

EFEITOS ANTROPOMÉTRICOS E FUNCIONAIS DO TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE O SISTEMA MUSCULAR DE INDIVÍDUOS IDOSOS

ANTHROPOMETRIC AND FUNCTIONAL EFFECTS OF STRENGTH TRAINING ON MUSCULAR SYSTEM OF AGED PEOPLE

*Gustavo Puggina ROGATTO*¹

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do treinamento específico sobre variáveis antropométricas (massa muscular) e funcionais (nível de força) em idosos. Foram selecionados 13 sujeitos (média de idade de 61,3±3,2 anos) normalmente ativos fisicamente e considerados aptos em exame médico. Avaliou-se a força máxima dos músculos flexores do cotovelo pelo teste de uma repetição máxima (1RM) dos membros dominante e não dominante. Também foram avaliados o perímetro do braço e a dobra cutânea tricipital, afim de verificar a ocorrência ou não de hipertrofia. Os idosos foram submetidos a 2 semanas de treinamento não específico (carga de 50% de 1RM) para adaptação e familiarização com o exercício, e a 12 semanas de treinamento específico para ganho de força (cargas entre 70 e 90% de 1RM). O exercício escolhido foi “rosca unilateral sentado”, caracterizada pelo movimento de flexão do cotovelo. O membro não dominante foi submetido ao treinamento, e o membro dominante serviu como controle intra-sujeito. A ANOVA para medidas repetidas não encontrou diferenças significativas na área muscular do braço com o treinamento. Os níveis de 1RM melhoraram por volta de 57% em relação ao início do treinamento. Um fato curioso foi que o membro não treinado também melhorou os níveis de 1RM (38%). Baseando-se nos resultados descritos conclui-se que o protocolo de treinamento utilizado aumentou a força muscular dos músculos flexores do cotovelo do braço tanto do membro treinado como do não treinado, e que neste último deveu-se provavelmente a efeitos de adaptações neurais e de *cross-treinamento*.

UNITERMOS: Envelhecimento; Sarcopenia; Treinamento de força; Hipertrofia.

INTRODUÇÃO

A redução da força muscular de idosos tem sido atribuída ao próprio envelhecimento, e a uma diminuição do nível de atividade física, que produz um declínio na função muscular (HASKELL, 1985; POULIN et al., 1992). O enfraquecimento muscular ou sarcopenia pode ter um marcante efeito na autonomia funcional dos idosos comprometendo a execução de atividades que exijam um grau mínimo de força (ARKING, 1991). Parte do declínio da força pode ser devido a uma redução na massa muscular (TZANKOFF; NORRIS, 1977). Numerosos estudos têm mostrado que com o envelhecimento, tanto os níveis de força quanto de massa muscular, declinam em homens e mulheres (LARSSON; GRIMBY; KARLSSON, 1979). Esta perda de força tem sido reportada em diferentes grupamentos musculares, em ambas as condições estática e dinâmica (LARSSON; GRIMBY; KARLSSON, 1979; YOUNG; STOKES; CROWE, 1985).

O exercício físico é notadamente conhecido como promotor de bem-estar e saúde aos seus praticantes, podendo ser uma alternativa útil para a manutenção ou reversão dos níveis de força e massa muscular durante o processo de envelhecimento biológico. As atividades que requerem movimentação de carga ou oposição à resistência, além de aumentarem a força muscular, também transmitem tensão aos ligamentos, tendões e ossos, mantendo ou aumentando o vigor funcional destas estruturas. A osteoporose é uma doença comum na população idosa e, assim, uma intervenção pela atividade física seria uma opção mais segura, barata, e sem efeitos secundários, quando comparada com a terapia hormonal, beneficiando assim muitas pessoas e a sociedade como um todo. Além disso, a qualidade de vida do indivíduo idoso também pode sofrer ganhos significativos pela realização do treinamento resistido, uma vez que para a execução da maioria das atividades cotidianas como, por exemplo, levantar-se de uma cadeira ou carregar um objeto, níveis mínimos desta valência física são necessários.

¹ Professor Adjunto, Laboratório de Investigação e Estudos sobre Metabolismo e Exercício Físico, Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

O declínio da força muscular citado anteriormente pode resultar em nefastas conseqüências, e tende a agravar-se na execução das atividades diárias, prejudicando a qualidade de vida do indivíduo idoso. Além disso, o enfraquecimento muscular na velhice tem sido associado a quedas recorrentes (maior causa de morbidade e mortalidade em idosos). As causas destas quedas são em geral decorrentes de fraturas no colo do fêmur causadas por desmineralização óssea, ou osteoporose (MARCUS et al., 1992). A intervenção pelo exercício físico é uma forma simples de prevenir incidentes deste tipo, podendo ser utilizada para reduzir o risco de morbidade e melhorar a qualidade de vida do indivíduo idoso.

O presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos de um programa de 12 semanas de treinamento com pesos de alta intensidade sobre os níveis de força dinâmica e área muscular do braço em idosos.

MATERIAL E MÉTODO

Sujeitos e “design” experimental

Inicialmente foram selecionados 16 sujeitos de ambos os sexos (4 homens e 12 mulheres), com idade entre 53 e 72 anos. Destes, somente 13 completaram as 12 semanas de treinamento (características físicas dos sujeitos conforme tabela 1). Os motivos pelos quais os 3 sujeitos deixaram o estudo foram baseados nos critérios de inclusão descritos abaixo.

Todos os sujeitos foram submetidos à entrevista e exame médico cujos critérios de inclusão no experimento foram: a) ausência de doença que aumentasse a probabilidade de risco para a saúde do sujeito, notadamente de origem cardiovascular (hipertensão arterial, palpitações ocasionais, sopro aórtico), respiratória (asma brônquica, bronquite), articular (artrite e artrose), Parkinson, e no caso das mulheres, aquelas submetidas à mastectomia; e b) normalmente ativos fisicamente, ou seja, participação regular em programas sistematizados de exercícios físicos, incluindo atividades esportivas e danças (mínimo de 3 vezes/semana durante 1h por sessão). Todos os sujeitos foram previamente informados sobre a proposta do estudo a que seriam submetidos, incluindo a assinatura de termo de consentimento informado.

Durante a condução do estudo, aos sujeitos foi solicitada a não participação em programas sistematizados de exercícios resistidos, bem como a realização de qualquer tipo de atividade física que envolvesse um elevado nível de esforço físico da musculatura trabalhada.

Com o objetivo de verificar o efeito do treinamento e ajustar a intensidade da carga de trabalho, foram realizados testes de uma repetição máxima (1RM) a cada duas semanas. A área muscular do braço foi aferida mensalmente com exceção da última avaliação, realizada com intervalo de 2 semanas.

Tabela 1. Características físicas dos participantes do estudo.

	Homens (n=3)	Mulheres (n=10)
<i>Idade (anos)</i>	63,5 ± 6,6	61,2 ± 6
<i>Estatuta (cm)</i>	170 ± 7,0	160 ± 4,0
<i>Peso (Kg)</i>	70,8 ± 7,2	68,2 ± 10,6
<i>IMC (Kg/m²)</i>	24,3 ± 1,1	26,6 ± 4,9
<i>Gordura corporal (%)</i>	19,3 ± 3,2	29,7 ± 5
<i>Massa gorda (Kg)</i>	13,5 ± 1,2	20,7 ± 6,2
<i>Massa corporal magra (Kg)</i>	57,3 ± 7,8	47,5 ± 4,6

Protocolo de teste

Antropometria

Foram aferidos o peso, a estatura, o perímetro do braço, e a dobra cutânea de tríceps. A avaliação do *peso corporal* (P) deu-se por meio de balança de plataforma da marca Filizolla, com precisão de 0,1 Kg, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon, Chumlea e Roche (1988). A *estatura* (A) foi aferida em estadiômetro de parede, com o indivíduo sobre uma superfície plana. O avaliado permaneceu na posição ortostática com os

calcânhares unidos, cabeça alinhada pelo plano de Frankfurt e os braços estendidos ao longo do corpo com as palmas das mãos voltadas medialmente, de acordo com proposta de Neves e Santos (2003). Todos os sujeitos foram medidos descalços (MAHAN; ARLIM, 1995). A partir das medidas de peso e estatura, foi calculado o *índice de massa corporal* (IMC) por meio do quociente P/A^2 , sendo o peso corporal expresso em quilogramas (Kg) e a estatura em metros (m). O *perímetro do braço* (PB) foi tomado no ponto médio do seu comprimento usando fita metálica flexível. Esta medida

foi aferida com o indivíduo em pé com o braço relaxado ao lado do corpo, de acordo com a técnica descrita por Neves e Santos (2003). A *dobra cutânea do tríceps* (DCT) foi obtida no ponto médio do comprimento do braço, em sua porção posterior, de acordo com as técnicas descritas por Pollock e Wilmore (1993) sendo que esta foi tomada verticalmente com a utilização de um compasso de dobras cutâneas Lange (Lafayette Instrument Company, Cambridge), com pressão constante de 10g/mm² na superfície de contato, e precisão de 0,1 mm.

Teste de 1RM

O exercício escolhido para avaliação e treinamento foi a “rosca unilateral” que consiste no movimento de flexão do cotovelo fazendo o levantamento de “dumbbells”. O teste de 1RM, também conhecido como teste de carga máxima, foi realizado segundo recomendações de Neves e Santos (2003).

Os voluntários realizaram o teste com os membros dominante e não dominante, a uma periodicidade de 2 semanas, até completarem 12 semanas de treinamento. Através do teste de 1RM foram encontrados os valores de força voluntária máxima de ambos os braços dos participantes. A partir de consulta prévia foram discriminados os membros dominante e não dominante, sendo o membro dominante utilizado como controle, e o membro não dominante como experimental. O membro não dominante (experimental), foi treinado por 12 semanas e o membro não dominante serviu como controle intra-sujeito, semelhantemente ao estudo de Marsh et al. (1993).

Área muscular do braço

O conteúdo muscular do braço foi estimado utilizando as medidas de dobra cutânea tricipital (DCT) e do perímetro do braço (PB) avaliados de acordo com proposta de Neves e Santos (2003). Para o cálculo da área muscular do braço (AMB) utilizou-se a equação de Frisancho (MAHAN; ARLIM, 1995):

$$AMB \text{ (cm}^2\text{)} = [(PB - pDCT)^2 / 4 p] - 10$$

A constante 10 foi utilizada para o sexo masculino, sendo que para o sexo feminino o valor utilizado foi 6,5. A hipertrofia foi estimada a partir da comparação dos valores da AMB nos diferentes momentos do estudo em ambos os membros experimental e controle.

Protocolo de treinamento

Previamente ao treinamento específico, 2 semanas foram destinadas a uma fase de adaptação e aprendizagem dos movimentos utilizando-se cargas de trabalho equivalentes

à 50-60% de 1RM executadas em 3 séries de 10 a 12 repetições como sugerido por Fiatarone et al. (1990), Frontera et al. (1988) e Rice et al. (1993).

O treinamento específico foi realizado em 3 dias alternados da semana, durante um período de 12 semanas, utilizando cargas correspondentes à 70-90% de 1RM, executadas em 3 séries de 6 a 8 repetições. Esta intensidade de trabalho corresponde à que tem sido freqüentemente preconizada por estudiosos da área de treinamento resistido visando hipertrofia muscular (FLECK; KRAEMER, 1999; GUIMARÃES NETO, 2002; ZATSIORSKY, 1999). A duração total de cada repetição foi de 5 a 7 segundos (RICE et al., 1993), sendo que a duração da fase concêntrica da contração foi entre 2 e 3 segundos, e da fase excêntrica entre 3 e 4 segundos. O intervalo de tempo entre as repetições não foi superior a 2 segundos, e o intervalo entre as séries foi de 2 minutos (BROWN; McCARTNEY; SALE, 1990; FRONTERA et al., 1988). Este intervalo respeita a recuperação parcial do ATP (90%), fonte energética primária utilizada nos movimentos iniciais de cada série e de cada exercício.

Cada sessão de treinamento foi precedida por 3 minutos de aquecimento com movimentos de flexão do cotovelo utilizando cargas leves, além de alongamento da musculatura utilizada durante o esforço. Ao final da sessão de treinamento a série de alongamento foi novamente realizada.

Foi realizado o controle de faltas de modo que os sujeitos não poderiam ultrapassar o número máximo de 10% das sessões de treinamento.

Análise estatística

Os resultados foram agrupados mediante os valores da média e desvio-padrão, sendo, posteriormente, comparados nos diferentes momentos (primeiro teste, segundo teste, etc). Por meio do pacote estatístico SAS, versão 6.12, usando o NPAR1WAY PROCEDURE, os valores de 1RM e AMB, foram submetidos ao teste de Wilcoxon (CAMPOS, 1983). Para a verificação de diferenças entre os grupos aplicou-se o teste de Jonckheere (CAMPOS, 1983). Para ambos foi pré-estabelecido o nível de significância de 5%. As características físicas no início e ao final do estudo foram comparadas por teste t-Student para amostras dependentes ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Características físicas

Na tabela 2 estão representados os valores de estatura (em cm), peso (em Kg), índice de massa corporal (IMC, em Kg/m²) percentual de gordura (%), massa de

gordura (em Kg) e massa corporal magra (em Kg) dos participantes no início e ao final do estudo. A partir destes dados, foi traçado o perfil dos participantes. Constatou-se que todos os componentes avaliados situam-se próximos

aos valores encontrados na literatura (ROGATTO; GOBBI, 1997a,b). Nenhuma das características físicas avaliadas apresentou qualquer diferença durante a realização do protocolo de treinamento físico.

Tabela 2. Características físicas dos participantes em 2 momentos do estudo.

	Início	Final	
<i>Estatatura (cm)</i>	163 ± 7	163 ± 7	N.S.
<i>Peso (Kg)</i>	70 ± 9,4	69,2 ± 9,7	N.S.
<i>IMC (Kg/m²)</i>	25,9 ± 4,2	25,9 ± 4,1	N.S.
<i>Gordura corporal (%)</i>	26,5 ± 6,6	26,3 ± 6,2	N.S.
<i>Massa gorda (Kg)</i>	18,5 ± 6,1	18,3 ± 5,5	N.S.
<i>Massa corporal magra (Kg)</i>	50,5 ± 7,17	50,9 ± 7,8	N.S.

N.S.: Estatisticamente não significativo para $p < 0,05$.

Teste de 1RM

A análise dos resultados de força muscular, obtidos através do teste de 1RM (expresso em Kg), indicou que não houve diferenças significativas entre a 1ª e a 2ª avaliação, tanto no membro treinado quanto no não treinado. Como mostra a tabela 3, a partir da 3ª avaliação ambos os membros melhoraram os níveis de força, sendo que na 5ª e 7ª avaliação houve uma estabilização nos valores do membro não

treinado. Tanto o membro treinado quanto o não treinado apresentaram uma melhora dos níveis de força, sendo esta mais acentuada no membro treinado (3,6 Kg) do que no não treinado (2,7 Kg). Em valores percentuais este aumento do nível de força representa 57% e 38% para os membros treinado e não treinado respectivamente. A diferença entre membros (treinado x não treinado) foi observada somente na 8ª avaliação.

Tabela 3. Resultados do teste de 1 repetição máxima (em Kg) dos membros treinado (MT) e controle (MC) de idosos durante as 12 semanas de treinamento resistido*.

		AVALIAÇÃO							
<i>Membro</i>		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
<i>MT</i>	<i>X</i>	9,6	9,8	11,2	12,9	13,3	13,9	14,3	14,6
	<i>DP</i>	2,0	2,1	2,1 A,B	1,7 A,B,C	1,9 A,B,C,D	2,1 A,B,C,D,E	2,0 A,B,C,D,E,F	2,0 A,B,C,D,E,F,G,Ø
<i>MC</i>	<i>X</i>	9,7	9,9	11,4	12,4	12,5	13,1	13,4	13,4
	<i>DP</i>	2,0	2,2	2,1 A,B	1,7 A,B,C	1,8 A,B,C,D	2,1 A,B,C,D,E	2,1 A,B,C,D,E,F	2,1 A,B,C,D,E,F

* Resultados expressos como média (X) e desvio padrão (DP). Diferenças significativas: **A**: diferente de avaliação 1; **B**: diferente de avaliação 2; **C**: diferente de avaliação 3; **D**: diferente de avaliação 4; **E**: diferente de avaliação 5; **F**: diferente de avaliação 6; **G**: diferente de avaliação 7; **Ø**: (diferença entre treinado x controle).

Área muscular do braço (AMB)

A tabela 4 apresenta os valores da área muscular do braço (AMB, expressa em cm²) dos idosos durante as avaliações. Os valores de AMB apresentaram um aumento de 3,9cm² e 1cm², nos membros treinado e não treinado respectivamente. Contudo, esta melhora não foi estatística-

mente significativa. A comparação inter-membros (treinado x não treinado), também não mostrou diferença durante o protocolo experimental, indicando que este tipo de treinamento não parece ser efetivo sobre a capacidade de hipertrofia muscular em idosos.

Tabela 4. Resultados de área muscular do braço (em cm²) dos membros treinado (MT) e controle (MC) de idosos durante as 12 semanas de treinamento resistido*.

Membro		AVALIAÇÃO					
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	5 ^a	7 ^a	8 ^a
MT	X	41,1	42,3	43,9	42,9	44,6	45,0
	DP	7,9	8,8	8,7	7,9	8,3	8,3
MC	X	44,2	43,9	44,6	43,9	45,1	45,2
	DP	9,6	8,4	6,7	7,2	8,4	8,5

* Resultados expressos como média (X) e desvio padrão (DP).

DISCUSSÃO

Protocolo de treinamento

O protocolo de treinamento aplicado no presente estudo tem sido muito utilizado tanto para a recuperação de acidentes de guerra como para a obtenção de massa muscular em fisiculturistas. Além disso, numerosos estudos relacionados à resposta de idosos ao treinamento resistido têm utilizado este tipo de esforço físico. A aplicação de cargas baseadas no teste 1RM é muito utilizada, entretanto a avaliação desta variável é muito contestada, já que requer do avaliado, condições onde este esteja apto (sem doenças que comprometam sua saúde) além de grande capacidade de percepção, por parte do avaliador, do efeito da carga sobre o avaliado. Contudo, no atual estudo, cuidados para a neutralização destas limitações foram realizados, uma vez que todos os participantes foram avaliados e treinados individualmente. Isso foi refletido na inexistência de acidentes e lesões decorrentes da realização do treinamento durante o estudo. Além disso, como citado anteriormente, todos os sujeitos eram saudáveis.

Características físicas e força voluntária máxima

O programa de exercício não foi suficiente para causar alterações na adiposidade. Face às características do protocolo de treinamento (envolvimento de pequeno grupo muscular, cargas elevadas e curta duração), nenhuma alteração na adiposidade era esperada devido à não exigência da mobilização significativa de ácidos graxos.

Quando submetidos a um treinamento com pesos de alta intensidade, os idosos do estudo apresentaram uma melhora dos níveis totais de força muscular. Isto confirma que mesmo com o processo de envelhecimento biológico, o sistema músculo-esquelético mantém sua plasticidade, em termos funcionais, de responder ao treinamento.

Observou-se que quanto aos níveis de força voluntária máxima, os idosos deste estudo, só apresentaram uma melhora significativa a partir da 3^a avaliação (4 semanas de

treinamento). Isto pode dever-se a não especificidade (em relação à intensidade de carga) do treinamento, já que as cargas utilizadas nas 2 primeiras semanas foram equivalentes a 50% de 1 RM. Esperava-se que, mesmo com cargas tidas como leves realizadas durante 2 semanas, os níveis de força acessados por 1RM aumentassem devido a adaptações neurais. Estes resultados diferem dos encontrados por Moritani e DeVries (1980) que, mesmo utilizando cargas moderadas, obtiveram incremento dos níveis de força. Contudo, a duração do programa de treinamento utilizado no referido estudo (8 semanas) pode ter sido responsável pela observação de aumento da força muscular.

A estratégia de utilização de um membro como treinado e outro como controle intra-sujeito permitiu o controle da variabilidade (genética e de história de vida) que existiria no caso de amostras independentes. A adoção desta estratégia de amostragem contribuiu para a observação de possíveis efeitos de cross-treinamento (transferência bilateral). Este talvez seja o resultado mais peculiar deste estudo. Os conhecimentos a respeito da transferência bilateral remontam ao ano de 1858 (FECHNER, 1964 apud HOLLMAN; HETTINGER, 1989). Este efeito consiste no fato de que o treinamento de um determinado grupo muscular teria como consequência não apenas a melhora da força na musculatura treinada, mas também nos músculos correspondentes do lado oposto.

Quando comparado a outros, o presente estudo mostrou uma melhora percentual, em relação ao início, de 35% após 6 semanas de treinamento. Neste mesmo período de tempo, Perkins e Kaiser (1961), Liemohn (1975) e Kauffman (1985), encontraram com a utilização de treinamento estático valores correspondentes a 17 a 72%.

Área muscular do braço

No passado acreditava-se que os ganhos de força em indivíduos idosos ocorriam somente devido a fatores neurais, tal como maior recrutamento de unidades motoras (UMs), e que os músculos de idosos não responderiam ao

treinamento com hipertrofia muscular. Moritani e DeVries (1980) examinaram os mecanismos de ganho de força em homens jovens e idosos depois de 8 semanas de treinamento com intensidade moderada. Os grupos jovem e idoso aumentaram seus níveis de força em porcentagem similar (jovens - 30% ; idosos - 22%); contudo, o aumento de força entre os grupos, aparentemente ocorreu por mecanismos diferentes. Os ganhos no grupo idoso foram completamente atribuídos a fatores neurais. No grupo jovem, os fatores neurais foram predominantes apenas nas primeiras 4 semanas, sendo que após este período o ganho de força foi acompanhado por um aumento no tamanho do músculo (9%). Concluiu-se que idosos poderiam aumentar níveis de força, mas não hipertrofiar o músculo.

Estudos mais recentes, contudo, têm confirmado que idosos podem de fato obter aumentos no tamanho do músculo ou hipertrofia. Com apenas 6 semanas de treinamento, Frontera et al. (1988) encontraram significativos aumentos no tamanho do músculo, sendo que tal hipertrofia atingiu 11% após 12 semanas. Este aumento é similar ao encontrado em homens jovens e saudáveis. Brown, McCartney e Sale (1990) encontraram aumento de 17% na área do músculo bíceps braquial depois de 12 semanas de

treinamento de força. Fiatarone et al. (1990) encontraram 9% de aumento na área medial da coxa depois de 8 semanas de treinamento utilizando uma amostra composta por indivíduos com média de idade de 90 anos. Baseando-se nestes trabalhos pode-se notar que os ganhos de força em idosos podem ser resultado tanto de adaptações neurais como de hipertrofia, cabendo ressaltar que os estudos citados utilizaram-se de tomografia computadorizada para acessar as alterações.

Os resultados do presente estudo confirmam àqueles encontrados por Moritani e DeVries (1980), mas ambos são contrários aos achados de Fiatarone et al. (1990), Frontera et al. (1988) e Brown, McCartney e Sale (1990). Possivelmente, os resultados contraditórios podem dever-se à técnica de mensuração empregada, no sentido de que, os estudos mais recentes têm empregado instrumentos de maior precisão. Como a hipertrofia demonstrada nos estudos de Fiatarone et al. (1990) e Frontera et al. (1988) é de pequena magnitude (9-11%), a técnica utilizada no presente estudo (antropometria) pode não ter sido suficientemente sensível para detectar pequenas alterações. Assim, sugere-se a realização de novos estudos utilizando-se técnicas de avaliação mais precisas.

ABSTRACT: Muscle strength tends to decline and this imposes deficits for functional autonomy of elderly individuals related either to aging and/or associated factors such as reduced physical activity level. The purpose of this study was to verify the influence of a specific training on strength and hypertrophy in elderly people. It was selected 13 participants (mean age of 61,3±3,2 years) physically active and considered able through medical evaluation. It was measured maximal strength of elbow flexor muscles through the test of one maximum repetition (1RM) in each preferred and non-preferred limb. It was also measured arm circumference and tricipital skinfold to verify hypertrophy presence or absence. The elderly participants were submitted to a non-specific training during 2 weeks (load 50% of 1RM) and following a strength specific training during 12 weeks (loads among 70 and 90% of 1RM). The chosen exercise was "sit unilateral curl" characterized by an elbow flexion. The non-preferred limb was trained and the preferred one was considered within-subject control. By using repeated measures ANOVA, it was obtained the following results: no differences between limbs for arm muscle area; 57% of improvements in 1RM between the first and last evaluation in preferred limb. However, 1RM also improved (38%) on non-trained limb, and this represents an unexpected finding. These results lead to the conclusion that the training protocol used improves muscle strength of elbow flexors on both trained and non-trained contra-lateral limb and such improvements can be explained by neural adaptations and probably by cross-training effects.

UNITERMS: Aging, Sarcopenia; Strength training, Hypertrophy.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARKING, R. **Biology of aging:** observation and principles. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991. 420 p.

BROWN, A.B.; McCARTNEY, N.; SALE, D. G. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 69, n. 5, p. 1725-1733, Nov., 1990.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ester, 1983.

FIATARONE, M. A.; MARKS, E. C.; RYAN, N. D.; MEREDITH, C. N.; LIPSITZ, L. A.; EVANS, W. J. High-intensity strength training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 263, n. 22, p. 3029-3034, Jun., 1990.

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

FRONTERA, W. R.; MEREDITH, C. N.; O'REILLY, K. P.; KNUTTGEN, H. G.; EVANS, W. J. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 64, n. 3, p. 1038-1044, Mar., 1988.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, weight. In: LOHMAN, T. G. et al. (Ed.). **Anthropometric standarzing reference manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988. p. 3-8.

GUIMARÃES NETO, W. M. **Musculação: anabolismo total**. 6. ed. Guarulhos: Phorte, 2002.

HASKELL, W. L. Physical activity and health: need to define the required stimulus. **American Journal of Cardiology**, Belle Mead, v. 55, n. 1, p. 4D-9D, May., 1985.

HOLLMANN, W.; HETTINGER, T. **Medicina de esporte**. São Paulo: Manole, 1989. 678p.

KAUFFMAN, T. L. Strength training effect in young and aged women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 66, n. 4, p. 223-226, Apr., 1985.

LARSSON, L.; GRIMBY, G.; KARLSSON, J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 46, n. 3, p. 451-456, Mar., 1979.

LIEMOHN, W. P. Strength and aging: an exploratory study. **International Journal of Aging and Human Development**, Amityville, v. 6, n. 4, p. 347-357, Apr., 1975.

MAHAN, L. K.; ARLIN, M. T. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 8. ed. São Paulo: Roca, 1995. 957p.

MARCUS, R.; DRINKWATER, B.; DALSKY, G.; DUFEK, J.; RAAB, D.; SLEMENDA, C.; SNOW-HARTER, C. Osteoporosis and exercise in women. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, Hagerstown, v. 24, n. 6, p. S301-S307, Jun., 1992.

MARSH, G. D.; PATERSON, D. H.; THOMPSON, R. T.; CHEUNG, P. K.; MACDERMID, J.; ARNOLD, J. M. O. Metabolic adaptations to endurance training in older individuals. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 18, n. 4, p. 366-378, Dec., 1993.

MORITANI, T.; DeVRIES, H. A. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. **Journal of Gerontology**, Washington, v. 35, n. 5, p. 672-682, Sep., 1980.

NEVES, C. E. B.; SANTOS, E. L. **Avaliação funcional**. Rio de Janeiro: Sprint, 2003.

PERKINS, L. C.; KAISER, H. L. Results of short-term isotonic and isometric exercise programs in persons over sixty. **Physical Therapy Review**, Alexandria, v. 41, n. 1, p. 633-635, Sep., 1961.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. **Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993. 718 p.

POULIN, M. J.; VANDERVOORT, A. A.; PATERSON, D. H.; KRAMER, J. F.; CUNNINGHAM, D. A. Eccentric and

concentric torques of knee and elbow extension in young and older men. **Canadian Journal of Sport Sciences**, Champaign, v. 17, n. 1, p. 3-7, Mar., 1992.

RICE, C. L.; CUNNINGHAM, D. A.; PATERSON, D. H.; DICKINSON, J. R. Strength training alters contractile properties of the triceps brachii in men age 65-78 years. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 66, n. 3, p. 275-280, Mar., 1993.

ROGATTO, G. P.; GOBBI, S. Influência do envelhecimento e do sexo sobre o percentual de gordura corporal. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, 6., 1997, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: Unesp, 1997a. p. 56.

_____. Alterações na composição corporal decorrentes do processo de envelhecimento. In: FÓRUM DE COORDENADORES DE PROJETOS DE EXTENSÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR, 5., 1997, Juiz de Fora. **Caderno de resumos...** Juiz de Fora, 1997b. p. 22.

TZANKOFF, S. P.; NORRIS, A. H. Effect of muscle mass decrease on age related BMR changes. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 43, n. 6, p. 1001-1006, Dec., 1977.

YOUNG, A.; STOKES, M.; CROWE, M. The size and strength of the quadriceps muscles of older and young men. **Clinical Physiology**, Oxford, v. 5, n. 2, p. 145-154, Apr., 1985.

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