



Revista de Educação Física

Journal of Physical Education

Home page: www.revistadeeducacaofisica.com



Artigo Original

Original Article

Perfil leucocitário de militares e suplementação com selênio e as vitaminas C e E durante treinamento físico do curso básico paraquedista

Leukocyte profile of military and supplementation of selenium, C and E vitamin during parachutist basic course

Marcio Antonio de Barros Sena^{1,2,5} MS, Marcos de Sá Rego Fortes¹ PhD, Sergio Machado Lisboa² MS, Mário Villa Pitaluga Filho^{2,3} PhD, Marcos Dias Pereira² PhD

Recebido em: 26 de agosto de 2015. Aceito em: 24 de fevereiro de 2016.
Publicado online em: 30 de março de 2016.

Resumo

Introdução: O exercício físico intenso induz inflamação, processo que ocorre visando o reparo tecidual. Os leucócitos para sanar este dano produzem grande quantidade de espécies reativas de oxigênio e a oxidação de uma série de biomoléculas.

Objetivo: O presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos do treinamento físico do curso básico paraquedista sobre os leucócitos circulantes, bem como se a suplementação com os nutrientes, selênio, e as vitaminas C e E, poderiam atenuar tais efeitos.

Métodos: Foi realizado um estudo randomizado, experimental, duplo-cego e controlado por placebo, com 20 militares do sexo masculino (35 ± 10 anos), suplementados durante 37 dias, iniciando 18 dias antes do treinamento e divididos em dois grupos: Gp1 (n=11) que ingeriu cápsulas contendo selênio quelado (0,06 mg), vitamina C (1000 mg) e vitamina E (500 mg), e o Gp2 (n= 9) que ingeriu placebo (1500 mg de amido). Amostras de sangue foram obtidas em diferentes momentos: anterior ao estudo (T0 basal), 12 dias antes do treinamento (T1) e após 11 (T2) e 14 (T3) dias de treinamento. Os efeitos do exercício e dos suplementos, foram analisados pela ANOVA 4X2 e teste pós-hoc de Bonferroni com nível de significância de p<0,05.

Resultados: Foi possível observar, em T2 e T3, diferenças significativas na contagem relativa dos neutrófilos e absoluta e relativa dos monócitos de indivíduos do mesmo grupo quando comparados com T0.

Conclusão: Com base nos resultados, observou-se que o exercício físico intenso associou-se à uma diminuição na capacidade imunológica dos participantes do estudo e que a suplementação, não foi capaz de oferecer maior proteção contra os danos decorrentes disso.

Palavras-chave: exercício físico, sistema imunológico, antioxidantes.

Abstract

Introduction: Intense physical exercise induces inflammation; this process is aimed to repair tissue after injury. During this process, leucocytes produce high levels of reactive oxygen species and also biomolecules oxidation.

Pontos-Chave Destaque

- Houve diferença significativa nas contagens dos neutrófilos (relativa) e dos monócitos (absoluta e relativa).
- O exercício físico intenso associou-se à uma diminuição na capacidade imunológica.
- A suplementação de vitaminas C e E não exibiu efeitos protetores referentes à inflamação.

⁵ Autor correspondente: Marcio Antonio de Barros Sena – e-mail: marciomabs@ig.com.br

Afiliações: ¹Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) – Rio de Janeiro – Brasil. ²Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ). ³Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)

Objective: The objective of this study was to examine the effects of physical training during parachutist basic course on leucocyte response and observe if the inflammatory response mitigates under nutrient supplementation with selenium, vitamins C and E.

Methods: We conducted a randomized, double blind and placebo-controlled study in 20 military men (35 ± 10 years old). These men were divided in two groups (Gp1 and Gp2) and have been supplemented for 37 days, beginning 18 days before the training. Gp1 ($n = 11$) ingested capsules chelated selenium (0.06 mg), vitamin C (1000 mg) and vitamin E (500 mg). Gp2 ($n = 9$) received placebo (1500 mg of starch). Blood samples were obtained at different times: prior our study (baseline T0), 12 days before physical training (T1) and after physical training, days 11 (T2) and 14 days (T3). We analyzed the exercise and supplements by ANOVA 4X2 and post-hoc Bonferoni test with a significance level of $p < 0.05$.

Results: It could observe in T2 and T3 momentum significant differences in neutrophils relative count and also in monocytes absolute count in the same group of individuals compared to T0.

Conclusion: Based on the presented results, intense exercise impaired the immune capacity of the individuals, and supplementation was not able to provide greater protection against damage from it.

Keywords: physical exercises, immune system, antioxidants.

Keypoints

- There was a significant difference in neutrophil (relative) and monocytes (absolute and relative) counts.
- Intense physical exercise was associated with a decrease in immune capacity.
- Supplementation of vitamins C and E showed no protective effects related to inflammation.

Perfil leucocitário de militares e suplementação com selênio e as vitaminas C e E durante treinamento físico do curso básico paraquedista

Introdução

O exercício físico (EF) moderado parece ser benéfico ao sistema imunológico (SI)(1). Por outro lado, o estresse, a realização de atividade física intensa e extenuante, a variação da temperatura, um trauma ou infecção, parece levar à imunossupressão(2).

O SI é determinante no combate aos microrganismos invasores e na remoção de células mortas, assim como no estabelecimento da memória imunológica. Indivíduos que realizam programas de treinamento físico, mesmo que seja visando um aumento na qualidade de vida, necessitam estar com o SI em boas condições(3). Trata-se de um sistema altamente complexo, composto de numerosos tipos celulares e de mediadores químicos(4). As populações leucocitárias compreendem os granulócitos polimorfonucleares (neutrófilos, eosinófilos e basófilos), os monócitos/macrófagos e os linfócitos (linfócitos T, B e células "Natural Killer" [NK])(5).

A influência da regulação neuroendócrina, bem como, fatores fisiológico e psicológico,

fazem com que o SI funcione de forma integrada respondendo diferentemente a cada tipo de estímulo(6). Estes estímulos podem refletir em alterações das subpopulações de leucócitos, em que são observados um maior ou menor número de alguns tipos celulares, que podem ser decisivos para um bom desempenho do organismo(1).

Diversos estudos têm demonstrado que alguns nutrientes são essenciais para que o SI mantenha sua eficácia. Pode-se destacar o selênio, as vitaminas C e E, que também possuem atividade antioxidante e protegem as células do organismo dos danos oxidativos causados pela ação das espécies reativas de oxigênio (EROs)(7-11).

Os danos oxidativo às proteínas, lipídeos e até mesmo aos ácidos nucleicos são proeminentes diante de um quadro estabelecido de estresse oxidativo. Essa condição é um processo fisiológico que ocorre no organismo fruto de um desequilíbrio a favor das EROs em relação aos antioxidantes endógenos. O exercício físico com características intensa, extenuante

e prolongada leva ao aumento no consumo de oxigênio (O₂), e como consequência uma alta taxa de produção das EROs(12-13).

O treinamento militar realizado em cursos operacionais das forças armadas exige grande solicitação de energia, que pode levar a depleção dos nutrientes que são essenciais ao bom funcionamento do organismo; dos sistemas antioxidante e imunológico, promovendo também grandes impactos, microlesões vasculares e até mesmo lesões musculares(14). Para restaurar o tecido lesionado, o SI através dos leucócitos produz uma grande quantidade de EROs que pode amplificar a lesão e conseqüentemente retardar a recuperação do atleta, induzindo alterações severas na estrutura de moléculas fundamentais para a manutenção da homeostasia celular, resultando numa possível perda de funcionalidade ou até mesmo na perda de viabilidade da célula(15).

O presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos do treinamento físico do curso básico paraquedista sobre os leucócitos circulantes, bem como se a suplementação com os nutrientes, selênio, e as vitaminas C e E, poderiam atenuar tais efeitos.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

Foi realizado um estudo randomizado, experimental, duplo-cego e controlado por placebo com 20 militares do sexo masculino (35 ± 10 anos), voluntários para a realização do Curso Básico Paraquedista (C Bas Pqdt), oriundos de diversas Organizações Militares (OM) do Exército Brasileiro (EB). Os critérios de inclusão foram: militares voluntários, considerados saudáveis por avaliação médica prévia, sem lesões neuromusculares ou outras doenças que poderiam interferir na realização do curso, sendo os critérios de exclusão, situações contrárias a estas. Os candidatos escolhidos foram informados sobre os objetivos e métodos do estudo e consentiram em participar, bem como concordaram em não alterar sua dieta durante o período de experimento. O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Estadual do

Estado do Rio de Janeiro (UERJ) com o número 028.3.2007/2008.

Parâmetros analisados

Os participantes do estudo foram avaliados quanto às características antropométricas (peso, altura) e quanto à composição corporal (Índice de Massa Corporal: IMC e percentual de gordura, pelo protocolo de três dobras cutâneas de Pollock(17)).

As amostras de sangue dos voluntários de cada grupo (Gp1 e Gp2) foram coletadas por punção da veia braquial e, transferida para tubos contendo EDTA 5% para o estudo laboratorial dos neutrófilos, linfócitos e monócitos. Esse procedimento foi realizado anterior ao estudo (T0 basal), 12 dias antes do treinamento físico (T1) e após 11 (T2) e 14 (T3) dias de treinamento.

Visando determinar a quantidade e qualidade dos glóbulos brancos, utilizou-se o analisador automatizado hematológico ABX Micros 60®, para realização da contagem absoluta e relativa das células. As análises fazem parte do hemograma completo e foram realizadas no Laboratório de Bioquímica do Exercício do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx), sob a supervisão de farmacêutico bioquímico.

Protocolo de exercício físico (EF)

O EF foi realizado durante três semanas de 2ª a 6ª feira no período da manhã das 07:00h às 12:00h, somando um total de 5h diárias, conforme regulamentação do C Bas Pqdt. As atividades realizadas corresponderam a três tempos de prática de atividade física por dia. A carga horária semanal total foi de 25 horas, sendo o aluno liberado na parte da tarde para recuperação.

O presente estudo não alterou a rotina de treinamentos, e todos os militares, independente do grupo, foram submetidos à mesma rotina de atividade física diária. Como prática comum, os militares foram orientados a manter a hidratação durante todo o período de treinamento.

A bateria de exercícios físicos realizada durante o curso foram as seguintes: corrida contínua e treinamento neuromuscular composto de pista de cordas, ginástica básica, pista de treinamento em circuito, ginástica com toros, flexão na barra e de braço. Além

dos exercícios previstos citados anteriormente, os alunos ainda podem ter sido submetidos a exercícios suplementares. A forma como o EF é realizado, bem como informações complementares a respeito do curso, podem ser obtidas diretamente através da Brigada de Infantaria Paraquedista(16).

Análise estatística

Todos os resultados passaram pela análise de estatística descritiva das variáveis de interesse ao longo das semanas de estudo, com cálculo de medidas sumárias (ex. média e desvio padrão). Foi realizado o teste Shapiro-Wilk para verificar a distribuição dos dados amostrais. Análise inferencial com a utilização da análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi utilizada para avaliar os valores da contagem absoluta e relativa dos leucócitos ao longo de quatro momentos. O teste de comparações múltiplas de Bonferroni, ajustado para quatro momentos, foi aplicado para localizar onde os resultados diferiam significativamente entre si. O critério de determinação de significância adotado foi o nível de 5%. A análise estatística foi processada com auxílio do software Statistica® 7.0.

Resultados:

Todos os alunos do C Bas Pqdt (n=20) concordaram em participar do estudo.

A Tabela 1 mostra as principais características dos participantes. Em ambos os grupos não foi observada diferença significativa entre as variáveis de composição corporal, caracterizando a amostra como homogênea(17).

A Tabela 2 apresenta as contagens absoluta e relativa das células analisadas, onde observa-se que não houve diferenças estatisticamente significativas intergrupos, somente intragrupos.

A contagem absoluta dos leucócitos circulantes não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre indivíduos do mesmo grupo (intergrupos) bem como, entre indivíduos dos dois grupos (intragrupos) (Tabela 2). Saliente-se que os indivíduos tanto do grupo suplementado quanto placebo não apresentaram em

nenhuma das coletas quadro de leucocitose (concentração total de células branca acima do valor de normalidade). No entanto, em T2 e T3, verificou-se um aumento do número de células quando comparado com T0 (basal). Esse resultado pode sinalizar uma possível resposta do SI ao estresse sofrido por estes indivíduos.

Tabela 1 – Características antropométricas, composição corporal e idade dos candidatos a paraquedistas

Característica ($\mu \pm DP$)	Suplementado	Placebo
Peso (Kg)	74,7 \pm 9,4	75,7 \pm 8,0
Altura (m)	1,78 \pm 0,1	1,77 \pm 0,1
IMC	23,5 \pm 2,2	24,4 \pm 2,7
Idade (anos)	31,0 \pm 8,6	33,1 \pm 7,0
%G Pollock	15,3 \pm 6,0	14,1 \pm 4,2

μ : média; DP : desvio padrão; Kg : quilograma; m : metro; IMC : índice de massa corporal; $\%G$ Pollock: percentual de gordura calculado pelo protocolo de três dobras de Pollock(17).

Na contagem absoluta dos neutrófilos circulantes, ambos os grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos momentos (Tabela 2), diferenças estas verificadas na contagem relativa quando comparado T2 e T3 com o T0 (basal) (Tabela 3). Como podemos verificar, em T2 e T3, existe uma redução do número relativo dos neutrófilos tanto no grupo suplementado como placebo.

Na contagem dos monócitos circulantes, verificou-se que em T2 e T3, ambos os grupos apresentaram um aumento estatisticamente significativo do número absoluto e relativo (Tabela 2 e 3).

Discussão

Os casos de desistência no por questões médicas motivou este estudo a avaliar os efeitos da suplementação de nutrientes antioxidantes, durante a prática aguda de um protocolo de exercício físico, sobre o número absoluto e relativo das subpopulações dos leucócitos circulantes em militares alunos do C Bas Pqdt do EB.

O principal achado foi que a suplementação de selênio e as vitaminas C e E não foi capaz de modificar os efeitos do exercício intenso

Tabela 2 – Número absoluto de leucócitos ($X10^3/mm^3$), em diferentes momentos do treinamento

Células	Grupo	T0	T1	T2	T3
		($\mu \pm DP$)	($\mu \pm DP$)	($\mu \pm DP$)	($\mu \pm DP$)
Leucócitos	suplementado	7,1 \pm 1,7	6,2 \pm 1,4	8,9 \pm 2,1	9,0 \pm 1,8
	placebo	7,5 \pm 1,5	6,8 \pm 1,6	8,6 \pm 2,6	8,5 \pm 2,1
Neutrófilos	suplementado	4,9 \pm 1,4	4,3 \pm 1,2	4,1 \pm 1,7	3,6 \pm 1,6
	placebo	5,9 \pm 1,3	4,5 \pm 1,5	3,6 \pm 1,8	4,0 \pm 2,3
Linfócitos	suplementado	1,9 \pm 0,5	1,7 \pm 0,4	2,0 \pm 0,4	2,1 \pm 0,3
	placebo	2,1 \pm 0,4	1,9 \pm 0,4	2,4 \pm 0,5	2,3 \pm 0,4
Monócitos	suplementado	0,3 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1	2,8 \pm 1,2 *	2,2 \pm 0,8
	placebo	0,5 \pm 0,1	0,4 \pm 0,1	2,6 \pm 1,2 *	2,1 \pm 0,8 *

μ : média; DP: desvio padrão T0 - basal, T1 - 12 dias antes do treinamento, T2 - 11 dias após o treinamento, T3 - 14 dias após do treinamento.

* p < 0,05 comparado ao T0

Tabela 3 – Número relativo (%) de leucócitos, em diferentes momentos do treinamento

Células	Grupo	T0	T1	T2	T3
		($\mu \pm DP$)	($\mu \pm DP$)	($\mu \pm DP$)	($\mu \pm DP$)
Neutrófilos	suplementado	67,0 \pm 6,1	67,7 \pm 6,0	43,9 \pm 13,1 *	43,2 \pm 11,5 *
	placebo	62,7 \pm 7,4	63,6 \pm 8,6	31,4 \pm 13,0 *	35,7 \pm 17,4 *
Linfócitos	suplementado	27,3 \pm 4,8	28,1 \pm 5,3	23,6 \pm 5,7	27,5 \pm 5,3
	placebo	28,9 \pm 5,6	30,2 \pm 7,2	30,8 \pm 8,2	29,8 \pm 9,0
Monócitos	suplementado	5,6 \pm 1,9	3,1 \pm 1,1	32,5 \pm 10,1 *	29,2 \pm 8,5 *
	placebo	8,3 \pm 3,5	6,2 \pm 2,2	30,8 \pm 10,5 *	26,5 \pm 11,1 *

μ : média; DP: desvio padrão T0 - basal, T1 - 12 dias antes do treinamento, T2 - 11 dias após o treinamento, T3 - 14 dias após do treinamento.

* p < 0,05 comparado ao T0

sobre as respostas imunológicas. Atualmente, sabe-se que o treinamento intenso, prolongado e extenuante causa imunossupressão, resultando em prejuízos e comprometimentos de diversas funções e sistemas orgânicos(1). Por outro lado, o treinamento físico, de intensidade moderada, quando praticado com frequência, pode contribuir para um aumento da capacidade dos sistemas antioxidante e imunológico, promovendo aumento da resistência a doenças e infecções(4).

A literatura relata que dependendo da duração e intensidade, o exercício físico pode causar danos as fibras musculares e tecidos periféricos, resultando em uma resposta inflamatória, evento que tem como objetivo promover o reparo e o remodelamento da área danificada(2). Entretanto, para isto, as células brancas produzem uma grande quantidade de EROs que podem amplificar o trauma, retardar a recuperação, diminuir o desempenho durante treinamento físico e sobrecarregar o SI(11). De fato, Buonocore et al. (2015) afirmam que atletas submetidos a treinamento intenso e extenuante

sobrecarregam o SI e produzem uma grande quantidade de EROs, desenvolvendo um quadro de estresse oxidativo(18).

Possíveis alterações nas subpopulações de leucócitos podem sinalizar vantagens ou prejuízos decorrentes da ação do exercício físico, que podem ser confirmados através da observação de aumento ou diminuição do número absoluto e/ou relativo destas células na circulação sanguínea(19).

Segundo Igielska-Kalwat et al. (2015), os antioxidantes desempenham um importante papel na redução de danos ao organismo humano(9). De fato, Petry et al. (2013), sustentam a hipótese de que exercícios físicos associados a uma dieta balanceada são importantes fatores para a promoção da saúde podendo atenuar possíveis lesões causadas pelo treinamento físico vigoroso(20). Em harmonia com esses estudos, Koenig et al. (2015) observaram em humanos submetidos a exercício físico vigoroso suplementados com avenanthramidas um alcaloide fenólico com atividades anti-inflamatória, antioxidante e antiaterogênico, que seu uso foi capaz de atenuar marcadores sanguíneos de

inflamação, diminuir a geração de EROs e aumentar a capacidade antioxidante durante o exercício(21).

No presente estudo, não foi observado diferenças estatisticamente significativas na contagem absoluta e relativa das células analisadas intergrupos, somente intragrupos em algumas delas, sendo assim não é possível afirmar que a suplementação com os respectivos antioxidantes, selênio, vitaminas C e E, contribuiu para que o SI dos alunos do curso trabalhasse de forma eficaz. Cabe ressaltar que os benefícios destes antioxidantes sobre o SI e treinamento físico vigoroso são apresentados em alguns estudos(22-24).

De fato, Li et al. (2013), em estudo realizado com duzentos e quarenta militares chineses suplementados durante uma semana com multivitamínico / multimineral e submetidos a treinamento prolongado e de resistência cardiopulmonar, verificaram que os indivíduos suplementados quando comparados ao placebo, tiveram uma melhor recuperação do SI e concluíram que as operações militares de alta intensidade tem impacto significativo sobre o SI e que uma suplementação pode facilitar o seu melhor funcionamento(25). Seguindo a mesma linha de estudo, Buonocore et al. (2015) demonstraram que atletas de elite podem ser beneficiados com um suporte nutricional e suplementação para melhorar a imunidade e reduzir os efeitos da inflamação aguda e crônica durante período de treinamento(18). Por outro lado, Paulsen et al.(2014) relataram que a suplementação parece ter efeito benéfico somente quando se trata de atividade física intensa e extenuante, tendo em vista que seu uso em exercícios moderados parece comprometer o processo de adaptação celular e com isso trazer danos ao organismo (26).

Segundo Neto (2011) o exercício físico pode induzir várias adaptações fisiológicas, bioquímicas e psicológicas em indivíduos treinados(4). Da Silva (2015) sustenta a hipótese de que o exercício físico intenso e extenuante causa dano muscular, sobrecarga no SI, gera uma grande quantidade de EROs e que uma dieta antioxidante pode diminuir esses danos favorecendo a recuperação(27). Contudo, os resultados do presente estudo não

corroboram os achados de Da Silva, uma vez que as respostas do SI não foram modificadas pela suplementação de antioxidantes, mesmo durante um período de treinos extenuantes.

O treinamento físico vigoroso pode induzir inibição de muitos aspectos relevantes à atividade dos linfócitos, incluindo a atividade das células NK, a resposta proliferativa e a produção de anticorpos pelos plasmócitos(28). Santos et al. (2013) observaram em atletas profissionais uma diminuição pronunciada na função de linfócitos, indicando uma deficiência na imunidade adquirida(29). Entretanto, Aguiló et al. (2014), verificaram em indivíduos submetidos a uma corrida de 15 Km e suplementados com vitamina C, que o exercício induziu o aumento das Interleucina-6 e Interleucina-10 pelas células mononuclear e a suplementação não influenciou nesta resposta(30).

Foi verificada uma redução significativa dos neutrófilos na contagem relativa em ambos os grupos, em T2 e T3, quando comparado com o início do curso, em T0 (Tabela 3). Sabe-se que o exercício físico aumenta a suscetibilidade a lesões teciduais, principalmente as fibras musculares, que são afetadas por micro lesões, favorecendo a migração destas células para essas áreas causando um déficit na circulação sanguínea, o que justifica o resultado encontrado em nosso estudo.

De fato, Popovic et al. (2015) verificaram em indivíduos suplementados com vitamina C submetidos a um protocolo de exercício agudo, um aumento na atividade da enzima mieloperoxidase e concluíram que a suplementação não alterou a resposta inflamatória dos neutrófilos(31).

Com relação aos monócitos, foi possível observar um aumento significativo, tanto na contagem absoluta quanto na relativa, ao longo do treinamento (T2 ou T3 versus T0) (Tabelas 3 e 4), demonstrando com um isso um favorecimento do SI. Os dados do presente estudo corroboram os resultados obtidos por Ostapiuk-Karolczuk et el. (2012) que verificaram a permanência do aumento na concentração de monócitos após 48 horas de repouso em humanos que realizaram um intenso exercício de corrida, sugerindo que

este ocorrido está intimamente relacionado com a lesão muscular presente(32).

Alguns estudos mostram um aumento nas concentrações plasmáticas de nutrientes advindos de uma dieta antioxidante em indivíduos submetidos a treinamento físico. Esse incremento de antioxidantes plasmáticos tem mostrado diversos benefícios sobre parâmetros fisiológicos e o SI(33-35). Em contrapartida, outros estudos mostram que a carência de nutrientes essenciais é prejudicial ao bom funcionamento do SI(7,36,37). Desta forma, é importante que novos estudos continuem sendo realizados na tentativa de identificar a potencial relação entre a suplementação de antioxidantes sobre as respostas do SI durante a prática de exercícios intensos e prolongados.

Conclusão

Baseado na análise dos resultados encontrados neste estudo pôde-se concluir que o treinamento físico demonstrou prejudicar a capacidade imunológica de indivíduos submetidos a um período prolongado de exercícios físicos intensos, e que a suplementação de selênio e das vitaminas C e E não foi capaz de oferecer maior proteção contra os possíveis danos decorrentes disso.

Declaração de conflito de interesses

Não nenhum conflito de interesses no presente estudo.

Referências

1. Gjevestad GO, Holven KB, Ulven SM. Effects of Exercise on Gene Expression of Inflammatory Markers in Human Peripheral Blood Cells: A Systematic Review. *Curr Cardiovasc Risk Rep.* 2015;9(34): 1-17.
2. Moro-García MA, Fernández-García B, Echeverría A, Rodríguez-Alonso M, Suárez-García FM, Solano-Jaurrieta JJ, et al. Frequent participation in high volume exercise throughout life is associated with a more differentiated adaptive immune response. *Brain Behav Immun.* 2014;(39): 61-74.
3. Neto JC, Lira FS, de Mello MT, Santos RV. Importance of exercise

immunology in health promotion. *Amino Acids.* 2011;41(5): 1165-72.

4. Anogeianaki A, Castellani ML, Tripodi D, Toniato E, De Lutiis MA, Conti F, et al. Vitamins and mast cells. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2010;23(4): 991-6.
5. Trend S, de Jong E, Lloyd ML, Kok CH, Richmond P, Doherty DA, et al. Leukocyte Populations in Human Preterm and Term Breast Milk Identified by Multicolour Flow Cytometry. *PLoS One.* 2015; 10(8): 1-17.
6. Terra R, Silva SAG, Pinto VS, Dutra, PML. Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(3): 208-214.
7. Benstoem C, Goetzenich A, Kraemer S, Borosch S, Manzanares W, Hardy G, Stoppe C. Selenium and its supplementation in cardiovascular disease-what do we know? *Nutrients.* 2015;7(5): 3094-118.
8. Steinbrenner H, Al-Quraishy S, Dkhil MA, Wunderlich F, Sies H. Dietary selenium in adjuvant therapy of viral and bacterial infections. *Adv Nutr.* 2015;6(1): 73-82.
9. Igielska-Kalwat J, Gościańska J, Nowak I. Carotenoids as natural antioxidants. *Postepy Hig Med Dosw.* 2015;7(69): 418-28.
10. Hamid NAA, Hasrul MA, Ruzanna RJ, Ibrahim IA, Baruah PS, Mazlan M, et al. Effect of vitamin E (Tri E®) on antioxidant enzymes and DNA damage in rats following eight weeks exercise. *Nut J.* 2011; 10(37): 1-7.
11. Puertollano MA, Puertollano E, de Cienfuegos GÁ, de Pablo MA. Dietary antioxidants: immunity and host defense. *Curr Top Med Chem.* 2011;11(14): 1752-66.
12. Jackson MJ. Control of reactive oxygen species production in contracting skeletal muscle. *Antioxid Redox Signal.* 2011;15(9): 2477-2486.
13. Power SK, Nelson WB, Hudson MB. Exercise-induced oxidative stress in humans: Cause and consequences. *Free Radic Biol Med.* 2011;51(5): 942-950.

14. Nindl BC, Castellani JW, Warr BJ, Sharp MA, Henning PC, Spiering BA, Scofield DE. Physiological Employment Standards III: physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. *Eur J Appl Physiol.* 2013; 113(11): 2655-2672.
15. Berzosa C, Cebrián I, Fuentes-Broto L, Gómez-Trullén E, Piedrafita E, Martínez-Ballarín E, et al. Acute exercise increases plasma total antioxidant status and antioxidant enzyme activities in untrained men. *J Biom Biotech.* 2011;2011: 1-7.
16. Brasil. Normas Peculiares do Curso Básico Para-quedista. Disponível em: <<http://www.cipqdt.ensino.eb.br>>. Acesso em: 04 mar. 2014.
17. Pollock, M.; Wilmore, J. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2. ed. Medsi, 1993.
18. Buonocore D, Negro M, Arcelli E, Marzatico F. Anti-inflammatory Dietary Interventions and Supplements to Improve Performance during Athletic Training. *J Am Coll Nutr.* 2015;34 Suppl1 :62-7.
19. Noworyta-Głowacka J, Beresińska M, Bańkowski R, Wiadrowska B, Siennicka J, Ludwicki JK. Effect of chlorpyrifos on the profile of subpopulations immunocompetent cells B, T and NK in in vivo model. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2014;65(4): 311-6.
20. Petry ER, Alvarenga ML, Cruzat VF, Tirapegui J. Suplementações nutricionais e estresse oxidativo: implicações na atividade física e no esporte. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte.* 2013;35(4): 1071-1092.
21. Koenig RT, Dickman JR, Kang CH, Zhang T, Chu YF, Ji LL. Avenanthramide supplementation attenuates eccentric exercise-inflicted blood inflammatory markers in women. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116(1): 67-76.
22. Gammone MA, Gemello E, Riccioni G, D'Orazio N. Marine bioactives and potential application in sports. *Mar Drugs.* 2014;12(5) :2357-82.
23. Norton RL, Hoffmann PR. Selenium and asthma. *Mol Aspects Med.* 2012;33(1): 98-106.
24. Sureda A, Tauler P, Aguiló A, Cases N, Llompart I, Tur JA, Pons A. Influence of an antioxidant vitamin-enriched drink on pre- and post-exercise lymphocyte antioxidant system. *Ann Nutr Metab.* 2008;52(3): 233-40.
25. Li X, Huang WX, Lu JM, Yang G, Ma FL, Lan YT, et al. Effects of a multivitamin/multimineral supplement on young males with physical overtraining: a placebo-controlled, randomized, double-blinded cross-over trial. *Biomed Environ Sci;*2013;26(7): 599-604.
26. Paulsen G, Cumming KT, Holden G, Hallén J, Rønnestad BR, Sveen O, et al. Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind, randomised, controlled trial. *J Physiol.*2014;592(8): 1887-901.
27. Da Silva EP Jr, Nachbar RT, Levada-Pires AC, Hirabara SM, Lambertucci RH. Omega-3 fatty acids differentially modulate enzymatic anti-oxidant systems in skeletal muscle cells. *Cell Stress Chaperones.* 2016;21(1): 87-95.
28. Timmons BW, Cieslak T. Human Natural Killer Cell Subsets and Acute Exercise: A Brief Review. *Exerc Immunol Rev.*2008;14: 8-23.
29. Santos VC, Levada-pires AC, Alves SR. Pithon-Curi TC, Curi R, Cury-Boaventura MF. Changes in lymphocyte and neutrophil function induced by a marathon race. *Ceil Biochem Funct.*2013;31(3): 237-43.
30. Aguiló A, Monjo M, Moreno C, Martinez P, Martínez S, Tauler P. Vitamin C supplementation does not influence plasma and blood mononuclear cell IL-6 and IL-10 levels after exercise. *J Sports Sci.*2014;32(17): 1659-69.
31. Popovic LM, Mitic NR, Miric D, Bisevac B, Miric M, Popovic B. Influence of vitamin C supplementation on oxidative stress and neutrophil inflammatory response in acute and regular exercise. *Oxid Med Cell Longev.*2015;2015: 1-7.

32. Ostapiuk-karolczuk JET, Zembron-Lacny A, Naczki M, Gajewski M, Kasperska A, Dziewiecka H. et al. Cytokines and cellular inflammatory sequence in non-athletes after prolonged exercise. *J Sports Med Phys Fitness*.2012;52(5): 563-8.
33. Song QH, Xu RM, Zhang QH, Shen GQ, Ma M, Zhao XP, et al. Glutamine supplementation and immune function during heavy load training. *Int J Clin Pharmacol Ther*. 2015;53(5): 372-6.
34. Capó X, Martorell M, Sureda A, Llompart I, Tur JA, Pons A. Diet supplementation with DHA-enriched food in football players during training season enhances the mitochondrial antioxidant capabilities in blood mononuclear cells. *Eur J Nutr*.2015;54(1): 35-49.
35. Aguiló, A, Tauler P, Sureda A, Cases N, Tur J, Pons A. Antioxidant diet supplementation enhances aerobic performance in amateur sportsmen. *J Sport Sci*.2007; 25(11): 1203-1210.
36. Weber SU, Lehmann LE, Schewe JC, Thiele JT, Schröder S, Book M, et al. Low serum alpha-tocopherol and selenium are associated with accelerated apoptosis in severe sepsis. *Biofactors*.2008;33(2): 107-19.
37. Chen AF, Chen DD, Daiber A, Faraci FM, Li H, Rembold CM, et al. Free radical biology of the cardiovascular system. *Clin Sci (Lond)*.2012;123(2): 73-91.