

Artigo Original

Influência da especificidade do treinamento resistido sobre aspectos funcionais e antropométricos de homens jovens

Henrique Arrais da Costa
Priscila Carneiro Valim-Rogatto
Gustavo Puggina Rogatto

Laboratório de Investigação e Estudos sobre Metabolismo e Exercício Físico - Universidade Federal de Mato Grosso, MT, Brasil

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar as respostas funcionais e antropométricas decorrentes de dois protocolos de treinamento de força em homens jovens. Os participantes foram divididos em dois grupos experimentais: Resistência Muscular Localizada (RML) (3x20 repetições com 40% de 1 RM) e Hipertrofia Muscular (HM) (3x10 com 80% de 1 RM). O programa de exercícios foi conduzido por nove semanas. Foi avaliada a carga máxima e a antropometria dos membros superiores e inferiores. Ao final do período experimental não foram observados efeitos do tempo ou do tipo de treinamento sobre os aspectos antropométricos. Contudo, nos exercícios para membros inferiores, ambos os programas de exercício resistido aumentaram a força muscular. Pode-se concluir que embora o treinamento resistido não tenha promovido modificações da massa muscular em jovens fisicamente ativos, o ganho de força, observado nos membros inferiores, pode dever-se à melhora na coordenação intra e intermuscular.

Palavras-chave: Fibras musculares. Exercício. Força muscular. Hipertrofia.

Influence of specific resistance training on functional and anthropometric aspects of young men

Abstract: The aim of the study was to evaluate functional and anthropometric responses to two strength training protocols in young men. Volunteers were divided into two experimental groups: Local muscular resistance (RML) (3x20 repetition supporting 40% of 1 RM) and Muscular Hypertrophy (HM) (3x10 repetition supporting 80% of 1 RM). Exercise program was conducted during nine weeks. Upper and lower limbs maximal strength and anthropometric parameters were evaluated. At the end of the experimental period no significant anthropometric differences were observed. However, in lower limbs exercises, both resistance exercise programs improved muscle strength. It was concluded that resistance physical training did not change muscle mass content, and the strength gains observed can be due to improvements of muscle coordination.

Key Words: Muscle Fibers. Exercise. Muscle Strength. Hypertrophy.

Introdução

O treinamento físico pode promover alterações fisiológicas em diversos sistemas corporais, tais como o cardiovascular, pulmonar, endócrino, nervoso, muscular, entre outros (BENEDICT, 1999). Entretanto, existem diversas formas de treinamento, cada qual visando um fim específico. O treinamento aeróbio, por exemplo, promove alterações mais significativas nos sistemas cardiovascular e pulmonar, ao passo que o treinamento resistido estimula maiores adaptações sobre os sistemas endócrino, nervoso e principalmente muscular (KJÆR, 1989; KRAEMER et al., 1989, 1999).

No corpo humano são encontrados três tipos de tecido muscular: liso, cardíaco e esquelético. Estes por sua vez podem apresentar diferentes organizações estruturais

dependendo da função que desempenham no organismo. O tecido muscular liso forma a parede das vísceras ocas, como o estômago e bexiga, e as paredes de vários sistemas tubulares, como os sistemas circulatório, digestivo e urogenital. O tecido muscular cardíaco, como o nome indica, ocorre somente no coração, e tem a função de bombear o sangue pelo corpo. O tecido muscular esquelético, que constitui cerca de 40 a 45% do peso corporal de um adulto, é composto por fibras filiformes que exibem faixas escuras e claras alternadas, sendo cada fibra uma célula multinucleada bastante alongada.

As adaptações que ocorrem em função do treinamento com pesos dependem do método utilizado. O treinamento de resistência muscular localizada (RML), por exemplo, pode causar a hipertrofia, observada principalmente pelo aumento

do conteúdo de líquido e organelas (ZATSIORSKY, 1999). Esse tipo de hipertrofia é conhecido por hipertrofia sarcoplasmática. Já o treinamento de hipertrofia muscular (HM) tem como resposta crônica o aumento na área de secção transversa das fibras musculares já existentes em decorrência da elevação do conteúdo protéico intracelular, que resulta do espessamento dos filamentos de actina e miosina, além da adição de sarcômeros (BUCCI et al., 2005). Esse tipo de hipertrofia é denominado de miofibrilar. Desta forma, a escolha dos métodos de treinamento deve ser feita com base no objetivo a ser alcançado, pois o princípio da especificidade, neste caso, pode garantir maior ou menor ganho de força ou volume muscular.

O processo de contração muscular, e subsequente produção de força, não é dependente apenas da quantidade de fibras existentes em uma unidade motora (UM). Outros fatores são de grande relevância para a geração de força, tais como, comprimento do músculo, quantidade de UMs

recrutadas, fontes de energia disponíveis, tipo de fibra muscular envolvida no processo, dentre outros.

As fibras musculares são divididas em dois tipos, de acordo com suas características metabólicas e contráteis: fibras do tipo I (de contração lenta e oxidativas) e fibras do tipo II (de contração rápida e glicolíticas) (Quadro 1). Apesar das fibras musculares serem divididas em tipos I e II, essas podem apresentar algumas subdivisões. As fibras do tipo I são subdivididas em I e IC, sendo que as IC são escassas e possuem um metabolismo oxidativo menos desenvolvido que as do tipo I. As fibras do tipo II, por sua vez, possuem vários subtipos (IIA, IIB, IIC, e IIAB). As fibras IIA possuem boas características tanto aeróbicas quanto anaeróbicas, enquanto as IIB apresentam características anaeróbicas intensas e aeróbicas fracas. As fibras do tipo IIC por sua vez são encontradas em quantidade muito pequena no corpo humano (0 a 5% das fibras), e as IIAB são uma combinação dos tipos IIA e IIB, sendo considerado um tipo intermediário ou transitório de fibra muscular (FLECK; KRAEMER, 1999).

Quadro 1. Características contráteis e metabólicas das fibras musculares tipo I e II.

Característica	Tipo I	Tipo II
Diâmetro da fibra	pequeno	grande
Força por área de secção transversa	baixa	alta
Atividade de ATPase miofibrilar (pH 10,4)	Baixa	alta
Reservas intramusculares de adenosina trifosfato	Baixas	altas
Reservas Intramusculares de creatina fosfato	Baixas	altas
Velocidade de contração	Lenta	rápida
Tempo de relaxamento	Lento	rápido
Atividade enzimática glicolítica	Baixa	alta
Resistência à fadiga	Alta	baixa
Reservas intramusculares de Glicogênio	sem diferença	sem diferença
Reservas intramusculares de triglicerídeos	Altas	Baixas
Conteúdo de mioglobina	Alto	Baixo
Atividade enzimática aeróbica	Alta	Baixa
Densidade capilar	Alta	Baixa
Densidade mitocondrial	Alta	Baixa

Adaptado de Fleck e Kraemer (1999) e McArdle, Katch e Katch (2002).

Considerando as diferenças nas características metabólicas das fibras, pode-se dizer que cada tipo de fibra é suscetível a diferentes tipos de tarefas motoras. As fibras do tipo I, por exemplo, são as mais adequadas para trabalhos

Motriz, Rio Claro, v.13, n.4, p.288-297, out/dez. 2007

que exigem contração permanente, exercícios de duração prolongada, e de um modo geral tarefas que utilizam o metabolismo oxidativo. Já as fibras do tipo II, são adequadas para tarefas que necessitam de força e potência, ou seja, que

requisitam o metabolismo glicolítico. Alguns músculos do corpo, devido às suas características funcionais, tendem a apresentar predominância de certos tipos de fibras, enquanto outros possuem uma proporção equiparada entre fibras tipo I e II. Um exemplo dessa predominância de um tipo de fibra é o músculo sóleo, considerado um músculo postural que pode ter em sua constituição 25-40% mais fibras de contração lenta do que os outros músculos da perna (FOSS; KETTYIAN, 2000). Já o tríceps braquial, não é estimulado tão constantemente e não tem função na manutenção da postura sendo, portanto menos ativado de maneira permanente. Por esse motivo, este músculo apresenta de 10 a 30% mais fibras de contração rápida que os outros músculos do braço, embora o feixe medial do mesmo contenha em média apenas 40% de fibras do tipo II (FOSS; KETTYIAN, 2000).

Estas diferenças na composição muscular demandam diferentes tipos de intervenção motora, já que a resposta a um mesmo estímulo pode ser diferente em um mesmo indivíduo, de acordo com a característica do músculo exercitado. Dessa forma, quando se pensa em uma tarefa motora sistematizada, ou em um programa de treinamento físico, deve-se levar em conta a especificidade de cada músculo. O treinamento de resistência muscular localizada (RML), por exemplo, pode ser mais indicado para músculos como o sóleo, que tem como característica o metabolismo oxidativo, e grande predominância de fibras lentas. Já um treinamento de hipertrofia muscular (HM) pode ser mais adequado para músculos com características glicolíticas, com maior quantidade de fibras rápidas. Assim, diferentes intensidades de treinamento resistido podem interferir com maior ou menor efeito sobre músculos com predominância de fibras oxidativas ou glicolíticas.

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de nove semanas de dois tipos de treinamento resistido (resistência muscular localizada e hipertrofia) sobre aspectos funcionais (força máxima) e antropométricos (área muscular do braço e da perna) de homens jovens.

Metodologia

Participantes e grupos experimentais

Participaram do estudo 10 homens jovens (17,4±0,9 anos) fisicamente ativos e com pelo menos 3 meses de experiência em exercícios resistidos. Os voluntários foram divididos em dois grupos experimentais de acordo com o tipo de treinamento resistido realizado: resistência muscular localizada (RML) e hipertrofia muscular (HM). Todos os participantes foram devidamente esclarecidos a respeito dos

objetivos do estudo, bem como dos riscos e benefícios esperados durante a participação no programa de treinamento, e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Os critérios de inclusão dos participantes no estudo foram: a) ausência de doenças de origem cardiovascular, respiratória, articular ou outras que comprometessem a saúde do voluntário durante a realização dos testes e do treinamento; b) não utilização de recursos ergogênicos nos seis meses que antecederam o estudo.

Antropometria e teste de força máxima

Os participantes foram submetidos a avaliações antropométricas (massa e estatura corporal, dobras cutâneas, circunferências) e funcionais (força máxima) em diferentes momentos do estudo: antes do início (A1), no final da terceira (A2), no final da sexta (A3) e no final da nona semana de treinamento (A4). A massa corporal foi aferida utilizando-se uma balança digital (marca Techline, São Paulo), com precisão de 100 gramas, de acordo com o procedimento proposto por Tritschler (2003). A medida da estatura deu-se por meio de um estadiômetro de parede (American Medical do Brasil Ltda - São Bernardo do Campo) também seguindo as instruções de Tritschler (2003). O IMC foi calculado pela fórmula: $IMC (m/kg^2) = M/E^2$, onde M = massa corporal, e E = estatura. Foram avaliadas as circunferências do braço (relaxado e contraído), de acordo com proposta de Carnaval (1998) e da perna conforme preconizado pelo American College of Sports Medicine (AMERICAN..., 2003). As dobras cutâneas de tríceps, supra-ilíaca, abdômen e panturrilha foram medidas com o uso de um compasso de dobras cutâneas (American Medical do Brasil Ltda. - São Bernardo do Campo) de acordo com a descrição de Guedes e Guedes (2003). O percentual de gordura foi calculado pelo protocolo proposto por Guedes e Guedes (2006). A partir das medidas de circunferência de braço (cb) e panturrilha (cp) relaxados, e das dobras cutâneas de tríceps (dct) e panturrilha (dcp) calculou-se as áreas musculares do braço (AMB) (fórmula 1) e da perna (AMP) (fórmula 2), as circunferências musculares do braço (CMB) (fórmula 3) e da perna (CMP) (fórmula 4), as áreas totais do braço (ATB) (fórmula 5) e da perna (ATP) (fórmula 6) e as áreas de gordura de braço (AGB) (fórmula 7) e da perna (AGP) (fórmula 8). As equações utilizadas estão apresentadas no quadro 2.

Além das medidas antropométricas, os voluntários também foram submetidos a testes de uma repetição máxima (1RM) para determinação da força voluntária máxima nos seguintes exercícios: tríceps testa (TT), tríceps na polia (TP), flexão plantar com joelho flexionado (FJF) e flexão plantar

com joelho estendido (FJE). A condução do teste de 1RM seguiu as recomendações de Tritschler (2003). A aplicação do teste de carga máxima durante o estudo foi feita

respeitando um período de 48 horas de descanso em relação à última sessão de treinamento.

Quadro 2. Equações utilizadas para o cálculo dos aspectos antropométricos.

Aspecto antropométrico	Equação	
AMB (cm ²)	$[cb - (\pi \times dct)]^2 / 4\pi$	(Fórmula 1)
AMP (cm ²)	$[cp - (\pi \times dcp)]^2 / 4\pi$	(Fórmula 2)*
CMB (cm)	$cb - (\pi \times dct)$	(Fórmula 3)
CMP (cm)	$cp - (\pi \times dcp)$	(Fórmula 4)*
ATB (cm ²)	$(cb)^2 / 4\pi$	(Fórmula 5)
ATP (cm ²)	$(cp)^2 / 4\pi$	(Fórmula 6)*
AGB (cm ²)	ATB - AMB	(Fórmula 7)
AGP (cm ²)	ATP - AMP	(Fórmula 8).*

*Adaptado de McArdle, Katch e Katch (2002). Legenda: AMB = área muscular do braço. AMP = área muscular da perna. CMB = circunferência muscular do braço. CMP = circunferência muscular da perna. ATB = área total do braço. ATP = área total da perna. AGB = área de gordura do braço. AGP = área de gordura da perna. cb = circunferência do braço. dct = dobra cutânea de tríceps. cp = circunferência de perna. dcp = dobra cutânea de panturrilha.

Treinamento físico

Os participantes dos grupos RML e HM realizaram um programa de treinamento resistido por um período de nove semanas. Ambos os grupos executaram um conjunto comum de exercícios com o mesmo número de séries e repetições, sendo esse treinamento dividido em A (crucifixo reto: 4x8; crucifixo inclinado: 3x8; peck deck: 3x8; elevação frontal: 3x10; elevação lateral: 3x10) e B (puxada por trás da nuca: 3x8; puxada pela frente: 3x8; remada baixa: 4x8; rosca direta: 3x8; rosca martelo: 3x8; leg press: 3x10; cadeira extensora: 3x10; mesa flexora: 3x10). As sessões A e B eram realizadas em dias alternados, cinco vezes por semana, garantindo um período de descanso para o grupamento muscular exercitado de 48 horas. Além dos exercícios supracitados, os integrantes dos grupos RM e HM executaram exercícios com séries, repetições e intensidades diferenciadas, considerando as características de cada tipo de treinamento. Os exercícios complementares, comuns aos dois grupos experimentais, foram: tríceps testa, tríceps na polia, flexão plantar com o joelho flexionado e flexão plantar com o joelho estendido. Neste caso, os integrantes do grupo RML executaram os exercícios complementares em três séries de 20 repetições (3x20) com sobrecarga equivalente a 40% de 1RM, enquanto que os componentes do grupo HM foram submetidos a três séries de 10 repetições suportando 80% de 1RM. Os volumes de treinamento dos grupos RML

(3x20x40%) e HM (3x10x80%) foram semelhantes. O tempo de recuperação entre as séries e exercícios foi de 45 segundos para ambos os grupos.

Análise Estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente por Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas e teste de post hoc de Newman-Keuls, com nível de significância de 5%.

Resultados

As características físicas (massa, estatura, percentual de gordura, índice de massa corporal, massa de gordura e massa corporal magra) dos integrantes de ambos os grupos experimentais não sofreram influência significativa dos programas de treinamento físico resistido (Tabela 1). A antropometria de segmento (braço e perna) não mostrou influência tanto do treinamento de resistência muscular localizada quanto de hipertrofia (Tabela 2). Em relação aos aspectos funcionais, que foram verificados por meio de teste de carga máxima, foi observado aumento da força máxima nos exercícios flexão plantar com joelho flexionado no grupo HM e flexão plantar com joelho estendido para ambos os grupos. Quando considerados os outros exercícios (tríceps testa e tríceps na polia) não houve diferença significativa entre os diferentes momentos do estudo e entre os grupos experimentais (tabela 2).

Tabela 1. Características físicas gerais dos integrantes dos grupos Resistência Muscular Localizada (RML) e Hipertrofia Muscular (HM) em quatro momentos (A) do estudo.

	RML (n=5)				HM (n=5)			
	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Massa (Kg)	66,2	66,6	67,4	67,4	69,9	70,3	71,1	70,9
	±11,5	±11,5	±12,0	±12,3	±9,0	±9,8	±10,1	±9,9
Estatura (m)	1,81	1,81	1,81	1,81	1,79	1,79	1,79	1,79
	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1
% gordura	11,1	11,5	10,9	11,2	16,4	16,7	16,3	16,0
	±4,0	±4,5	±4,6	±4,4	±4,6	±4,2	±5,0	±4,0
IMC (Kg/m ²)	20,4	20,5	20,7	20,7	22,0	22,1	22,4	22,3
	±1,9	±1,9	±1,9	±2,0	±1,6	±1,8	±2,0	±1,9
MG (Kg)	7,5	7,8	7,5	7,7	11,6	11,9	11,9	11,7
	±3,5	±3,6	±3,6	±3,6	±4,3	±4,1	±4,9	±3,9
MCM (Kg)	58,7	58,8	59,9	59,7	58,2	58,4	59,2	59,3
	±8,9	±9,3	±9,8	±10,1	±5,6	±7,5	±6,1	±6,0

Legenda: % gordura = percentual de gordura corporal. IMC = índice de massa corporal. MG = massa de gordura. MCM = massa corporal magra.

Discussão

No presente estudo, tanto a circunferência quanto a área muscular do braço não apresentaram modificações significativas tanto pela ação do treinamento de RML quanto de HM. Um estudo de Campos et al. (2002), em que um dos grupos realizava altas repetições, também teve como resultado a manutenção da área muscular, apoiando a idéia que um treinamento de resistência muscular localizada não seria eficiente para o aumento da área muscular. Em contrapartida, esse mesmo estudo aponta que um protocolo de treinamento com repetições intermediárias tem como resultado o aumento da massa muscular. Contrariamente ao presente estudo, Green et al. (1999) também observaram aumento da área muscular devido ao treinamento com repetições intermediárias. Entretanto, tanto o estudo de Campos et al. (2002) quanto o de Green et al. (1999) tiveram como voluntários sujeitos que não praticavam treinamento com pesos.

A hipertrofia muscular resulta do acúmulo de proteínas no músculo que provém de uma taxa de síntese maior que a de degradação (BARROSO; TRICOLI; UGRINOWITSCH,

2005, ESMARCK, 2001). Diversos estudos apontam que essa síntese é aumentada pelo treinamento de alta intensidade (KRAEMER et al., 2002). O treinamento de RML teve como característica baixa intensidade, contrariando assim esse princípio que tem como adaptação a hipertrofia muscular. Por outro lado, esse tipo de treinamento poderia ocasionar adaptações nas fibras do tipo I, pois de acordo com o princípio do tamanho para o recrutamento de unidades motoras, as unidades de baixo limiar, que são as que precisam de um estímulo baixo para ser ativadas, seriam recrutadas primeiro, sendo assim fatigadas. Com isso, as fibras do tipo II também seriam recrutadas posteriormente. Embora ambos os tipos de fibras pudessem ser atingidos por esse treinamento, as fibras do tipo I podem ter sido as mais solicitadas no treinamento de RML, o que pode ter ocasionado a resposta observada em nosso trabalho, já que as fibras do tipo I possuem área menor do que as fibras do tipo II, e com o treinamento as fibras brancas se hipertrofiaram em maior proporção que as vermelhas Green et al. (1999). Em estudo de Widrick et al. (2002), as fibras do tipo IIa se hipertrofiaram 25% mais que as do tipo I.

Tabela 2. Aspectos antropométricos e funcionais dos integrantes dos grupos Resistência Muscular Localizada (RML) e Hipertrofia Muscular (HM) em quatro momentos (A) do estudo.

	RML (n=5)				HM (n=5)			
	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
CMB	25,9 ±3,2	26,2 ±3,3	26,9 ±3,2	27,1 ±3,3	24,8 ±1,6	25,6 ±1,7	26,4 ±1,8	26,6 ±1,7
AMB	54,0 ±14,0	55,4 ±14,6	58,1 ±14,7	59,1 ±14,9	49,3 ±6,0	52,3 ±6,5	55,5 ±7,3	56,4 ±7,0
ATB	65,6 ±16,6	67,9 ±16,4	70,0 ±16,5	71,2 ±16,6	66,4 ±9,6	70,1 ±8,7	73,3 ±10,3	74,0 ±10,3
AGB	11,6 ±3,8	12,5 ±3,9	11,8 ±4,6	12,1 ±3,7	17,1 ±4,8	17,8 ±3,3	17,8 ±5,6	17,6 ±6,0
CMP	31,3 ±3,5	31,7 ±3,5	32,0 ±3,8	32,1 ±3,7	31,4 ±1,5	31,5 ±1,8	31,8 ±1,5	32,5 ±1,5
AMP	78,7 ±17,6	81,0 ±17,9	82,7 ±20,0	82,7 ±19,1	78,7 ±7,4	79,3 ±9,0	80,8 ±7,7	84,4 ±7,9
ATP	95,7 ±18,8	97,6 ±18,0	100,1 ±18,9	100,4 ±17,8	99,1 ±11,0	101,3 ±12,2	102,5 ±13,7	104,1 ±13,1
AGP	17,1 ±6,7	16,6 ±5,5	17,4 ±6,5	17,7 ±6,4	20,4 ±5,8	21,9 ±5,5	21,6 ±6,8	19,7 ±6,0
TT	28,4 ±8,3	31,2 ±8,8	32,0 ±8,1	33,6 ±8,4	27,7 ±2,0	32,7 ±4,3	33,0 ±5,3	33,7 ±5,3
TP	30,8 ±8,8	33,4 ±8,1	34,2 ±7,3	34,8 ±7,8	29,0 ±4,4	32,0 ±3,5	33,7 ±4,3	33,2 ±6,5
FPJF	61,6 ±11,4	70,4 ±7,4	74,0 ±14,2	85,2 ±12,5	61,3 ±17,0	73,7 ±13,3	81,0 ±15,9	89,3 ±14,8*
FPJE	176,0 ±29,7	220,0 ±29,1	234,0 ±23,0	252,0 ±32,7*	205,8 ±20,1	225,8 ±21,1	245,0 ±33,3	278,3 ±42,6*

(*) diferença estatisticamente significativa. Legenda: Circunferências musculares do braço e da perna (CMB e CMP expressas em cm). Áreas musculares do braço e da perna (AMB e AMP expressas em cm²). Áreas totais do braço e da perna (ATB e ATP expressas em cm²). Áreas de gordura do braço e da perna (AGB e AGP expressas em cm²). Valores de carga máxima (Kg) nos exercícios tríceps testa (TT), tríceps na polia (TP), flexão plantar com o joelho flexionado (FPJF), flexão plantar com o joelho estendido (FPJE).

Embora a manutenção do conteúdo muscular pela ação do treinamento com cargas leves seja facilmente justificada, adaptações semelhantes também podem ser resultantes de outros tipos de treinamento. O treinamento de hipertrofia muscular (HM) também não foi eficiente para o aumento da

área muscular no atual estudo. Contudo, contrariando nossos achados, McCall et al. (1996) observaram aumento da área muscular e do tamanho das fibras musculares como consequência de um protocolo de treinamento de força. Embora tenha sido observada tendência a aumento da área muscular, o reduzido número de participantes não permitiu a

ocorrência de significância. Além disso, diferentemente do estudo supracitado, a metodologia empregada em nosso trabalho (antropometria) não é tão sensível às modificações que podem ocorrer em função do treinamento.

Ambos os métodos de treinamento (RML e HM) não foram eficientes para proporcionar aumentos significativos tanto na área quanto na circunferência muscular da perna. Os músculos da panturrilha, o sóleo principalmente, exibem como característica uma grande quantidade de fibras vermelhas, devido à necessidade de sua contração para a manutenção da postura (BOMPA; CORNACCHIA, 2000). O gastrocnêmio, por sua vez, já exibe uma proporção mais equiparada entre fibras brancas e vermelhas. Essa função de contração para a manutenção da postura, também compromete a recuperação do músculo após o treino, dificultando assim o processo anabólico. Devido a essa grande quantidade de fibras vermelhas em sua composição, o tríceps sural, composto por gastrocnêmio e sóleo, apresenta certa dificuldade para obter como adaptação o aumento da área e circunferência muscular.

Tendo como base a predominância de fibras tipo I, o treinamento de RML muitas vezes é usado para o tríceps sural, visando estimular essas fibras e objetivando o aumento da célula muscular. Entretanto, mesmo não sendo estatisticamente significativo, no presente estudo, o treinamento de HM tendeu a apresentar resultados melhores que os observados pela aplicação do treinamento de RML. O treinamento de HM, além de estimular as fibras do tipo I, pode também estimular com mais intensidade as fibras do tipo II, já que as mesmas são recrutadas quando o exercício é de alta intensidade (FLECK; KRAEMER, 1999).

Fatores hormonais, tais como a testosterona, também são relevantes para ganhos em massa muscular (HANSEN et al., 1999), devido a seu estímulo para a síntese de proteínas. O treinamento de HM, com protocolo curto de descanso e com 10 repetições máximas, promove maiores aumentos dos níveis de testosterona (FLECK; KRAEMER, 1999), podendo assim ser mais adequado para estimular o aumento da massa muscular. De acordo com Staron et al. (1994), as concentrações de testosterona sérica aumentam nas seis primeiras semanas de treinamento, retornando em seguida aos valores prévios ao programa de exercícios. Levando-se em conta que os voluntários de nosso estudo já possuíam experiência de no mínimo 12 semanas em treinamento com pesos, pode-se sugerir que a testosterona não sofreu interferência pela ação do programa de exercícios.

A área de gordura não mostrou diferenças significativas ao longo do estudo em ambos os grupos. A gordura corporal

tende a diminuir ao passo que o gasto energético seja maior que a ingestão diária. O treinamento com pesos pode aumentar esse gasto calórico. Entretanto, é necessário um controle da dieta dos sujeitos treinados para que adaptações como diminuição no percentual de gordura e diminuição da área de gordura dos segmentos seja favorecida. O treinamento com pesos também pode influenciar a gordura corporal através do aumento de massa muscular, e conseqüentemente do metabolismo basal, o que ocasionaria um maior gasto energético diário, mesmo com o sujeito em repouso. Essa adaptação metabólica gerada pelo treinamento resistido pode ser muito interessante em termos de controle da adiposidade, pois sabe-se que no estado de repouso as gorduras são responsáveis por aproximadamente dois terços da produção energética (FLECK; KRAEMER, 1999). Considerando que no presente estudo não foi observada alteração significativa da massa magra pela ação do treinamento, pode sugerir que a taxa metabólica basal tenha se mantido constante durante as semanas estudadas.

Com relação às modificações do nível de força pela ação do treinamento, fatores como maior ativação neural e aumento da célula muscular contribuem para o favorecimento dessa capacidade física (HÄKKINEN et al., 2003; DIAS et al., 2005). Assim, aumentos da força muscular podem ocorrer unicamente por adaptação neural resultante da melhora da coordenação intra e intermuscular. Segundo Souto Maior e Alves (2003), os ganhos iniciais em força, devido ao treinamento resistido, são decorrentes de adaptações neurológicas. As adaptações neurais decorrentes de um protocolo de treinamento de força envolvem principalmente maior ativação e sincronização das unidades motoras durante a execução do exercício (DIAS et al., 2005). Entretanto, essas adaptações são observadas principalmente em sujeitos destreinados, já que, como dito anteriormente, a maior parte desses ganhos ocorre nas fases iniciais do treinamento (KRAEMER et al., 2002).

Os valores de carga máxima para os exercícios que envolviam a musculatura do tríceps braquial não apresentaram diferenças significativas em ambos os grupos. Um dos fatores que podem ter contribuído para a manutenção da força muscular é a ausência de hipertrofia muscular no tríceps braquial. Essa adaptação ocorre em função do espessamento dos filamentos de actina e miosina, o que normalmente resulta em maiores ganhos na força muscular. Outro importante fator para o resultado do estudo é a adaptação neuromuscular ao treinamento. Segundo Kraemer et al. (2002), indivíduos destreinados apresentam ganhos de 40% em força muscular, enquanto os

moderadamente treinados apresentam ganhos de 16%. Essa resposta diminuída pode ter sido gerada pela adaptação inicial ao treinamento resistido. Em estudo realizado por Rogatto (2004), a partir da quarta semana de treinamento, ganhos significativos em força foram observados nos participantes do estudo. Essas informações vão de encontro com relatos de outros estudos que mostram que os ganhos em força ocorrem principalmente da quarta à oitava semana de treinamento (O'BRYANT et al., 1988, HICKSON et al., 1994). Caso os participantes do estudo fossem destreinados, haveria maior probabilidade de ocorrerem ganhos significativos na força muscular.

O grupo de RML apresentou aumentos significativos em força no exercício flexão plantar com joelho estendido, enquanto o grupo HM apresentou aumentos significativos em ambos os exercícios para a musculatura do tríceps sural. Apesar do estudo contar com indivíduos com experiência na prática de treinamento com pesos, muitos dos voluntários não exercitavam, em suas rotinas, os músculos dos membros inferiores. Esse fator pode ter sido essencial para os aumentos na força, já que, como dito anteriormente, os ganhos em força são muito maiores nas fases iniciais do treinamento com pesos (SOUTO MAIOR; ALVES, 2003).

Melhora da coordenação intramuscular e maior número de unidades motoras ativadas são adaptações neuromusculares provenientes do treinamento com pesos (SOUTO MAIOR; ALVES, 2003; HÄKKINEN et al., 2003; DIAS et al., 2005). Tanto o treinamento de RML quanto o de HM foram eficazes para promoverem o aumento da força no exercício flexão plantar com joelho estendido. Para a execução desse exercício é necessária tanto a contração do sóleo quanto a do gastrocnêmio, sendo que do segundo com mais intensidade, devido a sua origem nos côndilos medial e lateral do fêmur (VALERIUS et al., 2005). No exercício flexão plantar com joelho flexionado por sua vez, somente o treinamento de HM possibilitou aumentos significativos da força muscular. Esse exercício exige principalmente a musculatura do sóleo devido à sua origem no terço proximal da fíbula e medial da tíbia (VALERIUS et al., 2005).

O treinamento de HM, devido à sua alta intensidade, utiliza as unidades motoras com predominância de fibras brancas para a realização dos exercícios, enquanto que o treinamento de RML, devido à sua baixa intensidade, recruta as fibras vermelhas em maior quantidade (FLECK; KRAEMER, 1999). Mesmo no exercício flexão plantar com o joelho flexionado, em que o sóleo é mais ativado, o treinamento de HM foi mais eficaz que o de RML, o que

pode demonstrar que mesmo com um baixo percentual de fibras brancas, é mais eficiente melhorar o padrão de recrutamento e coordenação dessas fibras, já que possuem maior poder de força para a contração muscular. Mesmo não sendo significativo, o treinamento de HM resultou em uma tendência a maior aumento da área muscular da perna, podendo assim refletir nos maiores ganhos de força obtidos pelo grupo de HM. No exercício flexão plantar com joelho estendido, ambos os grupos obtiveram aumentos significativos. Um fator importante a destacar é que nesse exercício, o gastrocnêmio, que possui uma proporção equiparada de fibras brancas e vermelhas, é mais ativado que o sóleo (FOSS; KETTYIAN, 2000).

No treinamento de RML, devido a sua baixa intensidade, as fibras vermelhas são recrutadas primeiro. Entretanto, estas não são fatigadas com o decorrer do exercício, exigindo assim que outras fibras participem do processo de contração muscular. Uma hipótese para os ganhos de força em ambos os grupos no exercício flexão plantar com o joelho estendido, é que devido ao menor número de fibras vermelhas do gastrocnêmio em relação ao sóleo, estas se fatigariam mais rapidamente. Isso ocasionaria um maior recrutamento das unidades motoras com predominância de fibras brancas, que são maiores e se hipertrofiam em maior grau que as vermelhas (WIDRICK et al., 2002).

Conclusão

De acordo com os achados do atual estudo, nove semanas de treinamento de resistência muscular e hipertrofia não resultaram em modificações das características físicas gerais, bem como da antropometria dos segmentos (braço e perna) dos participantes do estudo. Contudo, a força máxima do movimento flexão plantar foi significativamente aumentada em ambos os grupos experimentais, sendo que no grupo hipertrofia essa melhora ocorreu nos dois exercícios testados.

Referências

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual de pesquisa das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, DF, v. 13, n. 2, p. 111-122, 2005. Disponível em: http://www.ucb.br/mestradoef/RBCM/13/13%20-%202/c_13_2_12.pdf. Acesso em: 9 jun. 2008.

BENEDICT, T. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 13, n. 3, p. 289-304, 1999.

BOMPA, T. O.; CORNACCHIA, L. J. **Treinamento de força consciente**. São Paulo: Phorte, 2000.

BUCCI, M.; VINAGRE, E. C.; CAMPOS, G. E. R.; CURI, R.; PITHON-CURI, T. C. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. Brasília, DF, v. 13, n. 1, p. 17-28, 2005. Disponível em: http://www.ucb.br/mestradoef/RBCM/13/13%20-%201/c_13_1_2.pdf. Acesso em: 9 jun. 2008.

CAMPOS, G. E.; LUECKE, T. J.; WENDELN, H. K.; TOMA, K.; HAGERMAN, F. C.; MURRAY, T. F.; RAGG, K. E.; RATAMESS, N. A.; KRAEMER, W. J.; STARON, R. S. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 88, n. 1/2, p. 50-60, 2002. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>

CARNAVAL, P. E. **Medidas e avaliação em ciências do esporte**. 3. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1998.

DIAS, R. M. R.; CYRINO, E. S.; SALVADOR, E. P.; NAKAMURA, F. Y.; PINA, F. L. C.; OLIVEIRA, A. R. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 11, n. 4, p. 224-228, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922005000400004>

ESMARCK, B.; ANDERSEN, J. L.; OLSEN, S.; RICHTER, E. A.; MIZUNO, M.; KJAER, M. Timing of post exercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. **The Journal of Physiology**, London, v. 535, n. 1, p. 301-311, 2001. Disponível em: <http://jp.physoc.org/cgi/content/full/535/1/301>. Acesso em: 9 jun. 2008.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FOSS, M. L.; KETEYAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GREEN, H.; GOREHAM, C.; OUYANG, J.; BALL-BURNETT, M.; RANNEY, D. Regulation of fiber size, oxidative potential, and capillarization in human muscle by resistance exercise. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 276, n. 2, p. R591-R596, 1999. Disponível em: <http://ajpregu.physiology.org/cgi/content/full/276/2/R591>. Acesso em: 9 jun. 2008.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Controle do peso corporal**: composição corporal: atividade física e nutrição. 2. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. Barueri: Manole, 2006.

HÄKKINEN, K.; ALEN, M.; KRAEMER, W. J.; GOROSTIAGA, E.; IZQUIERDO, M.; RUSKO, H.; MIKKOLA, J.; HÄKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; KAARAKAINEN, E.; ROMU, S.; EROLA, V.; AHTIAINEN, J.; PAAVOLAINEN, L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 1, p.42-52, 2003. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-002-0751-9>

HANSEN, L.; BANGSBO, J.; TWISK, J.; KLAUSEN, K. Development of muscle strength in relation to training levels and testosterone in young male soccer players. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 87, n. 3, p. 1141-1147, 1999. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/full/87/3/1141>. Acesso em: 9 jun. 2008.

HICKSON, R.C.; HIDAKA, K.; FOSTER, C. Skeletal muscle fiber type, resistance training and strength related performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, n. 26, p. 593-598, 1994.

KJÆR, M. Epinephrine and some other hormonal responses to exercise in man: with special reference to physical training. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 10, p. 2-15, 1989.

KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; CALLISTER, R.; SHEALY, M.; DUDLEY, G. A.; MARESH, C. M.; MARCHITELLI, L.; CRUTHIRDS, C.; MURRAY, T.; FALKEL, J. E. Training responses of plasma beta-endorphin, adrenocorticotrophin, and cortisol. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 21, n. 23, p. 146-153, 1989.

KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; MARESH, C. M.; RATAMESS, N. A.; GORDON, S. E.; GOETZ, K. L.; HARMAN, E. A.; FRYKMAN, P. N.; VOLEK, J. S.; MAZZETTI, S. A.; FRY, A. C.; MARCHITELLI, L. J.; PATTON, J. F. Acute hormonal responses to a single bout of heavy resistance exercise in trained power lifters and untrained men. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 24, n. 6, p. 524-537, 1999.

KRAEMER, W. J.; ADAMS, K.; CAFARELLI, E.; DUDLEY, G. A.; DOOLY, C.; FEIGENBAUM, M. S.; FLECK, S. J.; FRANKLIN, B.; FRY, A. C.; HOFFMAN, J. R.; NEWTON, R. U.; POTTEIGER, J.; STONE, M. H.; RATAMESS, N. A.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 34, n.

Motriz, Rio Claro, v.13, n.4, p.288-297, out/dez. 2007

2, p. 364-380, 2002. Disponível em:
http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/results_single_fulltext.jhtml;hwwilsonid=JWN5FIRBCALLRQA3DIMSFSGADUNGIIVO Acesso em: 31 jan. 2007.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L.
Fundamentos de fisiologia do exercício. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

[MCCALL, G. E.](#); [BYRNES, W. C.](#); [DICKINSON, A.](#); [PATTANY, P. M.](#); [FLECK, S. J.](#) Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 81, n. 5, p. 2004-2012, 1996. Disponível: <http://jap.physiology.org/cgi/content/full/81/5/2004> Acesso em: 9 jun. 2008.

O'BRYANT, H. S.; BYRD, R.; STONE, M. H. Cycle ergometer performance and maximum leg and hip strength adaptations to two different methods of weight training. **Journal of Applied Science Research**, Columbia, v. 2, p. 27-30, 1988.

ROGATTO, G. P. Efeitos antropométricos e funcionais do treinamento de força sobre o sistema muscular de indivíduos idosos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 105-112, 2004. Disponível em: www.biosciencejournal.ufu.br/include/getdoc.php?id=684&article=210&mode=pdf. Acesso em: 9 jun. 2008.

SOUTO MAIOR, A.; ALVES, A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. **Motriz. Revista de Educação Física**. UNESP, Rio Claro, v. 9, n. 3, p. 161-168, 2003. Disponível em: <http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/motriz/article/view/1011> Acesso em: 9 jun. 2008.

[STARON, R. S.](#); [KARAPONDO, D. L.](#); [KRAEMER, W. J.](#); [FRY, A. C.](#); [GORDON, S. E.](#); [FALKEL, J. E.](#); [HAGERMAN, F. C.](#); [HIKIDA, R. S.](#) Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 76, n. 3, p. 1247-1255, 1994. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/76/3/1247> Acesso em: 31 jan. 2007.

TRITSCHLER, K. **Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow e McGee**. 5. ed. São Paulo: Manole, 2003.

VALERIUS, K. P.; FRANK, A.; KOLSTER, B. C.; HIRSCH, M. C.; HAMILTON, C.; LAFONT, E. A. **O livro dos músculos: anatomia funcional dos músculos do aparelho locomotor**. Barueri: Manole, 2005.

WIDRICK, J. J.; STELZER, J. E.; SHOEPE, T. C.; GARNER, D. P. Functional properties of human muscle *Motriz, Rio Claro, v.13, n.4, p.288-297, out/dez. 2007*

fibers after short-term resistance exercise training. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 283, n. 2, p. R408-R416, 2002. Disponível em: <http://ajpregu.physiology.org/cgi/reprint/283/2/R408.pdf> Acesso em: 9 jun. 2008.

ZATSIORSKY, V.M. **Ciência e prática do treinamento de força**. São Paulo: Phorte, 1999.

Suporte financeiro: FAPEMAT

Endereço:
Gustavo Puggina Rogatto
Caixa postal 3216 – Jardim das Américas
Cuiabá MT Brasil
78065-900
e-mail: gustavorogatto@yahoo.com.br

*Recebido em: 10 de abril de 2008.
Aceito em: 11 de junho de 2008.*