

RESPOSTAS IMUNES AGUDAS A DOIS MÉTODOS DE TREINAMENTO DE FORÇA

Uirá Siqueira Farias*

Valter Teixeira de Almeida*

Carlos Alexandre Falconi*

Darlan Farias**

Tatiane Gomes Teixeira***

Mario Augusto Charro****

Jonato Prestes*****

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito agudo dos métodos tradicional (TT) e piramidal (TP) de treinamento de força sobre a contagem de células imunes. Participaram da amostra 20 indivíduos com idade média de $26,1 \pm 4,1$ anos, que foram randomicamente alocados em dois grupos. A coleta sanguínea foi realizada antes e imediatamente após a sessão de exercícios. A contagem de leucócitos, linfócitos, neutrófilos, monócitos e eosinófilos foi realizada por citometria de fluxo. No TT foram realizadas 3 séries de 10 repetições máximas (RM) em cada um dos exercícios: supino reto, supino inclinado e *peck deck*, já no TP foram realizadas 3 séries de 12RM, 10RM e 8RM, nos mesmos exercícios. No grupo tradicional (TT) não foram observadas alterações significativas na contagem de células imunes; e no grupo TP houve uma redução apenas na contagem de linfócitos imediatamente após o protocolo. Concluiu-se que o método piramidal de treinamento de força para membros superiores induz a nenhuma ou pequena alteração aguda da contagem de células.

Palavras-chave: treinamento de força, leucócitos, sistema imune.

* Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS

**Mestrando em Educação Física pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Católica de Brasília – UCB

*** Doutoranda do Programa de Mestrado e Doutorado em Educação Física da Universidade Católica de Brasília

****Prof. Mestre da Universidade Municipal de São Caetano do Sul e professor titular nível I das Faculdades Metropolitanas Unidas

*****Prof. Dr. do programa de Mestrado e Doutorado em Educação Física da Universidade Católica de Brasília.

ABSTRACT

The present study aimed to compare the acute effect of traditional (TT) and pyramidal (PT) resistance training (RT) methods on immune cells counting. 20 individuals aged 26.1 ± 4.1 years participated of the sample, they were randomly allocated into two groups with the same number of subjects. Blood samples were drawn before and immediately after the exercise session. Leucocytes, lymphocytes, neutrophils, monocytes, and eosinophils counting was performed by flow cytometry. In the TT 3 sets of 10 repetitions maximal (RM) were completed in each exercises: bench press, inclined press and peck deck, while in the PT 3 sets of 12RM, 10RM and 8RM were completed in the same exercises. There were no significant alterations in immune cell counting for the (TT); and there was a decrease only in lymphocytes counting for the PT group immediately after the protocol. It can be concluded that pyramidal RT method for the upper limb induces no or a small alteration on acute immune cell counting.

Key-words: *resistance training, leukocytes, immune system.*

INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é uma das modalidades recomendadas tanto para saúde como para a estética, mostrando-se especialmente importante no aumento da massa, força e potência muscular (Spiering et al, 2008; Fry, 2004; Devos et al, 2005). Outros benefícios do TF incluem aumento de massa óssea (Guadalupe-Grau et al, 2009; Suominen, 2006; Almstedt et al, 2010); capacidade funcional (Almstedt et al, 2003); e equilíbrio (Kenneth & Behm, 2005). Neste sentido, o sistema imunológico também pode sofrer adaptações frente prática do TF (Kraemer et al, 1996; Raul et al, 1996).

Os sistemas inato e adaptativo são interconectados, e a resposta inata – mais rápida - é fortalecida pela ação adaptativa, que amplia a eficácia do organismo no combate aos antígenos (Rosa & Vaisberg, 2002). Por meio de interação neuro-endócrina, o estresse é um importante estímulo para a resposta imunológica (Faure, et al, 2004; Besedovsky & Del Rey, 1996; Besedovsky et al, 1985). O exercício físico é um estressor, e como tal promove respostas que repercutem no sistema imune. Mayhew, Thyfault e Kock (2005) ressaltam que desde 1902 sabe-se que o exercício de endurance modifica a contagem de leucócitos na circulação. São pontos-chave no controle das respostas imunológicas ao exercício, a ativação do sistema nervoso simpático, a liberação de cortisol e de opióides endógenos (Jonsdottir, 2000; Madden & Felten, 1995).

Por conseguinte, o tipo, a duração e a intensidade do exercício físico são parâmetros que modulam a magnitude de resposta das células imunológicas (Vieira, 2007). Enquanto exercícios aeróbios de intensidade moderada melhoram a resposta imune (Yan et al, 2001), exercícios de alta intensidade podem causar supressão imune, abrindo a chamada janela de oportunidade para infecções (Nieman, 1997; Nieman et al, 2004; Lakier, 2003). Quanto à resposta aguda aos exercícios de força, os resultados ainda são controversos, o que se deve especialmente à diversidade de protocolos utilizados nos estudos. Analisando a contagem de células imunes, a leucocitose (aumento no número de leucócitos) é o resultado mais comumente encontrado (Miles et al, 1998; Simonson et al, 2004; Foschini & Prestes, 2007), e se mostra mais acentuado quando utilizados intervalos mais curtos (Mayhew et al, 2005).

Dada a necessidade de compreender as respostas imunes aos diferentes métodos de TF, o presente estudo teve como objetivo comparar as alterações agudas na contagem de células imunes em resposta aos métodos tradicional e piramidal de treinamento. A hipótese inicial do estudo era de que o método piramidal induziria as alterações mais pronunciadas na contagem celular em razão da maior intensidade deste tipo de método de TF.

MÉTODOS

AMOSTRA

Participaram do estudo 20 indivíduos do sexo masculino, universitários e com idade $26,1 \pm 4,1$ anos. Todos os participantes eram familiarizados aos exercícios de força, mas classificados como iniciantes (menos de seis meses de treinamento) (Baechle, 2000). Os participantes foram informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo, declarando participação voluntária na pesquisa. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de São Paulo – CEP - UESP (Parecer 161256/07) e seguiu a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (196/96). Os sujeitos foram aleatoriamente divididos em dois grupos, cada qual com 10 participantes: Treinamento tradicional (TT) e treinamento piramidal (TP).

COLETA DE SANGUE E CONTAGEM DE CÉLULAS

As coletas de sangue da veia antecubital foram realizadas antes e imediatamente após as sessões de exercícios. A coleta de sangue foi realizada por profissional habilitado utilizando todos os materiais necessários para a proteção própria (luvas, máscara e avental descartável) e dos participantes do estudo (agulhas, adaptador, *vacuntainers* novos e descartáveis). Foram coletados 25 mL de sangue de cada voluntário em tubos à vácuo com e sem anticoagulante (EDTA). Posteriormente, os tubos foram centrifugados a 800 g por 10 minutos e o material armazenado a -20°C para posterior contagem de células. As amostras sangüíneas foram submetidas à automação Sysmex SF-3000 (Roche Diagnóstica), pela metodologia de citometria de fluxo, para obtenção da contagem de leucócitos totais, monócitos, neutrófilos e linfócitos.

DETERMINAÇÃO DAS REPETIÇÕES MÁXIMAS (RM)

A familiarização foi realizada nos exercícios supino reto com barra livre, supino inclinado com barra livre e *peck deck* durante uma semana com duas sessões semanais e três séries de 10 repetições submáximas. Foram submetidos ao teste de repetições máximas e intervalo mínimo de 10 minutos entre cada exercício e ordem contrabalanceada. Após 72 horas realizaram os re-testes. As seguintes estratégias foram seguidas de acordo com Simão et al. (2005): a) foram adotadas instruções padronizadas quanto a execução dos testes e a técnica de execução de cada exercício; b) estímulos verbais foram fornecidos durante os testes; c) a massa de todos os pesos e barras foram determinados utilizando uma escala de precisão. Os testes de repetições máximas foram determinados em 3 tentativas com um intervalo de cinco minutos. Os testes e re-testes foram realizados no mesmo período do dia de acordo com a rotina de treinamento dos indivíduos. Em cada exercício as repetições máximas foram determinadas de acordo com a faixa de repetições a ser realizada em cada série, 12RM, 10RM e 8RM no método piramidal e 10RM no tradicional.

PROTOCOLO DA SESSÃO DE TREINAMENTO DE FORÇA

Os indivíduos do grupo TT realizaram 3 séries de 10 repetições máximas (RM) em cada um dos exercícios: supino reto com barra livre, supino inclinado com barra livre e peck deck). Os indivíduos do grupo TP realizaram 3 séries de 12RM, 10RM e 8RM, nos mesmos exercícios executados pelo grupo TT. Em ambos os grupos o intervalo adotado foi o mesmo: 60 segundos entre cada série, e 3 minutos entre cada exercício. A duração de cada repetição também foi idêntica entre os grupos: variando de 2 a 3 segundos para cada fase – concêntrica e excêntrica. A duração da sessão foi de 25 e 30 minutos.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Utilizou a estatística descritiva (média e desvio padrão). Os dados não apresentaram normalidade através do Shapiro-Wilk, logo recorreu-se aos testes não-paramétricos para comparações. A Anova de Friedman comparou as variáveis entre os respectivos momentos (pré e pós) dentro de cada sistema de treinamento. Quando identificada diferença significativa recorreu-se ao teste de Wilcoxon para localizar as respectivas diferenças entre os momentos (SIEGEL, 2006). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados estão apresentados na Tabela 1. Houve redução significativa na contagem de linfócitos após o método piramidal. Na comparação entre grupos, o número de neutrófilos e eosinófilos eram diferentes antes da intervenção, mantendo-se desta forma pós-exercício. A contagem de monócitos, por outro lado, foi diferente entre grupos apenas pré-intervenção, não sendo observadas diferenças entre os grupos pós-intervenção.

Tabela 1 – Valores de média aritmética (X), desvio padrão (S) e significância (p) para a comparação das variáveis imunológicas de acordo com o método de treinamento de força.

Contagem de células (mm ³)	TRADICIONAL		PIRAMIDAL		SIGNIFICÂNCIA (p)			
	Pré X±S	Pós X±S	Pré X±S	Pós X±S	1	2	3	4
Leucócitos	8060,0±1419,1	7795,0±1810,8	7620,0±1905,1	6995,0±1753,9	0,28	0,17	0,41	0,06
Neutrófilos	3927,7±1412,1	3982,8±1889,7	3022,2±1213,6	3408,4±1509,2	0,8	0,24	0,01	0,01
Eosinófilos	339,5±239,3	294,4±448,4	279,9±323,7	245,2±168,4	0,11	0,96	0,01	0,01
Linfócitos	3199,4±1218,0	2917,3±1294,3	3809,1±789,4	2843,8±408,9	0,57	0,01	0,06	0,11
Monócitos	537,0±293,3	553,5±181,9	472,1±221,9	476,5±349,2	0,39	0,72	0,01	0,33

1-4: O valor de significância (p) foi calculado através do teste não-paramétrico de Wilcoxon ($p < 0,05$)

1 – método tradicional (pré vs. pós)

2 – método piramidal (pré vs. pós)

3 – pré-intervenção (tradicional vs. piramidal)

4 – pós-intervenção (tradicional vs. piramidal)

DISCUSSÕES

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito de dois métodos de treinamento de força sobre a resposta aguda das células imunes. Apenas o método piramidal provocou redução na contagem de linfócitos. Neste sentido, os métodos tradicional e piramidal do treinamento de força realizados para os membros superiores, parecem exercer pouco ou nenhum efeito agudo sobre a contagem de células imunes. No entanto, os resultados do presente estudo são apenas preliminares e devem ser observados com critério. Sendo assim, a hipótese inicial do estudo de que o TF com método piramidal induziriam a modulações mais evidentes sobre a contagem celular não foi confirmada.

A linfopenia – redução da contagem de linfócitos – é uma resposta comum após exercícios intensos ou prolongados (Mooren et al, 2004; Ronsen et al, 2001; Pedersen & Toft, 2000), mas dificilmente acontece após uma sessão de treinamento de força, dada sua reduzida duração de estímulos para o mesmo grupamento muscular. A linfopenia está associada a instalação de um quadro imunossupressivo transitório (Dias et al, 2007), e sua ocorrência tem sido justificada pela elevação acentuada de cortisol que normalmente ocorre em exercícios extenuantes (Dohi et al, 2001). Este hormônio reduz a síntese de células da linhagem linfóide, bem como desencadeia a apoptose de células imunes, causando assim queda do número de linfócitos (Mars et al, 1998; Neves et al, 2009).

Neves Junior et. al. (2009) encontraram resultados interessantes em relação à intensidade do exercício, a concentração de cortisol e número de leucócitos. Embora sem diferença significativa, os resultados indicam que no grupo que treinou em intensidade mais elevada, houve tendência a aumento do cortisol (25,3%) enquanto que no grupo que treinou de forma mais leve houve tendência à redução (-9,8%). Em nenhum dos grupos foram observadas alterações significativas na contagem de leucócitos.

Diferente do número de linfócitos, nos demais tipos celulares estudados não houve alteração em resposta à sessão aguda. A leucocitose – aumento do número de leucócitos – pode ocorrer em resposta aguda aos exercícios de força (18,42, 24,43) e tende a ser maior quanto menor o intervalo utilizado entre as séries na sessão de exercícios de força (MAYHEW, 2005), bem como quanto maior a intensidade (Natale et al, 2003).

Após um método de bi-set foi observado aumento agudo na contagem de leucócitos, linfócitos, neutrófilos e monócitos em indivíduos treinados (Foschini & Prestes, 2007). Quanto aos neutrófilos, geralmente o estresse do exercício causa sua elevação, justificada inicialmente pela desmarginação destas células dos vasos sanguíneos por meio da ação das catecolaminas e estresse de cisalhamento imposto pela passagem do sangue (Walsh, et al, 2011). Já no estudo de Peake et al (2006) que investigou o treinamento com ações excêntricas, não houve alteração significativa logo após a sessão de treinamento, o que ocorreu 3 horas após o término da sessão. De fato, em outros estudos com treinamento de força a leucocitose foi acompanhada de aumento significativo dos monócitos (Ramel et al, 2003; Simonson et al, 2004). As diferenças entre os estudos podem estar associadas aos diferentes métodos de treinamento utilizados, tempo de intervalo, população e grupos musculares estudados. Dentre as limitações do presente estudo estão a análise da contagem celular apenas após a sessão, ausência de outros parâmetros imunes de função celular, bem como o reduzido número de participantes.

Conforme esperado, a contagem de eosinófilos não teve alteração significativa. Simonson e Jackson (2004) relatam que este tipo celular geralmente não se altera em resposta ao exercício de força em razão de seu ciclo de vida e locais mais comuns de armazenamento, além da predominante ação antiparasitária e antialérgica destas células (CRUVINEL et al, 2010).

CONCLUSÕES

O treinamento de força com método piramidal ou tradicional para membros superiores exercem pouco ou nenhum efeito agudo sobre a contagem de células imunes. Do ponto de vista clínico, os resultados devem ser observados com cuidado, pois apenas a contagem celular aguda não é suficiente para conclusões. Sugerimos futuros estudos em outras populações e com outros períodos de análise após o exercício acompanhado de medidas da função celular e resposta hormonal.

REFERÊNCIAS

- ALMSTEDT, H. C.; CANEPA, J. A.; RAMIREZ, D. A.; SHOEPE, T. C. (2010), "Changes in Bone Mineral Density in Response to 24 Weeks of Resistance Training in College-Age Men and Women". *Journal Strength Conditioning Research*, 24:195-200.
- BAECHLE, THOMAS. (2000), **Essentials of Strength Training and Conditioning**. 2ª, United States of America: Human Kinetics.
- BESEDOVSKY, H. O.; DEL REY, A. E. (1996), "Immune-neuro-endocrine interactions: facts and hypotheses". *Endocrine Reviews*, 17: 64-102.
- BESEDOVSKY, H. O.; DEL REY, A. E.; SORKIN, E. (1985), "Immune-neuroendocrine interactions". *Journal of Immunology*, 135: 750s-754s.
- CRUVINEL, W. M.; MESQUITA, Jr. D.; ARAUJO, J. A. P.; CATELAN, T. T. T.; SOUSA, A. W. S.; SILVA, N. P.; ANDRADE, L. E. C. (2010) "Sistema imunitário parte I: fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória". *Revista Brasileira Reumatologia*, 50: 434-461.
- DEVOS, N. J.; SINGH, N. A.; ROSS, D.A.; STAVRINOS, T. M.; ORR, R. FIATARONE, SINGH, M. A. (2005), "Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults". *Gerontology Biological Science Medicine Series A*, 60:638-647.
- DIAS, R.; FROLLINI, A. B.; PRESTES, J.; FERREIRA, C. K. O.; DONATTO, F. F.; VERLENGIA, R.; PALANCH, A. C.; CAVAGLIERI, C. R. (2007), "Efeito do exercício agudo de curta duração em leucócitos circulantes e linfócitos teciduais de ratos". *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 21: 229-43.
- DOHI, K.; MASTRO, A. M.; MILES, M. P.; BUSH, J. A.; GROVE, D. S.; LEACH, S. K.; VOLEK, J. S.; NINDL, B. C.; MARX, J. O.; GOTSHALK, L. A.; PUTUKIAN, M.; SEBASTIANELLI, W. J.; KRAEMER, W. J. (2001), "Lymphocyte proliferation in response to acute heavy resistance exercise in women: influence of muscle strength and total work". *European Journal Applied Physiology*, 85: 367-373.
- FAURE, M.; GAPIN, L.; VIRET, C. (2004), "Stressing the virtues of the immune system". *Microbes and Infection*, 6: 960-964.
- FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; (2007), "Respostas hormonais e imunes agudas decorrentes do treinamento de força em bi-set". *Fitness Performance Journal*, 6: 38-44.
- FRY, A. C. (2004), "The role of the resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations". *Sports Medicine*, 34:663-679.
- GUADALUPE-GRAU, A.; FUENTES, T.; GUERRA, B.; CALBET, J. A. (2009), "Exercise and bone mass in adults". *Sports Medicine*, 39:439-68.
- JONSDOTTIR, I. H.; (2000), "Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: neuropeptides and their interaction with exercise and immune function". *Immunology Cell Biology*, 78: 562-570.
- KENNETH, A.; BEHM, D. (2005), "O Impacto do Treino de Resistência à Instabilidade no Equilíbrio e Estabilidade". *Sports Medicine*, 35:43-53.
- KRAEMER, W. J.; CLEMONSON, A.; TRIPLETT, N. T.; BUSH, J. A.; NEWTON, R. U.; LYNCH, J. M. (1996), "The effects of plasma cortisol elevation on total and differential leukocyte counts in response to heavy-resistance exercise". *European Journal Applied Physiology*, 73:93-97.
- LAKIER, S. L.; (2003), "Overtraining, excessive exercise, and altered immunity: is this a T helper-1 versus T helper-2 lymphocyte response?" *Sports Medicine*, 33: 347-364.

- LATHAM, N.; ANDERSON, C.; BENNETT, D.; STRETTON, C. (2003), "Progressive resistance strength training for physical disability in older people". *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2):CD002759.
- MADDEN, K. S.; FELTEN, D. L. (1995), "Experimental basis for neural-immune interactions". *Physiology Reviews*, 75: 77-106.
- MARS, M.; GOVENDER, S.; WESTON, A.; NAICKER, V.; CHUTURGOON, A. (1998), "High intensity exercise: a cause of lymphocyte apoptosis?" *Biochemical Biophysical Research Communications*, 249: 366-370.
- MAYHEW, D. L.; THYFAULT, J. P.; KOCK, A. J. (2005), "Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistance exercise". *Journal Strength Conditioning Research*, 19: 16-22.
- MILES, M. P.; LEACH, S. K.; KRAEMER, W. J.; DOHI, K.; BUSH, J. A.; MASTRO, A. M. (1998), "Leukocyte adhesion molecule expression during intense resistance exercise". *Journal Applied Physiology*, 84: 1604-1609.
- MOOREN, F. C.; LECHTERMANN, A.; VOLKER, K. (2004), "Exercise-induced apoptosis of lymphocytes depends on training status". *Medicine Science Sports Exercise*, 36: 1476-1483.
- NATALE, V. M.; BRENNER, I. K.; MOLDOVEANU, A. I.; VASILIOU, P.; SHEK, P.; SHEPARD, R. J. (2003), "Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise". *Revista Paulista de Medicina*, 121: 9-14.
- NEVES, Jr, S. C.; LIMA, R. M.; SIMOES, H. G.; MARQUES, M. C.; REIS, V. M.; OLIVEIRA, R. J. (2009), "Resistance exercise sessions do not provoke acute immunosuppression in older women". *Journal Strength Conditioning Research*, 23: 259-265.
- NIEMAN, D. C. (1997), "Exercise immunology: practical applications". *International Journal Sports Medicine*, 18: S91-S100.
- NIEMAN, D. C.; DAVIS, J. M.; BROWN, V. A.; HENSON, D. A.; DUMKE, C. L.; UTTER, A. C.; VINCI, D. M.; DOWNS, M. F.; SMITH, J. C.; CARSON, J.; BROWN, A.; MCANULTY, S. R.; MCANULTY, L. S.; (2004), "Influence of carbohydrate ingestion on immune changes after 2 h of intensive resistance training". *Journal Applied Physiology*, 96: 1292-1298.
- SIMONSON, S. R.; JACKSON, C. G. R. (2004), "Leukocytosis occurs in response to resistance exercise in men". *Journal Strength Conditioning Research*, 18: 266-271.
- PEAKE, J. M.; NOSAKA, K.; MUTHALIB, M.; SUZIKI, K. (2006), "Systemic inflammatory responses to maximal versus submaximal lengthening contractions of the elbow flexors". *Exercise Immunology Review*, 12: 72-85.
- PEDERSEN, B. K.; TOFT, A. D. (2000), "Effects of exercise on lymphocytes and cytokines". *British Journal of Sports Medicine*, 34: 246-51.
- PRESTES, J.; FROLLINI, A. B.; GUERESCHI, M. G.; DIAS, R.; DONATTO, F.; FERREIRA, C. K.; FOSCHINI, D.; PALANCH, A. C.; FIGUEIRA, Jr. A.; CAVAGLIERI, C. R. (2007), "Influência do exercício físico agudo realizado até a exaustão sobre o número de leucócitos, linfócitos e citocinas circulantes". *Fitness Performance Journal*, 6: 32-37.
- RAMEL, A.; WAGNER, K.; ELMADFA, I. (2003), "Acute impact of submaximal resistance exercise on immunological and hormonal parameters in young men". *Journal Sports Science*, 21: 1001-1008.
- RAUL, L. C.; ROUBENOFF, R.; CANNON, J. G.; ABAD, L. W.; DINARELLO, C. A.; MEYDANI, S. N.; (1996), "Effects of progressive resistance training on immune response in aging and chronic inflammation". *Medicine Science Sport Exercise*, 28: 1356-1365.

- RONSEN, O.; PEDERSEN, B. K.; ORITSLAND, T. R.; BAHR, R.; KJELDSEN-KRAGH, J. (2001), "Leukocyte counts and lymphocyte responsiveness associated with repeated bouts of strenuous endurance exercise". *Journal Applied Physiology*, 91: 425-34.
- ROSA, L. F. P.; VAISBERG, M. W. (2002), "Influencia do Exercício na resposta imune". *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 8: 167-172.
- SIEGEL, SIDNEY. (2006), **Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences**. 2ª, United States of America: McGraw-Hill.
- SIMÃO, R.; FARINATTI, P. T. V.; POLITO, M. D.; MAIOR, A. S.; FLECK, S. J. (2005), "Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises". *Journal Strength Conditioning Research*, 19: 152–156.
- SPIERING, B. A.; KRAEMER, W. J.; ANDERSON, J. M.; ARMSTRONG, L. E; NINDL, B. C.; VOLEK, J. S.; MARESH, C. M. (2008), "Exercise Biology Manipulation of Resistance Exercise Programmed Variables Determines the Responses of Cellular and Molecular Signaling Pathways". *Sports Medicine*, 38: 527-540.
- SUOMINE, H. (2006), "Muscle training for bone strength". *Aging Clinical Experimental Research*, 18:85-93.
- VIEIRA, A. K.; (2007), "Alterações hormonais, imunológicas e fisiológicas durante o estado de overtraining". *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, 1: 23-29.
- WALSH, N. P.; GLEESON, M.; SHEPHARD, R. J.; WOODS, J. A.; BISHOP, N. C.; FLESHNER, M.; GREEN, C.; PEDERSEN, B. K.; HOFFMAN-GOETZ, L.; ROGERS, C. J.; NORTHOFF, H.; ABBASI, A.; SIMON, P. (2011), "Position Statement part one: Immune function and exercise". *Exercise Immunology Review*, 17: 6-63.
- YAN, H.; KUROIWA, A.; TANAKA, H.; SHINDO, M.; KIYONAGA, A.; NAGAYAMA, A. (2001), "Effect of moderate exercise on immune senescence in men". *European Journal Applied Physiology*, 86: 105-111.