

COMPOSIÇÃO CORPORAL E FORÇA MUSCULAR EM INDIVÍDUOS COM PREDOMINÂNCIA DE FIBRAS DE CONTRAÇÃO RÁPIDA SUBMETIDOS A TREINAMENTO RESISTIDO

Body composition and muscle strength in subjects with a predominance of fast-twitch fibers submitted to a resistance training

Luiz Fernando Medeiros Nóbrega^{1,2}; Rosemary Fernandez Lopez¹; Marcos de Sá Rego Fortes³; Danielli Braga de Mello^{1,4}; Estélio Henrique Martin Dantas⁴

¹Escola de Educação Física do Exército – EsEFEx/EB/RJ/Brasil.

²Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx/EB/RJ/Brasil)

³Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx/RJ/Brasil)

⁴Laboratório de Biociências da Motricidade Humana – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (LABIMH/UNIRIO/RJ/Brasil).

Resumo: O objetivo do trabalho foi descrever os efeitos do treinamento com pesos de 12 semanas na composição corporal e na força muscular em sujeitos com predominância de fibras rápidas. A amostra foi constituída de 22 voluntários das Forças Armadas divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo com predominância de fibras de contração rápida submetido ao treinamento com pesos (GFT; n=13) e grupo controle sem treinamento (GC; n=09). Antes e após o treinamento foram avaliadas as variáveis antropométricas: estatura e circunferência de cintura (CC). A massa corporal (MC), o percentual de gordura (G%) e a massa isenta de gordura (MIG) foram avaliados por meio da pesagem hidrostática. Também foi realizado o teste de força de 8-10 RM no Leg Press e o teste para estimativa de fibra muscular. A partir das variáveis avaliadas foi determinado o Índice de Massa Corporal (IMC). O treinamento foi realizado durante 12 semanas, com frequência de três vezes por semana, e intensidade de 8 a 12RM. Os exercícios foram executados em duas séries, com 2-10% de sobrecarga a partir do momento que o indivíduo pudesse executar a corrente carga de trabalho para uma ou duas repetições acima do número prescrito. Foram utilizadas técnicas da estatística descritiva para caracterização da amostra estudada. Na análise inferencial, foi aplicado o teste de Shapiro Wilk para análise da normalidade dos dados. Foi utilizado o Teste t de Student pareado para análise pré e pós teste e o Test t para amostras independentes para análise intergrupos. Foi realizada a correlação entre as variáveis através do Coeficiente de Correlação de Person (r). O nível de significância adotado em todos os testes foi de 95% (p<0,05). Os resultados mostraram uma redução significativa na MC ($\Delta\%=-1,04$), CC ($\Delta\%=-2,53$) e no %G ($\Delta\%=-9,14$) e um aumento significativo na MIG ($\Delta\%=1,99$) e força ($\Delta\%=17,80$) no grupo GFT. Pode-se concluir que o tipo de fibra muscular, por suas características funcionais e estruturais, pode ser considerado um fator importante em programas de emagrecimento.

Palavras-chave: Sobrepeso, Emagrecimento, composição corporal, força muscular; Treinamento resistido.

Abstract: The objective of the study was to describe the effects of weight training for 12 weeks on body composition and muscle strength in subjects with a predominance of fast twitch fibers (FT). The sample consisted of 22 volunteers of the Brazilian Army were divided into two groups: group with a predominance of fast twitch fibers subjected to weight training (WT, n = 13) and untrained control group (CG, n = 09). Before and after training were evaluated anthropometric variables: height and waist circumference (WC), the body mass (BM), fat percentage (BF%) and fat-free mass (FFM) were assessed by hydrostatic weighing. The subjects performed 8-10 RM test in leg press and the test for estimation the muscle fiber type (FT). Body weight and height were measured in light clothing without shoes. Body mass index (BMI) was calculated as the weight (kg) divided by the square of the height (m). The training was conducted three times a week for 12 weeks and intensity of 8 to 12RM. The exercises were performed in two series, with 2-10% overload from the moment that the individual could perform the current workload for one or two repetitions over the prescribed number. Descriptive statistics were used to describe the sample. In the inferential analysis, we applied the Shapiro Wilk normality for analysis of the data. The t test was used for analysis of paired pre-and post-test and t test for independent samples for analysis groups. We performed the correlation between variables through the Person correlation coefficient (r). The level of significance in all tests was 95% (p <0.05). The results showed a significant reduction in BW (% $\Delta=-1.04$), WC (% $\Delta=-2.53$) and % BF (% $\Delta=-9.14$) and a significant increase in FFM (% $\Delta=1.99$) and strength muscle of the lower body ($\Delta=17.80\%$) in WT. From these data it was concluded that the type of muscle fiber, for structural and functional characteristics, can be considered an important factor in weight loss programs.

Keywords: overweight; weight loss; body composition; muscle strength; resistance training.

Aceito em 04/08/2011 - Revista de Educação Física 2011 Ago; 152:22-29. Rio de Janeiro - Brasil

INTRODUÇÃO

Modificações na composição corporal e na força muscular, por meio do treinamento, têm sido objeto de vários estudos na atualidade¹⁻³,

muitos deles voltados principalmente para o tratamento de indivíduos com sobrepeso e obesidade⁴⁻⁸.

Dantas⁹ acrescenta a hipótese de que o treinamento para o emagrecimento possa ser

prescrito a partir da predominância do tipo de fibra muscular que constitui o indivíduo, ou seja, para pessoas que possuam em maior quantidade as fibras musculares de contração rápida (CR), o treinamento anaeróbico, a exemplo da musculação, seria o mais eficiente. Para as pessoas que possuem em sua maioria as fibras de contração lenta (CL), o exercício aeróbico deveria ser o treinamento planejado¹⁰.

A existência de dois tipos principais de fibras musculares foi reconhecida inicialmente em 1874, quando o fisiologista alemão Ranvier relatou que os músculos de animais que eram lentos, ao se contraírem, pareciam vermelhos, ao passo que os músculos rápidos ao se contraírem pareciam brancos¹¹. O músculo esquelético nos dias atuais apresenta duas classificações principais que são as fibras Tipo I, vermelhas, de contração lenta ou oxidativas e as do Tipo II, brancas, de contração rápida ou glicolíticas^{12, 13}. Elas são histoquimicamente distinguíveis com base na atividade ATPase miofibrilar e dependentes da isoforma de miosina de cadeia pesada que predomina em cada tipo de fibra¹⁴.

A atividade física leva ao número de adaptações no músculo esquelético que permite a utilização eficiente de substratos para produção de ATP, com isso se tornando mais resistente a fadiga¹⁵.

O objetivo deste estudo foi analisar a composição corporal e força muscular de indivíduos com predominância de fibras rápidas submetidos a 12 semanas de treinamento resistido.

METODOLOGIA

Pesquisa do tipo experimental, pois tenta estabelecer relações de causa-efeito entre as variáveis investigadas¹⁶.

Para este estudo a amostra foi constituída de 22 voluntários militares alocados no Forte São João (Urca-RJ) obedecendo aos seguintes critérios de inclusão: ser aparentemente saudável segundo o American College of Sports Medicine - ACSM¹⁷ com idade compreendida entre 20 e 46 anos e Índice de Massa Corporal

(IMC) entre 22 e 40.

Os indivíduos foram divididos de forma aleatória em dois grupos: grupo fibra de contração rápida (GFT: n=13) constituído de indivíduos com predominância de fibras de contração rápida submetidos ao treinamento com pesos e o segundo grupo de controle (GC: n=09), composto por indivíduos com predominância de fibras rápidas e lentas sem treinamento.

Foram utilizados como critérios de exclusão: indivíduos que já realizavam treinamento com pesos, indivíduos que utilizavam recursos ergogênicos e ergolíticos, portadores de doenças respiratórias ou circulatórias, identificado através de anamnese e questionário realizados.

O projeto atendeu as Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996 e atende aos critérios estabelecido pela Declaração de Helsinki¹⁸. Todos os participantes, após serem esclarecidos sobre os propósitos da investigação e procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram um termo de participação consentida. Este estudo ainda foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Castelo Branco e aprovado sob o número 0006/2005.

MÉTODOS

A amostra foi constituída por 22 voluntários das Formas Armadas divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo com predominância de fibras de contração rápida submetido ao treinamento com pesos (GFT; n=13) e o grupo controle, sem treinamento (GC; n=09).

A coleta de dados foi realizada em quatro etapas realizadas e em dias distintos: avaliação antropométrica e da composição corporal, teste de força de 8-10RM no leg press, teste para estimativa da predominância do tipo de fibra muscular e intervenção (programa de treinamento com pesos).

• Avaliação antropométrica

Na primeira etapa, foram realizadas em to-

dos os grupos as medidas de massa corporal, estatura, circunferência de cintura e cálculo do índice de massa corporal (IMC) com objetivo de caracterização antropométrica da amostra.

Para a avaliação da massa corporal e da estatura, foi utilizada uma balança mecânica de capacidade de 150 Kg e precisão de 100g com estadiômetro da marca Filizola® (Brasil). A medida de circunferência de cintura foi tomada através de uma trena metálica com precisão de 0,1 cm da marca Cardiomed® (Brasil). Foram adotados os procedimentos preconizados pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry¹⁹. O valor do IMC foi obtido através da razão entre a massa corporal em quilos e a estatura em metros ao quadrado (Kg/m^2)¹⁹.

A composição corporal foi determinada através de pesagem hidrostática. Os materiais e procedimentos utilizados seguiram as recomendações de Lohman²⁰, Pollock e Wilmore²¹, Norton e Olds²² e Siri²². O registro da pesagem foi realizado após o máximo esforço expiratório, estando o sujeito totalmente submerso. A respiração foi mantida bloqueada por aproximadamente 5 a 10 segundos, para a estabilização da balança e para a realização da leitura. Após cada tentativa foi permitido o restabelecimento da respiração, sendo o mesmo procedimento repetido por 6 a 10 vezes, sendo selecionado o peso submerso mais alto que se repetiu²³. A massa isenta de gordura (MIG) foi calculada subtraindo a massa gorda (MG), avaliada a partir da densidade encontrada na pesagem hidrostática, da massa corporal: $\text{MIG} = \text{MC} - \text{MG}$ ²⁴.

• Teste de força de 8-10RM no leg press

Antes de executar o teste, os indivíduos foram submetidos a um aquecimento de 10 minutos em uma bicicleta ergométrica, com carga leve e a uma velocidade de 25 a 30 km/h. No leg press, ainda como aquecimento, foi orientado realizar 10 repetições, com aproximadamente 50% da carga estimada para primeira tentativa. Na execução do teste propriamente dito, o avaliador selecionava um peso estimado. O indivíduo deveria levantar o peso apenas

dez vezes antes de sentir fadiga. Se conseguisse realizar mais repetições, o profissional passaria para um peso mais alto seguinte na segunda série, respeitando o intervalo de 2 a 5 minutos entre as tentativas e no máximo três movimentos para o teste por grupo muscular. Se, ao contrário, o indivíduo fosse incapaz de levantar pelo menos oito vezes o peso original, o avaliador reduziria para um peso mais baixo numa segunda série²⁵.

• Teste para estimativa da predominância do tipo de fibra muscular

Depois de realizado o aquecimento de forma semelhante ao teste no leg press, o teste de agachamento foi executado no multipower, fabricado pela Technogym, e realizado em duas fases: na primeira fase, o sujeito realizou o teste de 1RM ou carga máxima e na segunda fase, após ser calculada a carga de 40% da carga máxima verificada na primeira fase, foi executado o maior número possível de repetições com esta carga. Foi dado um intervalo de 2 a 3 dias entre as duas fases do teste. Foram observadas as recomendações propostas por Hickson, Hidaka e Foster²⁶ e por Badillo e Ayes-tarán²⁷.

• Intervenção (programa de treinamento com pesos)

As características ótimas de um programa com pesos incluem o uso de ações musculares excêntricas e concêntricas e a execução de exercícios de simples e múltiplas articulações. A montagem do programa de treinamento obedeceu à ordem por segmento e os dez exercícios escolhidos foram: voador, leg press inclinado, abdominal ou crunch, rosca direta, extensão de pernas, remada, flexão de pernas, adutores, tríceps polia alta, abdutores. Para resistências iniciais, a carga correspondeu a 8-12 RM, usando pelo menos 2 minutos de períodos de descanso entre as séries que foram duas para cada exercício, e executadas a uma velocidade de contração moderada (1-2 segundos concêntrico, 1-2 segundos excêntrico). A sobrecarga aplicada foi de 2-10% de aumento, quando o praticante podia executar a corrente carga de

trabalho para uma ou duas repetições acima do número desejado. O grupo experimental (GFT) fez seu treinamento em três dias por semana, durante doze semanas e o GC permaneceu como tal, ativo, mas sem treinamento prescrito com pesos, também pelo mesmo período. Modelos de programas similares foram recomendados por Alexander²⁸, Barnes²⁹ e pelo ACSM¹⁷.

Tratamento estatístico

Foram utilizadas técnicas da estatística descritiva, que possibilitaram caracterizar a amostra estudada em função das variáveis selecionadas. Na análise inferencial, foi aplicado o teste de Shapiro Wilk para análise da normalidade dos dados. Foi utilizado o Teste t de Student pareado para análise pré e pós teste e o Test t para amostras independentes para análise inter grupos. Foi realizada a correlação entre as variáveis através do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). O nível de significância adotado em todos os testes foi de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

A média foi considerada a melhor medida de tendência central para todas as variáveis, excetuando-se o percentual de gordura (%G), que tem a mediana como tal, pois apresentou o CV superior a 25%. O IMC médio apresentado pelos grupos, GFT (29,34 \pm 4,44) e GC (26,22 \pm 2,86), situa-os na classificação de sobrepeso da OMS (10).

A tabela 1 apresenta os dados descritivos das variáveis investigadas nos grupos controle e treinamento e análise da normalidade dos dados através do teste de Shapiro Wilk.

Tabela 1: Características Gerais da amostra

Variável	GFT		GC		SW
	Média	DP	Média	DP	
Idade (anos)	33,9	8,1	33,9	6,8	0,564
Massa corporal (kg)	90,3	16,3	79,6	12,9	0,591
Estatura (m)	1,75	0,1	1,74	0,1	0,538
Percentual de gordura (%G)	24,4	7,62	25,1	7,1	0,981
MIG Pré (kg)	67,9	12,1	59,8	11,3	0,875
8-10RM Pré (kg)	208,9	32,2	203,1	44,0	0,551

Legenda: DP: desvio padrão; SW: Shapiro Wilk; p-valor < 0,05.

Os resultados obtidos na análise intra e intergrupos são apresentados na Tabela 2. As alterações ocorridas entre esses dois momentos são expressas em valores percentuais ($\Delta\%$).

Tabela 2: Comparação intra e inter grupos nos grupos GC e GFT

Grupos Variável	GC			GFT		
	Média \pm desvpad	Média \pm desvpad	$\Delta\%$	Média \pm desvpad	Média \pm desvpad	$\Delta\%$
MC*	90,26 \pm 16,27	92,39 \pm 16,19	2,36 [§]	79,63 \pm 12,93	78,80 \pm 12,43	-1,04 [§]
CC*	93,18 \pm 8,38	95,68 \pm 7,80	2,68 [§]	85,52 \pm 11,91	83,36 \pm 11,52	-2,53 [§]
IMC*	29,34 \pm 4,44	30,02 \pm 4,25	2,32 [§]	26,22 \pm 2,85	25,94 \pm 2,65	-1,07 [§]
% G*	23,40 \pm 7,62	23,40 \pm 7,16	0,00	27,46 \pm 7,14	24,95 \pm 7,05	-9,14 [§]
MIG	67,94 \pm 12,13	68,43 \pm 12,04	0,72	59,76 \pm 11,29	60,95 \pm 10,88	1,99 [§]
8-10RM*	208,89 \pm 32,19	217,78 \pm 29,49	4,26 [§]	203,08 \pm 44,04	239,23 \pm 43,49	17,80 [§]

Legenda: GC: grupo controle; GFT: grupo treinamento com pesos; desvpad: desvio padrão; MC: massa corporal (kg); CC: circunferência da cintura (cm); IMC: Índice de Massa Corporal; %G: percentual de gordura; MIG: massa isenta de gordura; 8-10 RM: 8 a 10 repetições máximas; $\Delta\%$ = variação percentual.

[§] Diferença significativa intra grupo ($p < 0,05$);

* Diferença significativa inter grupos ($p < 0,05$).

Analisando a Tabela 2, verifica-se que o treinamento com pesos proporcionou uma redução significativa na MC ($\Delta\% = -1,04$), CC ($\Delta\% = -2,53$) e no %G ($\Delta\% = -9,14$) e um aumento significativo na MIG ($\Delta\% = 1,99$) e força ($\Delta\% = 17,80$) no grupo GFT. No GC, foi observado um aumento na MC ($\Delta\% = 2,36$), CC ($\Delta\% = 2,68$) e no IMC ($\Delta\% = 2,32$). Também foi observado um aumento significativo na força ($\Delta\% = 4,26$) no grupo GC, embora que percentualmente inferior ao GFT. Especula-se que este ganho de força deve ao fato deles se manterem ativos, por serem militares, realizando seu treinamento físico normal, sem a formalidade do planejamento.

Na estimativa de correlação de Pearson, no GFT, foi obtida uma correlação média alta (41), negativa e significativa entre o $\Delta\%$ da MIG e o $\Delta\%$ do %G ($r = -0,747$), indicando que os sujeitos que possuíam predominância de fibras rápidas e que ganharam mais massa isenta de gordura, também perderam mais gordura, quando submetidos ao treinamento descrito na metodologia. Em contrapartida, não foi encontrada correlação significativa entre as variações percentuais dessas variáveis no grupo controle.

DISCUSSÃO

Estudos³⁰ comprovam a eficácia do exercício na diminuição de gordura e na melhora da

composição corporal, sendo ele muito empregado também para o tratamento do sobrepeso/obesidade.

Coleman³¹ observou que adultos submetidos ao treinamento com pesos de 10 semanas obtiveram uma diminuição do percentual de gordura corporal em 9.1% e um aumento na massa isenta de gordura de 2,4kg.

Lemmer et al³² constataram, após um treinamento com pesos de 24 semanas, realizado por indivíduos jovens e idosos, um aumento da MIG de 3,18% e uma diminuição da massa gorda e do percentual de gordura de 10,05% e 7,85% respectivamente em jovens do gênero masculino.

Cullinen e Caldwell³³ aplicaram um programa de treinamento com pesos que consistia em 2 sessões por semana com seis tipos de exercícios por sessão. O grupo de estudo, composto por mulheres destreinadas, aumentou sua MIG de 44.2+/-5.4 kg para 46.2 +/-6.0kg, corroborando também os dados desse estudo.

Santos e Cyrino³⁴ conduziram um programa de treinamento com pesos durante 10 semanas consecutivas, empregando o sistema de treinamento de meia pirâmide crescente (12/10/8 RM), realizadas em três séries com intervalo de 30 segundos a 1 minuto de recuperação entre elas e de dois a três minutos entre os exercícios. Relataram um aumento significativo na massa corporal (4%) e na massa magra (3,8%) somente no grupo de treinamento. Por outro lado, o grupo controle e o de treinamento tiveram um discreto aumento na gordura corporal, porém sem significância estatística.

Broeder³⁵ verificou ainda, ao comparar o treinamento com pesos ao treinamento de endurance de doze semanas, que homens jovens destreinados, que não faziam dieta e que foram submetidos ao treinamento de endurance, haviam apresentado uma redução significativa no percentual de gordura corporal, medido por pesagem hidrostática, graças a uma redução na massa de gordura (-1,6kg), mas nenhuma mudança na MIG; enquanto que o grupo de treinamento com pesos reduziu acentuadamente a massa de gordura corporal (-2,4kg) e aumen-

tou a MIG (+2,4kg).

Outros autores como Donnely et al.³⁶ confirmam que o exercício com pesos tem mostrado efeitos positivos sobre a composição corporal, entretanto, afirmam em seus trabalhos não ter encontrado diferenças significativas no decréscimo da massa corporal. À conclusões semelhantes chegaram Garrow e Summerbell³⁷, no seu trabalho de meta-análise sobre efeitos do exercício na composição corporal de homens e mulheres com sobrepeso e obesas.

Nota-se, portanto, que pesquisas sobre o assunto possuem resultados distintos. Eles são influenciados pelos diferentes tipos, intensidades, frequências, tempos e durações do protocolo utilizado no programa, métodos de avaliação da composição corporal, idades, gêneros e níveis atividade física do grupo participante.

A relação entre o tipo de fibra muscular e a composição corporal tem sido objeto também de diversos estudos³⁸⁻⁴⁰. Sujeitos obesos ou morbidamente obesos possuem, significativamente, um menor percentual de fibras de contração lenta (42% x 55%) e maior percentual de fibras de contração rápida, mais especificamente do tipo IIb (25%x14%), quando comparados com indivíduos magros⁴¹.

Segundo Goldsmith et al⁴² ocorre um aumento da razão do predomínio das fibras oxidativas sobre as glicolíticas sobre a perda de peso e vice versa.

Desse modo, indivíduos que apresentam uma predominância de fibras de contração rápida, têm maior probabilidade de acúmulo de gordura por terem dificuldade de utilizar a mesma como fonte de energia para as funções corporais. Assim como possuem fibras ricas em enzimas glicolíticas, as quais lhes provêm uma grande capacidade anaeróbica, uma "facilidade" em executar um treinamento com pesos⁴³. Esta hipótese pode ser justificada pelos resultados obtidos nesse trabalho.

No ganho de força, Kraemer e Ratamess⁴⁴ fizeram uma revisão de literatura revelando que a força muscular aumenta aproximadamente 40% em indivíduos destreinados, 20% treinados moderadamente, 16% em treinados, 10%

bastante treinados, e 2% em atletas de elite, entre períodos de quatro semanas a dois anos.

Mayhew e Gross⁴⁵, Allen e Smith⁴⁶, Wilmore et al.⁴⁷, Coleman³¹ ainda descreveram as alterações em força, ocorridas em homens e mulheres, no exercício de pressão de pernas provocadas pelo treinamento com pesos com diversos protocolos, obtendo um aumento de 48%, 71%, 7% e 17% respectivamente. A grande variação nos aumentos de força⁴⁸ seria causada provavelmente pelas diferenças no condicionamento anterior ao treinamento, no grau de familiaridade com o exercício do teste e pelos diferentes objetivos dos programas de treinamento.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo demonstraram alterações significativas nos níveis de força e nas variáveis de composição corporal: circunferência de cintura (CC), massa corporal (MC), percentual de gordura (G%) e massa isenta de gordura (MIG) no grupo submetido ao treinamento.

Pode-se concluir que o tipo de fibra muscular, por suas características funcionais e estruturais, pode ser considerado um fator importante em programas de emagrecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, Kraemer WJ, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:687-708.
2. Hayes A, Cribb PJ. Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care.* 2008;11(1):40.
3. Beck TW, Housh TJ, Johnson GO, Coburn JW, Malek MH, Cramer JT. Effects of a drink containing creatine, amino acids, and protein combined with ten weeks of resistance training on body composition, strength, and anaerobic performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2007;21(1):100.
4. Lafortuna C, Maffiuletti N, Agosti F, Sartorio A. Gender variations of body composition, muscle strength and power output in morbid obesity. *International Journal of Obesity.* 2005;29(7):833-41.
5. Bensimhon DR, Kraus WE, Donahue MP. RETRACTED: Obesity and physical activity: A review. *American Heart Journal.* 2006;151(3):598-603.
6. Schjerve I, Tyldum G, Tjonna A, Stolen T, Loennechen J, Hansen H, et al. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clinical Science.* 2008;115:283-93.
7. Treserras MA, Balady GJ. Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention.* 2009;29(2):67.
8. Thomson RL, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM, Norman RJ, Brinkworth GD. The effect of a hypocaloric diet with and without exercise training on body composition, cardiometabolic risk profile, and reproductive function in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2008;93(9):3373.
9. Dantas E. *Obesidade e atividade física.* Rio de Janeiro: Shape Editora; 2003.
10. Ferrao MLD. Efeito da predominância de tipo de fibra muscular sobre o emagrecimento e condicionamento aeróbico. *Fitness & performance journal.* 2004(4):231.
11. Tikkanen HO. The influence of skeletal muscle properties, physical activity and physical fitness on serum lipids and the risk of coronary heart disease. Finland: University of Helsinki; 2001.
12. Grillo DE, Simões AC. Atividade física convencional (musculação) e aparelho eletroestimulador: Um estudo da contração muscular. Estimulação elétrica: mito ou verdade? *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte.* 2009;2(2).
13. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. *Jama.* 1990;263(22):3029.
14. Gollnick P, Piehl K, Saltin B. Selective glycogen depletion pattern in human muscle fibres after exercise of varying intensity and at varying pedalling rates. *The Journal of physiology.* 1974;241(1):45-57.
15. Röckl KSC, Witczak CA, Goodyear LJ. Signaling mechanisms in skeletal muscle: acute responses and chronic adaptations to exercise. *IUBMB life.* 2008;60(3):145-53.

16. Thomas J, Nelson J, Silverman S. Métodos de pesquisa em atividade física. Porto Alegre: Editora Artmed; 2007.
17. ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(6):975-91.
18. WMA. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. 59 th WMA General Assembly, Seoul. 2008.
19. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment. ISAK: Potchefstroom, South Africa. 2006:32-89.
20. Lohman T. Advances in body composition assessment: current issues in exercise science. Champaign, IL Human Kinetics. 1992:3-4.
21. Pollock M, Wilmore J. Exercícios na saúde e na doença. Rio de Janeiro: Medsi. 1993:231-605.
22. Norton K, Olds T. Anthropometrica. Sydney. New South Wales, Australia: University of New South Wales Press. 1996.
23. Katch F. Apparent body density and variability during underwater weighing. *Research quarterly.* 1968;39(4):993.
24. Salem M, Fernandes Filho J, Pires Neto C. A composição corporal através da técnica da pesagem hidrostática. *Revista de Educação Física.* 2003;127:20-8.
25. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. Physiology of sport and exercise: Human Kinetics Publishers; 2008.
26. Hickson RC, Hidaka K, FOSTER C. Skeletal muscle fiber type, resistance training, and strength-related performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1994;26(5):593.
27. Antunes HKM. Análise de taxa metabólica basal e composição corporal de idosos do sexo masculino antes e seis meses após exercícios de resistência. *Rev Bras Med Esporte.* 71-5.
28. Alexander JL. The role of resistance exercise in weight loss. *Strength & Conditioning Journal.* 2002;24(1):65.
29. Barnes JT, Elder CL, Pujol TJ. Overweight and Obese Adults: Exercise Intervention. *Strength & Conditioning Journal.* 2004;26(4):31.
30. Jakicic J, Clark K, Coleman E, Donnelly J, Foreyt J, Melanson E, et al. American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise.* 2001;33(12):2145.
31. Coleman A. Nautilus vs universal gym strength training in adult males. *American corrective therapy journal.* 1977;31(4):103.
32. Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2001;33(4):532.
33. Cullinen K, Caldwell M. Weight training increases fat-free mass and strength in untrained young women. *Journal of the American Dietetic Association.* 1998;98(4):414-8.
34. dos Santos CF, Crestan TA, Picheth DM, Felix G, Mattanó RS, Porto DB, et al. Efeito de 10 semanas de treinamento com pesos sobre indicadores da composição corporal. *Rev Bras Ciên e Mov Brasília v.* 2002;10(2).
35. Broeder CE, Burrhus KA, Svanevik LS, Wilmore JH. The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. *The American journal of clinical nutrition.* 1992;55(4):802.
36. Donnelly JE, Smith B, Jacobsen DJ, Kirk E, DuBose K, Hyder M, et al. The role of exercise for weight loss and maintenance. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology.* 2004;18(6):1009-29.
37. Garrow J, Summerbell C. Meta-analysis: effect of exercise, with or without dieting, on the body composition of overweight subjects. *European Journal of Clinical Nutrition.* 1995;49(1):1.
38. Wade A, Marbut M, Round J. Muscle fibre type and aetiology of obesity. *The Lancet.* 1990;335(8693):805-8.
39. Haskell WL, Lee I. Physical activity and public health. Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007:107-85.
40. Kriketos A, Baur L, O'Connor J, Carey D, King S, Caterson I, et al. Muscle fibre type composition in infant and adult populations and relationships with obesity. *International Journal of Obesity.* 1997;21(9):796-801.
41. Tanner CJ, Barakat HA, Dohm GL, Pories WJ, MacDonald KG, Cunningham PRG, et al. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism.* 2002;282(6):E1191-6.
42. Goldsmith R, Joanisse DR, Gallagher D, Pavlovich K, Shamon E, Leibel RL, et al. Effects of experimental weight perturbation on skeletal muscle work efficiency, fuel utilization, and biochemistry in human subjects. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.* 2010;298(1):R79-R88.

43. Fernandez AC, Mello MT, Tufik S, Castro PM, Fisberg M. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004;10(3):152-8.

44. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004;36(4):674.

45. Mayhew J, Gross P. Body composition changes in young women with high resistance weight training. *Research quarterly*. 1974;45(4):433-40.

46. Allen TE, Smith D, Byrd R. The Hemodynamic Consequences of Circuit Weight Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1976;47:299-306.

47. Wilmore JH, Parr RB, Girandola RN, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, et al. Physiological alterations consequent to circuit weight training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1978;10(2):79.

48. Fleck SJ, Kraemer WJ. *Designing resistance training programs*. Illinois: Human Kinetics Publishers; 2004.

Endereço para correspondência:

Avenida Sernambetiba, 3300, Bolo 5, Apto 2304, Barra da Tijuca, Rio de Janeiro