

Artigo Original

# EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO MILITAR NA POTÊNCIA MUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES E NOS INDICADORES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Alex Souto Maior<sup>1,2</sup>, Marcus Weber Barbosa Junqueira de Souza<sup>2</sup>, Eduardo Defilippo<sup>2</sup>, Felipe Diniz Granado<sup>2</sup>, Jorge Wilson da Silva Boabaid<sup>2</sup>, Ralfe Marques de Pinho Beyruth<sup>2</sup>, Roberto Simão<sup>3</sup>

1 - Laboratório de Fisiologia do Exercício/Universidade Plínio Leite - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.

2 - Universidade Gama Filho - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.

3 - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.

## Resumo

O Treinamento Físico Militar (TFM) visa fortalecer a estrutura muscular global do indivíduo e selecionar os que apresentam maior força física e psicológica. O objetivo deste estudo foi quantificar a potência muscular de membros inferiores, bem como a composição corporal, antes e após o treinamento físico militar de oficiais e sargentos do Centro de Instrução Para-quedista General Penha Brasil - RJ. Foram selecionados 10 indivíduos (idade  $25,8 \pm 6$  anos, peso corporal  $72,5 \pm 9,1$ kg e estatura  $174,1 \pm 7,3$ cm), submetidos aos testes de salto vertical e de salto horizontal, realizando-se avaliações de composição corporal, antes e após o treinamento físico militar, com duração de três semanas, cinco vezes por semana. O treinamento consistia em 18 exercícios para membros inferiores e superiores. Os resultados através do teste *t-student* pareado

mostraram redução significativa de -2,5% ( $p < 0,01$ ) para o salto vertical, bem como redução não significativa de 1% ( $p > 0,05$ ) para o salto horizontal, após a terceira semana de treinamento. Em relação à composição corporal, o teste *t-student* pareado mostrou redução significativa de -2,8% ( $p < 0,01$ ), após a terceira semana de treinamento. A conclusão mostra que os processos neurais apresentam íntimo comportamento ligado aos parâmetros da especificidade das ações musculares. Demonstra, ainda, que a influência da fadiga e do stress neuromuscular, associado ao reduzido consumo calórico, reduz a *performance* nos saltos verticais e nos horizontais, assim como produz alteração na composição corporal dos indivíduos participantes de um programa de treinamento físico militar.

**Palavras-chave:** Treinamento Físico Militar, Potência de Membros Inferiores, Composição Corporal.

Original Article

## EFFECTS OF MILITARY PHYSICAL TRAINING ON THE MUSCULAR POTENCY OF INFERIOR MEMBERS AND ON INDICATORS OF BODY COMPOSITION

### Abstract

Military Physical Training (MPT) aims to strengthen

the global muscular structure of the individual and select those who demonstrate greater physical and psychological force. The object of this study was to quantify the muscular potential of the inferior members, as well as body composition, before and after military physical training of officers and sergeants of the General Penha Brazil Parachutist's Instruction Center - RJ. Ten individuals were selected (aged  $25.8 + 6$  years, body weight  $72.5 + 9.1$  kg and height  $174.1 + 7.3$ cm), and submitted to the test of vertical jump and horizontal jump, evaluation of body composition realized before and after military physical training,

Recebido em 18.01.2006. Aceito em 30.08.2006.

with a duration of three weeks, five times a week. The training consisted of 18 exercises for the inferior and superior members. The results, through the paired t-student test, showed a significant reduction of -2.5% ( $p < 0.01$ ) for the vertical jump, as well as a non-significant reduction of 1% ( $p > 0.05$ ) for the horizontal jump, after the third week of training. The conclusion shows that the neural processes present behavior intimately linked to the parameters of the specifics of muscular action. It

also demonstrates that the influence of fatigue and of neuromuscular stress associated with reduced caloric ingestion reduces the performance in the vertical and horizontal jumps, as well as producing alteration in the body composition of individuals participating in a program of military physical training.

**Key words:** Military Physical Training, Potency of Inferior Members, Body Composition.

## INTRODUÇÃO

Desde sua criação, na década de 30, as unidades militares pára-quedistas, no mundo todo, desenvolvem treinamentos especiais para seus integrantes. O salto de aeronave militar em vôo, estando o indivíduo com 50 kg ou mais de equipamentos, é o suficiente para ditar o intenso treinamento a ser executado. No Brasil, este treinamento é realizado na Área de Estágio Pára-quedista do Centro de Instrução Pára-quedista General Penha Brasil - RJ, onde, anualmente, cerca de 400 oficiais e sargentos buscam concluir, com sucesso, o Curso Básico de Pára-quedista. O curso é dividido em duas fases (Ministério do Exército, 1990): 1ª) consiste na preparação física intensa, com duração de três semanas, pelo turno da manhã, com três tempos de instrução (das 07:00h às 12:00h); 2ª) divisão em um tempo de preparação física e cinco tempos de preparação técnica de salto, durante o período da manhã e da tarde (das 07:00h às 16:00h).

O principal objetivo da formação básica pára-quedista consiste em fortalecer a estrutura muscular global do indivíduo, dando-se ênfase aos membros inferiores e ao abdômen, já que estes são os grupos musculares mais exigidos para suportar a carga transportada durante o salto, bem como por ocasião do impacto ao solo na aterragem. Além disto, busca-se selecionar indivíduos que apresentem uma maior força física e psicológica (Ministério do Exército, 1990; Júnior e Gonçalves, 1997).

Em todas as unidades militares, os principais objetivos do Treinamento Físico Militar (TFM) são: a) proporcionar a manutenção preventiva da saúde do militar; b) desenvolver, manter ou recuperar a condição física total do militar; e c) cooperar no

desenvolvimento de suas qualidades morais e profissionais (Júnior e Gonçalves, 1997).

A principal qualidade física trabalhada é a potência muscular dos membros inferiores, tendo em vista as atividades inerentes à tropa aeroterrestre. Segundo Fleck e Kraemer (1999) e Kubo et al. (1999), a potência é a velocidade com que se desempenha o trabalho de determinado segmento, ou seja, a potência gerada por um salto vertical, matematicamente, é o produto do peso corporal de um sujeito pela altura de sua saída do chão, dividido pelo tempo que demorou a executar a repetição. Assim, quando as fases excêntrica e concêntrica, mediadas por rápida transição, são sistematizadas, é caracterizado seu efeito por meio da manipulação das variáveis intervenientes, dando origem ao tipo de treinamento muscular denominado pliométrico (Kubo et al., 1999; Neto et al., 2005). Uma forma de avaliar a potência muscular nos membros inferiores, através de um método não-invasivo, é o teste de salto vertical e horizontal, cuja confiabilidade tem sido relatada em vários estudos (Komi, 2000; Goubel, 1997).

Este estudo tem como objetivo quantificar a potência muscular de membros inferiores nos indivíduos submetidos ao TFM proposto pelo Curso Básico de Pára-quedista do Exército Brasileiro, identificando se houve ganho ou perda desta qualidade física após as primeiras três semanas deste curso, período em que o treinamento físico é muito intenso.

Poucas foram as modificações sofridas por este treinamento no decorrer dos seus 56 anos de existência (Júnior e Gonçalves, 1997) e seus resultados, em se tratando de ganho de qualidades físicas, foram poucos estudados, daí a importância desse estudo para posterior análise.

## METODOLOGIA

### Sujeitos

Foram estudados 10 indivíduos, selecionados aleatoriamente, todos do sexo masculino, oficiais e sargentos do Exército Brasileiro, voluntários, com idade de  $25,8 \pm 6$  anos, peso corporal de  $72,5 \pm 9,1$  kg e estatura de  $174,1 \pm 7,3$  cm. Os indivíduos não possuíam contra-indicações formais para a realização do teste. Todos os avaliados já haviam participado de exercícios de fortalecimento muscular e eram fisicamente ativos, já que praticavam exercícios físicos há mais de seis meses, três vezes por semana (ACSM, 2002). Antes da coleta de dados, todos os voluntários responderam negativamente aos itens do questionário PAR-Q (Shepard, 1988). Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. O grupo realizou teste de salto vertical, teste de salto horizontal e análise da composição corporal (dobras cutâneas), antes e depois das três semanas de treinamento na Área de Estágio Pára-quedista. Para a realização da pesquisa, foram propostas quatro etapas: 1) seleção da amostra; 2) pré-teste; 3) aplicação do programa e exercícios; e 4) pós-teste.

### Instrumentos

A avaliação da composição corporal foi realizada através de dois cálculos distintos: 1) medida da densidade corporal pela equação de Jackson e Pollock (1978) validada por Pollock e Wilmore (1993) (TABELA 1); e 2) medida do percentual de gordura pela equação de SIRI (McArdle et al., 2001)  $\%G = (495/D) - 450$ , onde  $\%G$  = percentual de gordura;  $D$  = densidade (g/ml). Foi utilizado, como instrumento de medida, o compasso de dobras cutâneas da marca Sanny - Brasil. O peso corporal foi mensurado por balança digital, previamente calibrada, da marca Filizola, tendo sido a estatura aferida por um estadiômetro, graduado em milímetros, da marca Sanny. Para a validação dos testes de potência de membros inferiores, foi utilizada uma tábua de 30 cm de largura por 150 cm de comprimento, graduada em centímetros e milímetros, fixada acima de 200 cm de altura, assim como talco para a realização do *Jump*

*Test*. Para o teste de impulsão horizontal, foi usada uma fita métrica Sanny e um esquadro de madeira. Após as medidas antropométricas, os avaliados realizaram o salto vertical e, na seqüência, o salto horizontal.

Objetivando reduzir a margem de erro nos testes de salto, foram adotadas as seguintes estratégias: 1) instruções padronizadas foram oferecidas antes do teste, de modo que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolvia a coleta de dados; 2) o avaliado foi instruído sobre a técnica de execução do exercício; 3) o avaliador estava atento quanto à posição adotada pelo avaliado no momento do salto; e 4) todos os avaliados realizaram os testes no mesmo horário.

TABELA 1  
EQUAÇÃO DE MENSURAÇÃO DE DENSIDADE CORPORAL.

$$D = 1,101 - 0,0004115(\Sigma 7DC) + 0,00000069(\Sigma 7DC)^2 - 0,00022631(\text{ID}) - 0,0059239(\text{PAB}) + 0,0190632(\text{PAT})$$

Onde:  $\Sigma 7DC$  = somatório das dobras cutâneas subscapular, tríceps, peitoral, axilar média supra-iliaca, abdominal e coxa; ID = idade em anos; MC = massa corporal (kg); PAT = perímetro do antebraço (m); PAB = perímetro do abdômen (m).

### Teste de impulsão vertical e horizontal

O teste de impulsão vertical, agachamento com salto, tem como objetivo medir, indiretamente, a potência muscular dos membros inferiores. Em uma descrição sucinta, o teste foi realizado em uma superfície plana e não escorregadia, com o indivíduo calçado e desprovido de roupas que limitassem seu movimento. Com os pés afastados 10 a 15 cm, o avaliado foi posicionado paralelo a uma linha traçada a 30 cm da tábua de marcação. Foi administrado talco nas pontas dos dedos indicadores da mão dominante, permanecendo a outra mão junto ao corpo. Assim, o executante partiu de uma posição estática de meio-agachamento, flexão dos joelhos a  $90^\circ$ , mãos ao longo do corpo, pés paralelos (afastados 10 a 15 cm), não se permitindo novo abaixamento do centro de gravidade (CG), sendo o movimento somente ascendente. Ao executar o movimento, o indivíduo realizou uma marca de talco, na tábua, com os dedos da mão dominante. Não foi permitido andar ou tomar distância para dar o salto e puderam ser realizadas três tentativas (Goubel, 1997; Neto et al., 2005).

Os procedimentos utilizados para a realização do teste de impulsão horizontal ocorreram em uma superfície plana e não escorregadia, com o indivíduo calçado e desprovido de roupas que limitassem seu movimento. O avaliado colocou-se com os pés paralelos (afastados 10 a 15 cm) no ponto de partida, demarcado como o ponto zero de uma fita métrica fixada ao solo. Através da voz de comando, o avaliado deveria saltar, no sentido horizontal, com impulsão simultânea das pernas, objetivando atingir o ponto mais distante da fita métrica. Foi permitida a movimentação livre dos braços e foram realizadas três tentativas (Blattner e Noble, 1979; Neto et al., 2005).

### Treinamento físico militar

Durante as três semanas de treinamento, foram utilizados os uniformes de característica militar: calça camuflada, coturno e sem camisa. Quando os exercícios eram realizados na pista de cordas, o aluno utilizava a gandola (casaco) de combate. As três semanas de treinamento físico se deram conforme a TABELA 2 de exercícios, abaixo:

TABELA 2  
QUADRO DE TRABALHO SEMANAL.

	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
7:00h às 7:30h	CERIMONIAL	CERIMONIAL	CERIMONIAL	CERIMONIAL	CERIMONIAL
7:30h às 8:30h	GINÁSTICA COM TOROS	CORRIDA	PISTA DE CORDAS	GINÁSTICA BÁSICA	CORRIDA
8:30h às 8:40h	INTERVALO	INTERVALO	INTERVALO	INTERVALO	INTERVALO
8:40h às 9:40h	PISTA DE CORDAS	PTC (PISTA DE TREINAMENTO EM CIRCUITO)	PISTA DE CORDAS	GINÁSTICA COM TOROS	PTC (PISTA DE TREINAMENTO EM CIRCUITO)
9:40h às 10:00h	INTERVALO	INTERVALO	INTERVALO	INTERVALO	INTERVALO
10:00h às 11:00h	TREINAMENTO PARA O TVF (TESTE DE VERIFICAÇÃO FÍSICA)	TREINAMENTO PARA O TVF	TREINAMENTO PARA O TVF	TREINAMENTO PARA O TVF	TREINAMENTO PARA O TVF

Tempo de execução e programa de exercícios.

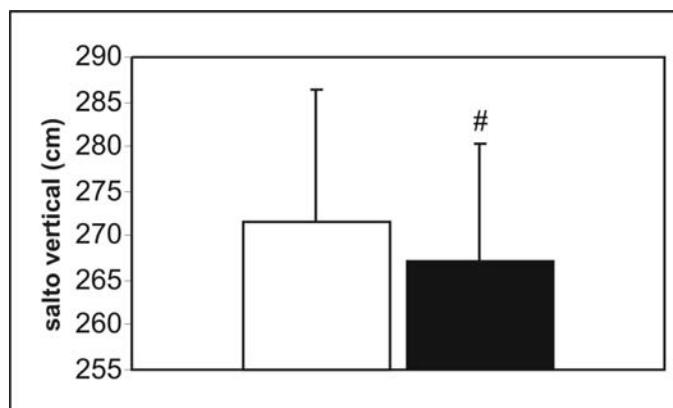
### Análise estatística

Foi utilizada análise descritiva para relatar a média e o desvio-padrão dos resultados das amostras. A análise, pré e pós-treinamento, para as médias do salto vertical, horizontal e composição corporal foram verificados pelo teste *t-student* pareado. O nível de significância adotado foi de 95%.

## RESULTADOS

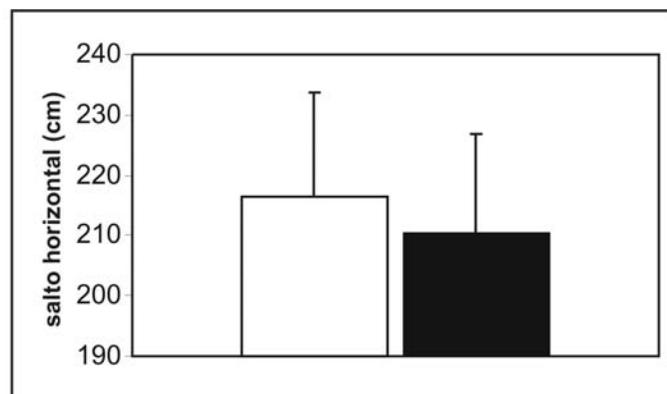
A análise estatística mostrou que as variáveis analisadas, salto vertical e somatório das dobras cutâneas, apresentaram redução significativa ( $p=0,01$ ), após três semanas de Treinamento Físico Militar (GRÁFICOS 1, 2 e 3). Em relação à medida de salto horizontal, ocorreu redução quando comparado o teste pré e pós-treinamento (GRÁFICO 2), porém não mostrou diferença significativa ( $p<0,39$ ).

GRÁFICO 1  
MÉDIA E DESVIO PADRÃO PRÉ E PÓS-TREINAMENTO SALTO VERTICAL.



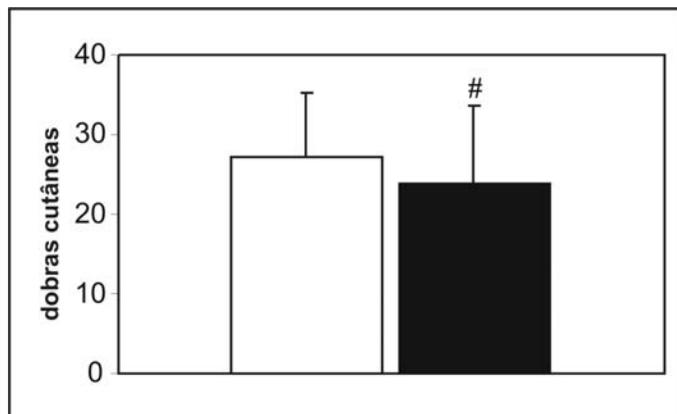
Cor branca relata o teste pré e a cor preta o teste pós-treinamento - # = ( $p=0,01$ ).

GRÁFICO 2  
MÉDIA E DESVIO PADRÃO PRÉ E PÓS-TREINAMENTO SALTO HORIZONTAL.



Cor branca relata o teste pré e a cor preta o teste pós-treinamento.

GRÁFICO 3  
MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO SOMATÓRIO DAS  
DOBRAS CUTÂNEAS PRÉ E  
PÓS-TREINAMENTO.



Somatório das dobras cutâneas (peitoral, coxa e abdômen) pré e pós-treinamento físico militar  
Cor branca relata o teste pré e a cor preta o teste pós-treinamento - # = ( $p=0,01$ ).

## DISCUSSÃO

A potência de membros inferiores foi medida antes e após o Treinamento Físico Militar de três semanas, assim como a composição corporal, apresentando resultados conflitantes com os objetivos preconizados pelo treinamento. O nível de significância apresentou diferença durante as medidas do salto vertical ( $p=0,01$ ), não demonstrando, porém, mudanças nas medidas do salto horizontal ( $p<0,39$ ). A redução dos valores obtidos, relacionados à potência muscular dos membros inferiores, deve-se à forma de realização do Treinamento Físico Militar.

Fleck e Kraemer (1999) verificaram que o recrutamento reflexo de unidades motoras adicionais, ou uma velocidade de descarga aumentada das unidades motoras já recrutadas, pode resultar em força aumentada, como atuação do ciclo alongamento-encurtamento (CAE). Esta afirmação, quando relacionada com os escores do estudo proposto, é verificada, aparentemente, pois o recrutamento reflexo das unidades motoras apresentou o mínimo de atividade quando acionado após três semanas de Treinamento Físico Militar. Entretanto, segundo Thompson e Chapman (1988), a atividade mioelétrica não se altera significativamente

em músculos que desempenham ações isométricas, que, em seguida, são encurtados. Isso indica que a atividade reflexa não é responsável pelo aumento de força ocasionado por um CAE. Talvez os resultados deste estudo se contraponham às afirmações de Thompson e Chapman (1988) em função do *stress* muscular durante o tempo de treinamento, bem como do curto espaço de tempo entre o último dia de treinamento e o pós-teste (24 horas). Assim, a atividade mioelétrica apresentou estimulação diminuída.

É importante mencionar que o impulso neural para os músculos é de origem reflexa e a redução da tensão neuromuscular, que acompanha a diminuição da sensibilidade reflexa, pode ter sido responsável, em parte, pelo enfraquecimento muscular, devido ao bloqueio na utilização da energia elástica (Avela e Komi, 1998).

A importância da percepção da fadiga é vista na pesquisa de Komi (2000), comparando a função muscular em condições normais e em fadiga, concluindo que a magnitude do componente reflexo no estiramento varia de acordo com o aumento da carga de alongamento, mas, também, em virtude do nível de fadiga. A fadiga, devido a um CAE moderado, resulta em leve potenciação. Entretanto, um CAE exaustivo (em intensidade e em volume) pode reduzir a mesma contribuição reflexa de modo significativo, levando a problemas funcionais e a danos musculares (Nicol et al., 1996). Gollhofer et al. (1987) mostraram que a fadiga proporciona aumento nos tempos de contato nas fases excêntrica e concêntrica do CAE, sendo mais pronunciado na fase concêntrica, verificando-se, então, drástica redução de transferência de energia entre as fases.

Investigação de Strojnik e Komi (1998) sobre a fadiga neuromuscular é caracterizada pela redução do  $Ca^{2+}$  e pela aceleração da ação das pontes cruzadas (contrações mais rápidas), bem como por uma redução do potencial de ação de alta frequência, o que poderia ser a razão principal para a ocorrência da fadiga na *performance*. É observado, também, aumento dos marcadores indiretos do dano (atividade da creatinaquinase sérica e troponina), sugerindo que a redução da sensibilidade é de origem reflexa e está relacionada a dois mecanismos ativos: dificuldade e inibição pré-sináptica (Avela et al., 1999). Segundo Horita et al. (1999), no salto horizontal e no vertical, a intensidade do exercício é expressiva e a exaustão

ocorre em três minutos, de acordo com os métodos utilizados. Foi observada concentração relativamente alta de lactato ( $12,5 \pm 2,6$  mmol/l) e um aumento da atividade da creatinaquinase sérica mantido por dois dias. De acordo com Nicol et al. (1996), o aumento da creatinaquinase apresenta maior concentração entre a segunda hora e o segundo dia pós-exercício. É evidenciado, nestes resultados de Horita et al. (1999) e Nicol et al. (1996), que a possível redução da *performance* dos avaliados nesse estudo seja o fato das medidas pós-teste terem sido mensuradas 24 horas após a última sessão de treinamento, quando há uma maior concentração de creatinaquinase, o que perdura por dois dias. Levanta-se, portanto, a hipótese de alto acúmulo de resíduos metabólicos e, conseqüentemente, de uma redução da *performance* (Nicol et al., 1996; Kuitunen et al., 2002). Segundo Kuitunen et al. (2002), o intervalo mínimo para uma melhor recuperação metabólica e estrutural seria entre 48 e 72 horas, devido à intensidade do programa de treinamento utilizado nesse estudo.

Nicol et al. (1996) concluíram, através do exame de influência da fadiga metabólica e do dano muscular induzidos pelo CAE, que o reflexo de estiramento proporciona imediata redução na magnitude dos reflexos, com recuperação em longo prazo. Assim, é mantida uma significativa diminuição no desempenho muscular até o segundo dia pós-exercício. Entretanto, a recuperação do reflexo de estiramento e a diminuição da creatinaquinase apresentam maior incidência entre o segundo e o quarto dia pós-treinamento (Horita et al., 1999; Nicol et al., 1996). Desta maneira, os mecanismos de inibição reflexa permanecem obscuros. Enfatiza-se que a recuperação tardia da sensibilidade reflexa pode resultar de uma progressiva inflamação desenvolvida em casos de dano muscular. O ponto falho da pesquisa foi relacionado à ausência de uma medida invasiva de concentrações de produtos metabólicos, proporcionados pelo Treinamento Físico Militar, o que poderia melhor posicionar as conclusões.

Como em qualquer modalidade de treinamento, existe um risco inerente de lesões, havendo relatos concernentes, já que esse tipo de treino possui alto risco de comprometimento articular e muscular. Como principais causas das lesões podem ser citadas: a) progressão inadequada do treinamento; b) aquecimento inadequado; c) carga de trabalho

(volume e/ou intensidade) excessiva; d) lastro insuficiente de prévio treinamento; e e) calçados e pisos impróprios.

O peso e a composição corporal também devem ser considerados na prescrição de exercícios do CAE. Todos os exercícios de saltos (salto com contramovimento, salto em profundidade e multi-saltos) usam, no mínimo, o peso do corpo como resistência a ser superada (Neto et al., 2005). Um indivíduo com porcentagem de gordura corporal mais alta realiza os exercícios contra-resistência maior (peso do corpo), com massa muscular relativamente menor (massa corporal magra). É recomendado, aos indivíduos de maior peso, observar um volume de treinamento (número de saltos) menor que os de indivíduos mais leves (Neto et al., 2005; Kubo et al., 1999). Porém, os resultados desse estudo, em relação à composição corporal, não mostraram estar de acordo com a literatura. Os resultados obtiveram redução significativa da composição corporal no final da terceira semana de treinamento, quando comparado com o pré-teste. Entretanto, essa redução não estava diretamente relacionada com a melhora da *performance* nos saltos verticais e horizontais, como mencionado anteriormente. A melhora da composição corporal justifica-se pelo alto gasto calórico durante o intenso treinamento dos militares. Assim, é observado que o acúmulo metabólico (fadiga) e o *stress* neuromuscular proporcionado pelo Treinamento Físico Militar estão diretamente relacionados com a diminuição da *performance* física dos indivíduos.

## CONCLUSÃO

O estudo proposto apresenta grande relevância técnica, porém escassas referências científicas a serem comparadas com nossos resultados. A carência de pesquisas em laboratório, para a definição dos processos neurais intervenientes na prática do Treinamento Físico Militar, dificulta o estabelecimento de um método correto de exercícios em que se observe a complexa interação das variáveis intervenientes. Este fato mostra que os processos neurais apresentam íntimo comportamento ligado aos parâmetros da especificidade das ações musculares. A conclusão final aponta para uma grande influência da fadiga e do *stress* neuromuscular na redução da *performance* nos saltos verticais e horizontais

dos indivíduos participantes de um programa de Treinamento Físico Militar.

Novas pesquisas devem ser realizadas a fim de se verificar os resultados entre 48 e 72 horas após o teste, retificando ou ratificando, desta maneira, os resultados encontrados no pós-teste, realizado após 24 horas do período de treinamento.

**Endereço para correspondência:**

Alex Souto Maior  
Rua Desenhista Luís Guimarães, 260 / apto 601  
Barra da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ - Brasil  
CEP: 22793-261  
e-mail: alex.bioengenharia@terra.com.br

---

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports* 2002; 34(2): 364-80.

AVELA J, KYRULAINEN H, KOMI PV, RAMA D. Reduced reflex sensitivity persists several days after long-lasting stretch-shortening cycle exercise. *J Appl Physiol* 1999; 86:1292-300.

AVELA J, KOMI PV. Reduced stretch reflex sensitivity and muscle stiffness after long-lasting stretch-shortening cycle exercise in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998; 78:403-10.

BLATTNER S, NOBLE L. Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Research Quarterly* 1979; 50:583-88.

FLECK SJ, KRAEMER WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2ª ed. Porto Alegre: Ed Artes Médicas Sul Ltda, 1999.

GOUBEL F. Series elastic behavior during the stretch-shortening cycle. *J Appl Biomech* 1997; 3:439-43.

GOLLHOFERA, KOMI PV, MIYASHITA M, AURA O. Fatigue during stretch-shortening cycle exercises: changes in mechanical performance of human skeletal muscle. *Int J Sports Med* 1987; 8:71-8.

HORITA T, KOMI PV, NICOL C, KYRULAINEN H. Effect of exhausting stretch shortening cycle exercise on the time course of mechanical behavior in the drop jump: possible role of muscle damage. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999; 79:160-7.

JÚNIOR EM, GONÇALVES A. Avaliando relações entre saúde coletiva e atividade física: aspectos normativos e aplicados do Treinamento Físico Militar brasileiro. *Motriz* 1997; 3(2): 80-8.

KUBO K, KAWAKAMI Y, FUKUNAGA T. Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. *J Appl Physiol* 1999; 87:2090-6.

KOMI PV. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech* 2000; 33:1197-206.

KUITUNEN S, AVELA J, KYRULAINEN H, NICOL C. Acute and prolonged reduction in joint stiffness in humans after exhausting stretch-shortening cycle exercise. *Eur J Appl Physiol* 2002; 88:107-16.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. Manual de campanha: Treinamento Físico Militar, 1990.

McARDLE WD, KATCH FI, KATCH VL. Nutrição para o desporto e o exercício. Rio de Janeiro: Ed Guanabara Koogan, 2001.

NETO CLG, MOCROSKI CL, ANDRADE PJA, MAIOR AS, SIMÃO R. A atuação do ciclo alongamento-encurtamento durante ações musculares pliométricas. *Journal of Exercise and Sport Sciences* 2005;1(1): 13-24.

NICOL C, KOMI PV, HORITAT, KYRULAINEN H, TAKALA TE. Reduced stretch-reflex sensitivity after exhausting stretch-shortening cycle exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996; 72: 401-9.

POLLOCK M, WILMORE J. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ed Medsi, 1993.

SHEPARD RJ. PAR-Q. Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. *Sport Medicine* 1988; 5:185-95.

STROJNIK V, KOMI PV. Neuromuscular fatigue after maximal stretch shortening cycle exercise. *J Appl Physiol* 1998; 84: 344-50.

THOMPSON DB, CHAPMAN AE. The mechanical response of active human muscle during and after stretch. *Eur J Appl Physiol* 1988; 57:691-7.