc. Se não for possível, enviar as ilustrações e gráficos no formato PDF e EPS. As figuras devem ter resolução não inferior a 300 DPI.

Estruturação do artigo

O texto deve respeitar o número de palavras da seção correspondente, bem como as normas da Revista (Tabela, padrões, limites de texto, contidas nas instruções aos autores). O título do artigo deve ser conciso e informativo, evitando termos supérfluos e abreviaturas. Recomenda-se começar pelo termo mais representativo do trabalho, evitando a indicação do local e da cidade onde o estudo foi realizado.

Primeira Página da submissão

- 1) Título resumido
- 2) Número do parecer do comitê de ética que deve aparecer também na seção métodos;
- 3) Título do artigo em Português e Inglês
- 4) Nome completo dos autores,
- 5) Afiliação: UMA ÚNICA afiliação institucional, indicando cidade-estado e país. NÃO mencionar o grupo de estudos, NÃO mencionar se é bolsista e demais denominações;
- 6) Contagem eletrônica do total de palavras;

* Essas informações estão no modelo de submissão disponibilizado pela revista.

Resumo e abstract: Os resumos, em português e em inglês, para artigos originais devem ser estruturados descritivamente. Não separe em tópicos: Introdução, objetivo, métodos, resultados, e conclusões. Para os artigos de revisão/atualização, o resumo é descritivo. Citações bibliográficas devem ser evitadas. As palavras-chave (3 a 5) devem ser indicadas logo abaixo do resumo e do abstract, extraídas do vocabulário, "Descritores em Ciências da Saúde" (<http://decs.bvs.br/>).

Introdução

A introdução deve identificar os pontos-chaves de endereçamento do estudo, colocar o estado da arte do tema e as referências mais importantes da temática. A introdução deve identificar claramente a relevância e a lacuna do problema a ser abordado na literatura que constitui a base fundamental do estudo.

Sugere-se que a introdução esteja limitada até dez (10) parágrafos.

Método

Os autores devem proporcionar suficientes detalhes que permitam a replicação do estudo. O método deve incluir, de acordo com o tipo do estudo, a descrição de:

- Os participantes (sujeitos e amostra) e os materiais;
- As variáveis do estudo com as definições operacionais;
- O método de coleta dos dados;
- O *design* usado no estudo;
- Os procedimentos quantitativos ou qualitativos usados na condução do estudo;

Resultados

Os autores devem apresentar os dados em Tabelas, gráficos, quadros ou figuras.

Discussão

Os autores devem interpretar os resultados e apresentar as conclusões que claramente suportam os dados. Os autores devem enfatizar a relevância dos achados, citar as direções para futuras pesquisas, implicações práticas do estudo e identificar as limitações do estudo.

Conclusões

Estritamente baseadas nos objetivos, hipóteses e questão problema formuladas na introdução.

Referências bibliográficas:

As referências bibliográficas devem ser organizadas em sequência numérica, de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto, segundo o estilo Vancouver (<http://www.icmje.org/index.html>). Os títulos de periódicos devem ser referidos de forma abreviada, de acordo com o *Índice Médico* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>). Todas as referências devem ser digitadas, separadas por vírgula, sem espaço e sobrescritas (Ex.: Estudos^{2,8,26} indicam...). Se forem citadas mais de duas referências em sequência, apenas a primeira e a última devem ser digitadas, sendo separadas por um traço (Ex.:⁵⁻⁸). Caso ocorra citação direta o número da página deve ser transcrito após a indicação do número da referência antecedido por dois pontos (Ex.: Estudos^{26:45} “indicam...”. O(s) autor(es) citado(s) podem também fazer parte da frase. (Ex.: Documentos escritos por um autor: Segundo Oliveira¹ ... Documentos escritos por dois autores: Segundo Oliveira e Matos¹ ... Documentos escritos por mais de três autores: Segundo Oliveira et al.¹ ... As citações de livros, resumos e home page, devem ser evitadas, e juntas não devem ultrapassar a 20% do total das referências.

Seguem exemplos de referências:

Artigos de Revista

Formato:

Autor(es) do artigo. Título do artigo. Título da revista abreviado. Data de publicação; volume(número):páginas inicial-final do artigo.

Artigos de Revista (até seis autores)

Exemplo:

Hino AA, Rodriguez-Añez CR, Reis RS. Validação do Sofit para avaliação da atividade física em aulas de Educação Física em escolares do ensino médio. RevEducFís UEM 2010;21(2):271-278.

Artigos de Revista (mais de seis autores)

Citar os primeiros seis autores, seguido da expressão “et al.”.

Exemplo:

DiFiori JP, Benjamin HJ, Brenner JS, Gregory A, Jayanthi N, Landry GL, et al. Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for sports medicine. Clin J Sport Med 2014;4(1):3-20.

*** SEMPRE que tenha INCLUA O DOI dos artigos citados nas referências.**

Dissertação/Tese

Formato:

Sobrenome Prenome(s) do autor (abreviado). Título e subtítulo da tese [grau]. Localidade: Instituição onde foi apresentada; ano.

Exemplo:

Vieira JLL. O processo de abandono de talentos do atletismo do Estado do Paraná: um estudo orientado pela Teoria dos Sistemas Ecológicos. [Tese de Doutorado em Ciência do movimento Humano]. Santa Maria: Universidade Estadual de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano; 1999.

Referências de Trabalho apresentado em evento (anais ou revista) seja no formato RESUMO ou COMPLETO **não** são aceitas.

Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) **NÃO** são aceitos.

Trabalho de evento publicado em periódico **NÃO** são aceitos

Livros e publicações similares referenciados no todo.

Formato:

Autor (Sobrenome por extenso) Prenome(s) (Iniciais). Título: (subtítulo se houver). Edição (a partir da 2^a). Local (cidade): Editora; ano de publicação.

Exemplo:

Willians J M. Psicologia aplicada al deporte. 2.ed. Madrid: Biblioteca Nueva;1991.

Capítulos de Livro

Formato:

Autor(es) (Sobrenome por extenso) Prenome(s) (Iniciais). Título do capítulo referenciado. In: Autor (es) do livro. Título do livro: (subtítulo se houver). Edição (a partir da 2^a). Local de publicação (cidade): Editora; ano de publicação, Paginação da parte referenciada.

Exemplo:

Zanella MT. Obesidade e fatores de risco cardiovascular. In: Mion Jr D, Nobre F, editores. Risco cardiovascular global: da teoria à prática. 2.ed. São Paulo: Lemos Editorial; 2000, p. 109-125.

Documentos eletrônicos

Formato:

Nome do site [Internet]. Título do arquivo. [acesso em]. Disponível em:

Exemplo:

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil [acesso em 27 mar 2015]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

* A maioria destes exemplos estão contidos no modelo de submissão da revista.
