



ConScientiae Saúde

ISSN: 1677-1028

conscientiaesaude@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Borges Sabino Madureira, Thiago; Quintella Farah, Breno; Moura dos Santos, Marcos André; de Freitas Berenguer, Mariana; Marinho de Lima, Paulo Fernando; do Prado, Wagner Luiz; Mendes Ritti-Dias, Raphael

Alterações induzidas pelo treinamento físico militar sobre a composição corporal de militares adultos jovens

ConScientiae Saúde, vol. 12, núm. 1, 2013, pp. 55-61

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92926313006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Alterações induzidas pelo treinamento físico militar sobre a composição corporal de militares adultos jovens

## *Changes induced by military physical training on body composition of military young adults*

Thiago Borges Sabino Madureira<sup>1</sup>; Breno Quintella Farah<sup>2</sup>; Marcos André Moura dos Santos<sup>3</sup>; Mariana de Freitas Berenguer<sup>2</sup>; Paulo Fernando Marinho de Lima<sup>2</sup>; Wagner Luiz do Prado<sup>4</sup>; Raphael Mendes Ritti-Dias<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Especialista em Avaliação da Performance Humana – ESEF/UPE. Recife, PE – Brasil.

<sup>2</sup>Graduados em Educação Física – ESEF/UPE. Recife, PE – Brasil.

<sup>3</sup>Professor Adjunto – ESEF/UPE. Recife, PE – Brasil.

<sup>4</sup>Professores Associados – ESEF/UPE, Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física – UPE/UFPB. Recife, PE – Brasil.

### Endereço para correspondência

Raphael Mendes Ritti-Dias  
R. Arnóbio Marques, 310, Santo Amaro  
50100-130 – Recife – PE [Brasil]  
raphael.ritti@upe.br

### Resumo

**Introdução:** O treinamento físico militar (TFM) promove melhorias da aptidão física; entretanto, os efeitos desta metodologia sobre a composição corporal permanecem pouco estudados. **Objetivo:** Verificar o efeito do TFM na composição corporal de militares adultos jovens. **Métodos:** Quarenta e sete recrutas do sexo masculino, com idade entre 18 e 23 anos, realizaram o TFM durante três semanas. Antes e após o TFM foram realizadas medidas de massa corporal e estimativas da gordura corporal relativa, massa muscular total, área muscular do braço e área muscular da coxa. **Resultados:** Após o TFM, foram observadas reduções significantes na gordura corporal relativa ( $11,4 \pm 6,9$  vs.  $10,1 \pm 5,4$ ;  $p < 0,001$ ), na massa muscular total ( $33,3 \pm 2,8$  vs.  $33,1 \pm 2,6$ ;  $p = 0,048$ ), área muscular do braço ( $45,5 \pm 12,8$  vs.  $43,5 \pm 11,2$ ;  $p < 0,001$ ) e na área muscular de coxa ( $176,4 \pm 24,3$  vs.  $172,2 \pm 22,5$ ;  $p = 0,015$ ). **Conclusão:** Três semanas de TFM promovem redução dos indicadores de gordura corporal e da massa muscular.

**Descritores:** Composição corporal; Exercício; Militares.

### Abstract

**Introduction:** Military physical training (MPT) is able to promote improvements in physical fitness of subjects. However, the effects of training on body composition have been little studied. **Objective:** To verify the effect of MPT on body composition of military young adults. **Methods:** Forty-seven male recruits, aged 18 to 23 yrs, performed MPT during three weeks. Before and after MPT, were measurements taken weight and estimates of relative body fat, total muscle mass, arm muscle area and thigh muscle area. **Results:** After the MPT were observed significant reductions in relative body fat ( $11.4 \pm 6.9$  vs.  $10.1 \pm 5.4$ ;  $p < 0.001$ ), total muscle mass ( $33.3 \pm 2.8$  vs.  $33.1 \pm 2.6$ ;  $p = 0.048$ ), arm muscle area ( $45.5 \pm 12.8$  vs.  $43.5 \pm 11.2$ ;  $p < 0.001$ ) and thigh muscle area ( $176.4 \pm 24.3$  vs.  $172.2 \pm 22.5$ ;  $p = 0.015$ ). **Conclusion:** Three weeks of MPT promote decreased on body fat and muscle mass.

**Key words:** Body composition; Exercise; Military personnel.

## Introdução

O treinamento físico militar (TFM) tem como pressupostos aperfeiçoar, manter ou recuperar a aptidão física e a saúde necessária para o combate, de forma a assegurar o adequado condicionamento para cumprimento das missões militares<sup>1</sup>. É composto principalmente por treinamento aeróbico, em especial, corridas de longas distâncias; no entanto, outros componentes da aptidão física também são estimulados no TFM, dos quais se destacam a flexibilidade e a resistência muscular localizada<sup>1</sup>.

Alguns estudos reportam que esse treino promove melhorias na aptidão cardiorrespiratória<sup>2</sup>, potência e resistência muscular<sup>3</sup>, além de redução da gordura corporal<sup>4-6</sup>. Contudo, os efeitos decorrentes de curtos períodos do TFM sobre a composição corporal ainda permanecem pouco conhecidos. O Manual de TFM (C 20-20)<sup>1</sup> enfatiza que uma composição corporal equilibrada faz parte da condição física total. As escassas informações disponíveis sobre os efeitos TFM evidenciaram reduções apenas na gordura corporal acima de oito semanas de treinamento<sup>3,7,8</sup>.

Com relação a outros componentes da composição corporal, estudos têm mostrado que a massa muscular é variável importante relacionada com o desempenho físico em diferentes tarefas militares<sup>4,9,10</sup>, sendo importante, portanto, enfatizar o aprimoramento dessa variável no TFM. Em trabalhos<sup>6,8</sup> em que se utilizou esse treinamento durante 24 a 48 semanas, tem-se observado redução da massa muscular, o que pode ter sido ocasionado pelo longo período de treino.

Dessa forma, o entendimento da influência de curtos períodos de TFM na composição corporal de militares poderia auxiliar e nortear o planejamento de treinamento, para potencializar as adaptações. Assim, os objetivos deste estudo foram: (1) analisar os efeitos do TFM sobre a composição corporal (gordura relativa, massa magra e massa de gordura); (2) examinar as alterações induzidas pelo TFM sobre a massa muscular total, área muscular do braço e da coxa.

## Materiais e métodos

### Sujeitos

A amostra foi composta por 47 adultos jovens do gênero masculino, recrutados no Batalhão de Polícia do Exército do Estado de Pernambuco. Para inclusão no estudo, os sujeitos deveriam apresentar baixa estratificação de risco cardiovascular, proposto pelo American College of Sports Medicine<sup>11</sup> e ter sido incorporado recentemente ao batalhão (até duas semanas). Nenhum dos voluntários submetidos ao TFM e aos testes foi excluído do estudo.

Foram estabelecidos como critérios de exclusão: ter realizado atividade física moderada ou vigorosa nas 12 horas que precederam à avaliação e/ou apresentar algum tipo problema osteomuscular que impossibilitasse a execução do TFM. Nenhum dos sujeitos relatou histórico de problemas musculares ou ortopédicos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da instituição dos pesquisadores e acompanham as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos, protocolo 170/10.

### Delineamento experimental do estudo

O estudo perdurou por três semanas divididas em 13 sessões de treinamento, sendo cinco sessões na primeira semana; e quatro, nas demais. Adicionalmente, para verificar o efeito do TFM na composição corporal, foram realizadas avaliações antes e após três semanas do programa. As medidas foram obtidas nas mesmas condições, pelo mesmo avaliador, respeitando o mesmo horário do dia.

Durante todo o período do estudo, os voluntários permaneceram em regime de internato, de segunda a sexta-feira, conforme normas da instituição. Durante a semana de treinamento, os sujeitos eram acordados por volta das 5 h 30 min, realizavam higiene pessoal e se dirigiam ao refeitório onde recebiam café da manhã padrão (pães, ovos, queijo, suco, leite e frutas),

sem haver interferência do pesquisador referente à quantidade de alimento consumido. Após se alimentarem, os militares se dirigiam ao local de treinamento que iniciava às 7 h 30 min. Ao término das sessões de TFM, eram conduzidos para as salas de instrução militar, permanecendo até o horário do almoço que tinha início às 11 h 45 min. Após terminarem essa refeição (14 h 00 min), os sujeitos eram conduzidos para as salas nas quais recebiam instrução militar, permanecendo até o horário do jantar (18 h 00 min). Depois do jantar, retornavam para as salas de instrução militar, lá ficando até às 22 h 00 min (momento em que eram orientados a dormir). Devido ao regime de internato, os voluntários não realizaram nenhum outro tipo de exercício físico durante o período do estudo, de modo que o impacto do TFM pudesse ser avaliado de forma isolada.

## Programa de TFM

O TFM é baseado na progressão do volume de treino, cuja primeira semana apresenta um volume menor que vai aumentando progressivamente (Tabela 1)<sup>1</sup>.

**Tabela1:** Descrição do programa de TFM

Semana	Sessões de TFM	Duração	Ginástica calistênica	Corridas contínuas	Corridas intervaladas
1	Cinco	120 minutos	Flexão de braços, flexão na barra fixa e flexão abdominal	4300 metros	6-8x400 metros
2	Quatro	150 minutos	Flexão de braços, flexão na barra fixa e flexão abdominal	3000 a 4500 metros, com duração de 25 a 30 minutos	6x400 metros e treinamento em circuito composto por passagem de obstáculos a cada 30 segundos e treinamento <i>fartlek</i> com realização de até quatro estímulos, sendo dois minutos em alta intensidade e dois em recuperação ativa, com duração máxima de 30 minutos.
3	Quatro	190 minutos	Flexão de braços, flexão na barra fixa e flexão abdominal	4500 a 5000 metros, com duração de 20 a 25 minutos	6x400 metros e treinamento em circuito composto por passagem de obstáculos a cada 30 segundos e treinamento <i>fartlek</i> com realização de até quatro estímulos, sendo dois minutos em alta intensidade e dois em recuperação ativa, com duração máxima de 20 minutos.

## Avaliação da composição corporal

A massa corporal foi analisada em balança de plataforma (Welmy, Brasil), com carga máxima de 150 kg e precisão de 0,1 kg. Os sujeitos deveriam estar descalços e usando apenas calção. Para a medida de estatura foi utilizado estadiômetro (Welmy, Brasil), com precisão de 0,1 cm<sup>12</sup>. O índice de massa corporal foi calculado dividindo-se a massa corporal pela estatura ao quadrado [Massa (kg)/Altura<sup>2</sup> (m)].

As medidas da circunferência de coxa direita e de braço direito relaxado foram obtidas utilizando fita métrica flexível (Sanny, Brasil), com precisão de 0,1 cm, de acordo com recomendações padronizadas<sup>13</sup>. As medidas de espessura de dobras cutâneas foram obtidas por meio de um adipômetro (Lange, Cambridge Scientific Instruments, Cambridge, Maryland), seguindo os procedimentos descritos previamente<sup>14</sup>. As medidas das espessuras das dobras cutâneas tricipital, peitoral, suprailíaca e coxa direita foram obtidas por único avaliador, em triplicata, no sentido rotacional, sendo considerada a mediana das três medidas.

Para estimativa da densidade corporal, foi utilizada a equação proposta por Jackson e Pollock<sup>14, 15</sup>. Em seguida, recorreu-se ao modelo

matemático proposto por Siri<sup>16</sup>, para estimar a gordura corporal relativa. A massa muscular total foi estimada por meio da equação proposta por Lee et al.<sup>17</sup>  $[(0,244 \times \text{massa corporal, em kg}) + (7,8 \times \text{estatura, em metros}) - (0,098 \times \text{idade}) + (6,6 \times \text{gênero}) + \text{cor da pele} - 3,3]$ .

A área muscular do braço e a da coxa foram estimadas a partir da seguinte equação:  $\{[\text{Circunferência do braço ou perna relaxado, em cm} - (\pi \times \text{espessura da dobra cutânea tricipital ou da coxa, em cm})]^2 / 4\pi\} \times 10^{18}$ .

## Controle da qualidade dos dados

O controle da qualidade dos dados foi analisado por meio de um reteste realizado em 20 sujeitos do mesmo Batalhão que não fizeram parte da amostra principal do estudo. Foram realizadas medidas antropométricas em duas ocasiões distintas, com intervalo de 48 horas, para determinação de reprodutibilidade dos resultados. O coeficiente de correlação intraclasse (R) e os respectivos intervalos de confiança (95%) foram utilizados para estimar a fiabilidade dos dados, sendo encontrados os seguintes valores: massa corporal:  $R=0,99$  (IC95%: 0,98 a 1,00); estatura:  $R=0,99$  (IC95%: 0,98 a 1,00); circunferência coxa direita:  $R=0,97$  (IC95%: 0,93 a 0,99); circunferência braço direito:  $R=0,99$  (IC95%: 0,99 a 1,00); dobra tricipital:  $R=0,95$  (IC95%: 0,87 a 0,98); dobra peitoral:  $R=0,99$  (IC95%: 0,98 a 1,00); dobra suprailíaca:  $R=0,99$  (IC95%: 0,98 a 1,00) e dobra cutânea da coxa:  $R=0,99$  (IC95%: 0,98 a 1,00).

## Análise estatística

Foram realizados os testes de Shapiro-Wilk e de Levene para testar a normalidade e homocedasticidade dos dados, respectivamente. Para verificar o efeito do TFM nas variáveis antropométricas, foi utilizado o teste “t” de Student para amostras dependentes (massa corporal e massa muscular total); e o teste de Wilcoxon, para variáveis que não atingiram os pressupostos dos testes paramétricos (gordura corporal relativa, área muscular do braço e área

muscular da coxa). Os resultados são apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão e mediana  $\pm$  amplitude interquartil. Em todas as análises o nível de significância de 5% foi utilizado.

## Resultados

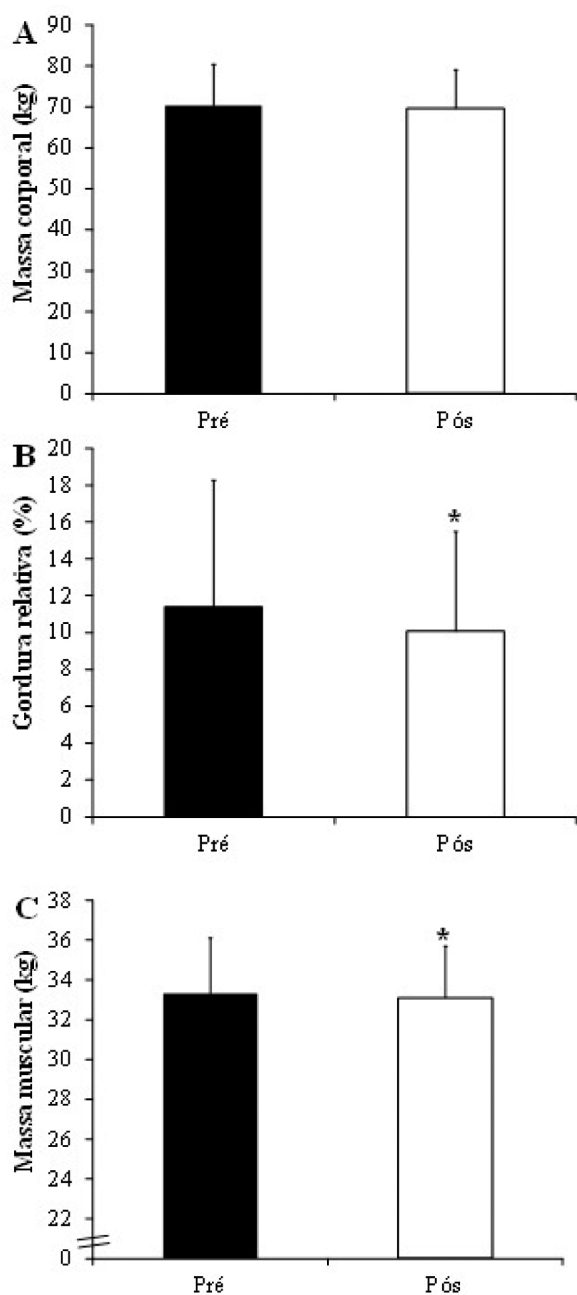
A média da idade dos sujeitos foi  $18,9 \pm 1,2$  anos; e todos os voluntários eram eutróficos (índice de massa corporal de  $22,8 \pm 2,8$  kg/m<sup>2</sup>). Na Figura 1 são apresentados os resultados de três semanas de TFM na massa corporal, gordura relativa e massa muscular total. Após o período de treinamento foi observada manutenção da massa corporal ( $70,2 \pm 10,2$  kg vs.  $69,6 \pm 9,4$  kg;  $p=0,09$ ). Em contrapartida, foram observadas reduções significantes da gordura corporal relativa ( $11,4 \pm 6,9\%$  vs.  $10,1 \pm 5,4\%$ ;  $p<0,001$ ) e da massa muscular total ( $33,3 \pm 2,8$  kg vs.  $33,1 \pm 2,6$  kg;  $p=0,048$ ).

Na Figura 2, são apresentados os resultados de três semanas de TFM nas áreas musculares do braço e da coxa. Após esse período, foram observadas reduções significantes das áreas musculares do braço ( $45,5 \pm 12,8$  cm<sup>2</sup> vs.  $43,5 \pm 11,2$  cm<sup>2</sup>;  $p<0,001$ ) e da coxa ( $176,4 \pm 24,3$  cm<sup>2</sup> vs.  $172,2 \pm 22,5$  cm<sup>2</sup>;  $p=0,015$ ).

## Discussão

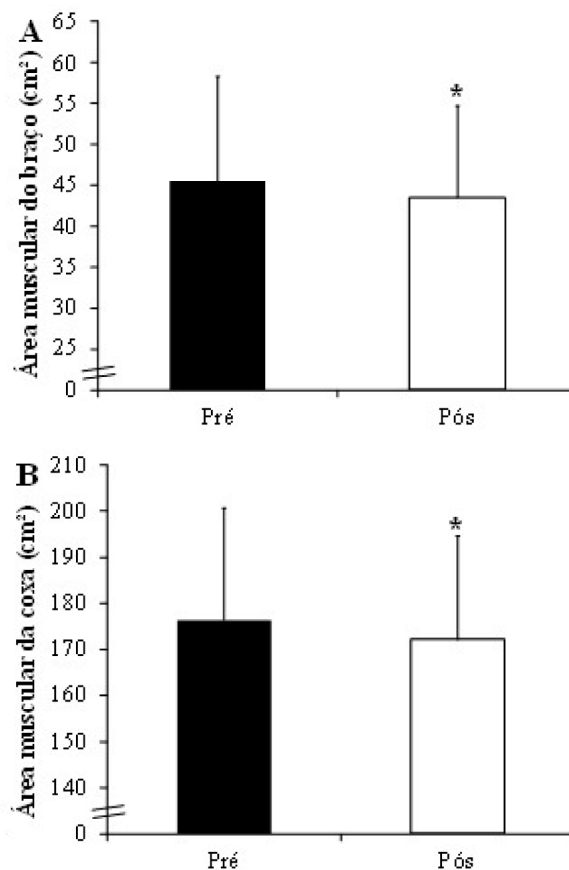
Embora o TFM seja amplamente empregado, dados científicos acerca dos efeitos desse tipo de exercício são escassos na literatura, especialmente com relação aos efeitos em curto prazo. Os principais resultados deste estudo mostram que apenas três semanas de TFM promovem reduções significantes na gordura corporal e na massa muscular.

Neste estudo, o TFM promoveu redução de 11,4 % na gordura corporal relativa. Embora a influência da dieta não possa ser descartada, é plausível que o aumento do gasto energético decorrente da realização do grande volume de TFM em curto período de tempo tenha contribu-



**Figura 1:** Efeito de três semanas de TFM na massa corporal, gordura relativa e massa muscular em militares. \* estatisticamente diferente do pré-treinamento ( $p < 0,05$ )

ido para essas reduções. Vale destacar que essas diminuições na gordura são superiores as observadas em outros estudos realizados na Finlândia e na Itália nos quais se verificaram reduções na ordem de 9% e 7% respectivamente, após mais de quatro meses de TFM<sup>5, 6</sup>. Considerando que



**Figura 2:** Efeito de três semanas de TFM na área muscular do braço e da coxa em militares. \* estatisticamente diferente do pré-treinamento ( $p < 0,05$ )

os níveis de gordura corporal demonstram relação negativa com o desempenho físico em tarefas militares<sup>4, 9, 10</sup>, é possível que essa redução da gordura corporal ocasione a melhoria no desempenho físico. No entanto, como neste estudo não foram realizados testes que determinassem nível aptidão física dos militares, essa hipótese precisa ser confirmada em estudos no futuro.

Em pesquisas anteriores, tem-se observado que programas de TFM com duração superior a oito semanas promovem redução nos indicadores da massa muscular dos militares. Os resultados do trabalho aqui apresentado ilustram que reduções significantes na massa muscular já são observadas após três semanas de TFM. A diminuição da massa muscular decorrente do TFM pode ser atribuída ao grande volume diário de exercícios aeróbios, caracte-

rístico desse tipo de treinamento, e por períodos inadequados de sono, que está associada ao aumento do nível de cortisol, bem como redução de hormônios anabólicos, tais como testosterona e hormônio do crescimento<sup>8, 19</sup>. De fato, um estudo anterior mostrou uma redução na secreção dos marcadores anabólicos após quatro dias de exercícios físicos militares intensos com restrição calórica e privação de sono em dez recrutas militares do Exército Americano<sup>20</sup>. Outro aspecto que pode ter contribuído para a redução da massa muscular com o TFM é o curto período de tempo para recuperação entre as sessões de treinamento, que pode levar a depleção dos níveis de glicogênio muscular necessários para reparação desse tecido<sup>21</sup>.

Grande parte da redução na massa muscular total observada foi decorrente da diminuição nos segmentos corporais do braço e da coxa. De fato, enquanto a massa muscular total diminuiu menos de 1%, em média, as reduções na área muscular da coxa e do braço foram superiores a 2%. Kohn et al.<sup>22</sup> submeteram adultos jovens a seis semanas de alto volume de treinamento aeróbico (~53 km/sem) de alta intensidade. Os resultados indicaram diminuições de 16% na área de secção transversa das fibras musculares do tipo II da coxa após o programa de treinamento. Nindl et al.<sup>8</sup> também observaram redução de 6% da massa muscular, depois de oito semanas de TFM em soldados americanos. Além disso, neste estudo foi observado que, posterior ao período de TFM, houve redução na potência e força muscular, sugerindo que as reduções na massa muscular com esse treinamento estão associadas à diminuição do desempenho físico<sup>8</sup>.

Levando em consideração os resultados apresentados neste estudo, para potencializar os efeitos do TFM, sugere-se que estratégias, com o intuito de minimizar a redução da massa muscular, sejam adotadas já nas primeiras fases do programa de treinamento. Dessa forma, futuros estudos devem ser realizados buscando analisar tais estratégias.

Um aspecto interessante deste estudo é que as equações antropométricas<sup>23, 24</sup> para esti-

mativa da massa muscular e das áreas musculares do braço e da coxa foram sensíveis para detectar as alterações na massa muscular após um curto período de treinamento. Além disso, elevados níveis de reprodutibilidade foram observados entre as estimativas utilizadas. Assim, parece que essas equações podem ser uma importante ferramenta para monitorar o efeito do treinamento em militares.

Este estudo apresenta algumas limitações. Devido à inviabilidade operacional de manter militares sem receber a intervenção, não foi incluído um grupo controle, fato esse contrário aos experimentos nessa área<sup>4-6, 8</sup>. Contudo, para minimizar essa limitação, as medidas pré-intervenção foram realizadas em duas ocasiões distintas e a reprodutibilidade das estimativas empregadas no estudo foram superiores a  $R=0,95$ . Outra limitação refere-se ao não controle da ingestão calórica dos voluntários, dessa forma, não é possível atribuir às reduções na gordura corporal exclusivamente ao programa de TFM. No entanto, este fato pode ser minimizado devido ao curto período do experimento (três semanas).

## Conclusão

Três semanas de TFM promoveram alterações nos componentes da composição corporal, as quais envolveram reduções da adiposidade corporal, da massa muscular total e das áreas musculares do braço e da coxa.

## Referências

1. Ministério da Defesa. Manual de Campanha: Treinamento Físico Militar. In: Exército Brasileiro: Estado-Maior do Exército. 3ª ed. Brasil; 2002.
2. Jacobina DDS, Souza DFXD, Nunes JPDS, Curto LB, Aguiar LFM, Vasconcelos LFCD, et al. Comparação do estado nutricional e do nível de condicionamento físico de oficiais combatentes do exército brasileiro nos cursos de formação, aperfeiçoamento e comando e estado-maior. *Rev Educ Fís.* 2007;137(2):41-55.

3. Maior AS, Souza MWBJD, Defilippo E, Granado FD, Boadbaid JWDS, Beyruth RMDP, et al. Efeitos do treinamento físico militar na potência muscular dos membros inferiores e nos indicadores da composição corporal. *Rev Educ Fís.* 2006;135:5-12.
4. Mikkola I, Keinänen-Kiukaanniemi S, Jokelainen J, Peitso A, Harkonen P, Timonen M, et al. Aerobic performance and body composition changes during military service. *Scand J Prim Health Care.* 2012;30(2):95-100.
5. Mikkola I, Jokelainen JJ, Timonen MJ, Harkonen PK, Saastamoinen E, Laakso MA, et al. Physical activity and body composition changes during military service. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(9):1735-42.
6. Malavolti M, Battistini NC, Dugoni M, Bagni B, Bagni I, Pietrobelli A. Effect of intense military training on body composition. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):503-8.
7. Vieira G, Duarte D, Silva R, Fraga C, Oliveira M, Rocha R, et al. Efeitos de oito semanas de treinamento físico militar sobre o desempenho físico, variáveis cardiovasculares e somatório de dobras cutâneas de militares de força da paz do exército brasileiro. *Rev Educ Fís.* 2006;134:30-40.
8. Nindl BC, Barnes BR, Alemany JA, Frykman PN, Shippee RL, Friedl KE. Physiological consequences of U.S. Army Ranger training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1380-7.
9. Naghii MR. The importance of body weight and weight management for military personnel. *Mil Med.* 2006;171(6):550-5.
10. Friedl KE, Leu JR. Body fat standards and individual physical readiness in a randomized Army sample: screening weights, methods of fat assessment, and linkage to physical fitness. *Mil Med* 2002;167(12):994-1000.
11. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para testes de esforço e sua prescrição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
12. Callaway C, Chumlea W, Bouchard C, Himes J, Lohman T, Martin A, et al. Circumferences. In: Lohman T, Roche A, Martorell R, organizadores. *Anthropometric standardization reference manual: Champaign: Human Kinetics; 1988. p. 39-54.*
13. Guedes DP, Guedes PREJ. Manual prático para avaliação em educação física. Barueri: Manole; 2006.
14. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40(3):497-504.
15. Serra AJ, Amaral AM, Rica RL, Barbieri NP, Junior DR, Junior JaS, et al. Determinação da densidade corporal por equações generalizadas: facilidade e simplificação no método. *ConScientiae Saúde.* 2009;8(4):19-24.
16. Siri W. Body volume measurement by gas dilution. Techniques for measuring body composition. In: Brozek J, Henschel A, organizadores. *Techniques for measuring body composition.* Washington, DC: National Academy of Sciences; 1961. p. 108-17.
17. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):796-803.
18. Frisancho AR. New standards of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. *Am J Clin Nutr.* 1984;40(4):808-19.
19. Lucas SJ, Anson JG, Palmer CD, Hellemans IJ, Cotter JD. The impact of 100 hours of exercise and sleep deprivation on cognitive function and physical capacities. *J Sports Sci.* 2009;27(7):719-28.
20. Nindl BC, Rarick KR, Castellani JW, Tuckow AP, Patton JF, Young AJ, et al. Altered secretion of growth hormone and luteinizing hormone after 84 h of sustained physical exertion superimposed on caloric and sleep restriction. *J Appl Physiol.* 2006;100(1):120-8.
21. Nielsen J, Holmberg HC, Schroder HD, Saltin B, Ortenblad N. Human skeletal muscle glycogen utilization in exhaustive exercise: role of subcellular localization and fibre type. *J Physiol.* 2011;589(Pt 11):2871-85.
22. Kohn TA, Essen-Gustavsson B, Myburgh KH. Specific muscle adaptations in type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(6):765-72.
23. Rogatto GP, Gobbi S. Efeitos da atividade física regular sobre parâmetros antropométricos e funcionais de mulheres jovens e idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2001;3(1):63-9.
24. Okano AH, Cyrino ES, Nakamura FY, Guariglia DA, Nascimento MA, Avelar A, et al. Comportamento da força muscular e da área muscular do braço durante 24 semanas de treinamento com pesos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2008;10(4):379-85.

