

Ganhos de força muscular por adaptação neural em idosas

Muscle strength gain by neural adaptation in elderly women

Guilherme Gomes Côrtes*

Valéria Gomes Côrtes**

Érica Pereira Neto***

Definir as proporcionalidades da perda de força muscular é um fator relevante para a construção de programas de recomposição. O objetivo deste estudo foi verificar os ganhos de força muscular pelo teste de 1 RM, nos diversos segmentos musculares, num grupo de 30 idosas. Os resultados foram significativos ($p < 0,05$); entretanto, os membros inferiores obtiveram maiores escores, 43,50% no Leg press contra 14% no supino, concluindo-se que em grupamentos musculares maiores os ganhos são mais expressivos.

Although most women have enough muscle strength to carry out daily tasks in their lifetime, elderly females usually experiment muscular loss. This study aimed at verifying muscle strength gain through the 1 RM test in various muscular segments in a group of 30 elderly women. Results were significant ($p < 0,05$); however, lower members scored higher – 43.50% in the leg press machine against 14% in the supine position, which led to the conclusion that gains are more expressive in greater muscular groupings

Palavras-chave: Idoso. Adaptação neural. Força muscular.

Key words: Aged women. Neural adaptation. Muscle strength.

1 Introdução

Normalmente as pessoas ficam menos ativas com a idade e, no caso de idosos frágeis, essa tendência é acentuada, tornando-se necessárias políticas voltadas para o incentivo de exercícios físicos e estilo de vida mais ativo para idosos “jovens” e frágeis. O envelhecimento é um processo contínuo, porém pode ser retardado desde que se mantenha um estilo de vida ativo e saudável (BALES; RITCHIE, 2002).

Para idosos muito frágeis, são acentuados os benefícios da atividade física, tais como: aumento da massa muscular, força, resistência cardiovascular, maior densidade óssea, além de maior segurança na sua mobilidade, cuja perda é crítica para a independência funcional. Pode-se ainda acrescentar a esses benefícios a função terapêutica contra artrites, diabetes, doenças vasculares e coronarianas, obesidade e depressão (HEATH; STUART, 2002).

* Mestre. Universidade Estácio de Sá (UNESA). Fundação Estadual do Norte Fluminense (FENORTE). Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos dos Goytacazes (CEFET Campos). CREF 000965-G/RJ. E-mail: guilhermecortes@uol.com.br.

** Especialista. Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos dos Goytacazes (CEFET Campos). CREF 967-G/RJ. E-mail: vcortes03@uol.com.br.

*** Mestranda da Universidade Castelo Branco. CREF 021766-G/RJ. Crefito-2 57163-F. E-mail: ericaneto@gmail.com.

Apesar de a força muscular ser suficiente para manter a maior parte das tarefas do cotidiano por toda vida, perdas constantes são observadas nos idosos, levando-os muitas vezes a ter dificuldades em atividades de fácil execução quando jovens. Sob condições normais, a força é alcançada no seu grau máximo em indivíduos entre 20 e 30 anos, permanecendo relativamente estável ou começando a diminuir nos próximos 20 anos. Após os 60 anos, ocorre uma perda da força de 3% ao ano para homens e 5% para mulheres (WILMORE; COSTILL, 2002). Frontera *et al.* (2000), em estudos longitudinais (12 anos) com pessoas acima de 60 anos, verificaram perdas de 23 a 29,8% na força dos músculos extensores e flexores do joelho nas velocidades angulares de 60°/s e 180°/s, com taxas anuais variando de 2 a 2,5%, respectivamente. Também verificaram decréscimo de 19,4 e 16,4% de força nos extensores e flexores do cotovelo, respectivamente, numa velocidade angular de 60°/s.

Outra alteração dramática com o avanço da idade, em particular com pessoas acima de 65 anos, é a sarcopenia, perda da massa muscular. Essas fibras (tipo II) são substituídas por gordura e tecido conjuntivo e desse modo esta perda seletiva favorecerá a diminuição de força e potência (MARCELL, 2003), e nesse contexto, a associação com perda de força muscular, de autonomia e de independência são incontestes, devendo ser retardadas com exercícios vigorosos, como sugerido por Frontera *et al.* (2000).

Uma das principais causas desse decréscimo, conforme Newton, Häkkinen, McCormick, Volek e Kraemer (2002) é a “desnervação” das fibras musculares tipo II (rápidas), que é mais acentuada que a das fibras tipo I (lentas), com conseqüente atrofia e perdas de potência e força. Essas perdas seletivas agravam os problemas do geronte, pois segundo Frontera *et al.* (2000), o pico de força das fibras rápidas é quatro vezes superior às fibras lentas, levando assim os idosos a perdas funcionais importantes como na velocidade de caminhada, na capacidade de subir escadas ou levantar-se de uma cadeira, na recuperação do equilíbrio após um tropeço, entre outras. O resultado desse processo é uma diminuição no número de unidades motoras e perda de força (ENOKA, 2000).

Häkkinen, Kraemer, Kallinen, Linnamo *et al.* (1996) também encontraram resultados semelhantes em estudos com homens e mulheres mais velhos, nos quais a força máxima do quadríceps medida pela EMG (eletromiografia), durante contrações bilaterais e unilaterais, diminuiu principalmente depois da sexta década de vida, influenciada pela redução da musculatura, com perdas seletivas de fibras rápidas tipo II. Além disso, eles demonstraram uma queda da ativação neural voluntária em ambos os grupos, entretanto, a perda nas mulheres mais velhas foi mais acentuada. Essa redução aconteceu de forma seletiva e diferente nos diversos grupamentos musculares, estando relacionadas à diminuição das atividades diárias. O mesmo aconteceu na força isométrica. Esses achados são confirmados nos estudos de Landers *et al.* (2001), nos quais foram comparadas mulheres jovens com idosas e descobriram que as últimas perdiam mais força relativa ao peso corporal nos membros inferiores e, dessa forma, seriam mais afetadas na sua independência e mobilidade.

Segundo Enoka (2000), as mudanças na força com programas de treinamento de curta duração, nem sempre são acompanhadas por transformações morfológicas nos músculos. Esse autor afirma que “é possível obter um aumento de força sem a adaptação no músculo, mas não sem uma adaptação no sistema nervoso”. Fiatarone (2002) e Hákkinen *et al.* (2001), entre outros, confirmam em seus estudos os ganhos iniciais de força pela adaptação neural.

Conforme Enoka (2000), outras evidências da adaptação neural são o déficit bilateral e a sincronização das unidades motoras, respectivamente. O déficit bilateral se caracteriza pela menor força, quando essa é exercida com ambos os membros em comparação com apenas um dos membros. Uma das razões para esse déficit é o aumento da coativação, entretanto, o declínio da força na contração bilateral é atenuado com o treinamento e a adaptação do sistema nervoso. Outra importante adaptação do sistema nervoso é a sincronização das unidades motoras que caracteriza-se pela coincidência temporal dos potenciais de ação de diferentes unidades, aumentando desta forma a quantidade de fibras ou unidades motoras na contração muscular. Essa coincidência temporal de potenciais de ação é facilitada pelas adaptações neurais em início de treinamento.

Pode-se, assim, afirmar que, em programas de alta intensidade para idosos, o ganho inicial de força é devido principalmente a fatores neurais e isso tem grande importância em treinamentos para a melhoria da capacidade funcional e mobilidade de pessoas acima dos 60 anos. Fiatarone *et al.* (1990) e Hakkinen *et al.* (2001) demonstraram esses ganhos com oito semanas de treinamento para pessoas com mais de 90 anos.

Há várias pesquisas para avaliar a força muscular conquistada por adaptação neural, todavia a maior parte dos achados se concentra em apenas um músculo ou grupamento muscular. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi verificar os ganhos de força muscular nos diversos segmentos musculares em 12 (doze) semanas de treinamento contra-resistência em 30 (trinta) mulheres idosas.

2 Metodologia

O tipo de pesquisa desse estudo é descritivo e quase experimental, com interferência nas variáveis dependentes, força muscular, demonstrando a mudança ocorrida durante a intervenção, numa situação de causa e efeito (THOMAS; NELSON, 2002). Quanto ao tratamento estatístico, foi utilizado o método da estatística descritiva no sentido de caracterizar o universo da amostra. Para responder às questões do estudo, utilizou-se como estatística de inferência o teste t de Student, com nível de significância de $p < 0,05$, ou seja, 95% de chance de se notar uma afirmativa e/ou negativa observada no presente estudo.

A seleção por amostragem intencional (MARTINS, 2001) contou com um grupo de 30 idosas, com idades compreendidas entre 60 e 79 anos. Partes dos

componentes são praticantes de atividade física, hidroginástica no CEFET Campos e no “Clube da Terceira Idade”, localizado nos bairros Parque Dom Bosco e Tamandaré, respectivamente, na cidade de Campos dos Goytacazes.

Não foi aceita nenhuma pessoa com qualquer tipo de patologia que pudesse comprometer ou que se tornasse um fator de impedimento para a prática de atividades com pesos (musculação), ou, ainda, com quaisquer condições musculoesqueléticas que pudessem ser limitantes à prática da atividade física (osteoartrites, artrose, fraturas recentes, tendinites e problemas articulares dolorosos). Também não foram aceitos indivíduos que apresentassem doenças como: hipertensão arterial em grau 3 e 4, dores musculares e/ou articulares contínuas, cardiopatias, ou que estivessem fazendo uso de medicamentos ou drogas que pudessem afetar o rendimento, além de idosos que não fazem acompanhamento e/ou avaliação médica.

Para a operacionalização da pesquisa, foram feitas avaliações de 1RM nos exercícios e/ou aparelhos de musculação leg press 45° e extensão e flexão de pernas, supino, puley alto para rosca tríceps e puley baixo para rosca bíceps, pertencentes ao campus da Universidade Estácio de Sá, na cidade de Campos dos Goytacazes, RJ.

Os aparelhos utilizados no treinamento são, obrigatoriamente, os mesmos para testes de uma repetição máxima (1RM). O movimento é dinâmico e concêntrico. O protocolo da biomecânica dos movimentos utilizado nos exercícios foi o mesmo dos testes pré e pós-treinamento.

Para os testes de RM, foi feita uma familiarização dos exercícios para eliminar distorções devido à falta de experiência das pessoas envolvidas no estudo (PLOUTZ-SNYDER; GIAMIS, 2001). A familiarização foi de uma semana e uma sessão com o propósito de eliminar ao máximo a interferência de outras variáveis e assegurar que a força tenha sido avaliada sem interferência. Foram testados 2 grupamentos musculares -um exercício de membros superiores e outro de membros inferiores- por dia, com um intervalo de 24 horas para novo teste. Para aferir a RM, foram realizados um mínimo de 3 e um máximo de 5 repetições antes da falha concêntrica e para evitar que a fadiga do músculo interfira na habilidade (SCHLICHT *et al.*, 2001).

Os movimentos dos exercícios foram os seguintes:

- Leg Press 45° - partindo da posição de 180° (pernas estendidas), os pés a uma distância aproximada igual àquela dos ombros, flexionar as pernas até a posição de 90° com as coxas e retornar à posição inicial;

- Extensão de pernas – o indivíduo sentado no aparelho, partindo da posição inicial de 90° de flexão das pernas com as coxas, estendê-las completamente até 180° e retornar à posição inicial;

- Flexão de pernas – em decúbito dorsal, rolo do aparelho apoiado na parte distal posterior das pernas, partindo da posição inicial de 180° (pernas estendidas), flexionar até 90° (entre a perna e a coxa) e retornar ao ponto inicial;

- Supino – a posição dos braços e a empunhadura ficam na distância dos ombros. Foi feita uma extensão máxima dos braços retornando à posição inicial;

- Rosca bíceps – o teste foi feito no puley baixo com os indivíduos deitados na posição decúbito dorsal, com as pernas levemente fletidas, pés apoiados no aparelho e quadril encaixado, braços estendidos em posição anatômica e as mãos supinadas segurando a barra numa distância aproximada àquela dos ombros. O exercício consistiu em executar uma flexão total dos braços sobre o tórax e voltar à posição inicial;

- Rosca tríceps – o teste foi feito no puley alto e na posição ereta. Posição inicial dos braços 180° (braços estendidos) com as mãos segurando a barra em pronação. A barra foi levada até a altura do peito e retornada à posição inicial.

Após os testes de 1RM pré-treinamento, os exercícios foram prescritos da seguinte forma: durante as 12 semanas ou 24 sessões, o treinamento para todos os participantes da amostra, constou de exercícios nos aparelhos de musculação utilizados nos testes numa sala climatizada e temperatura regulada para 22° C, com 2 (duas) sessões semanais com intervalo mínimo de 48 horas, três séries (intervalo de 2 a 3 minutos entre as séries) de 8 repetições com intensidade igual a 60% de 1RM nas primeiras 4 sessões de treinamento, de acordo com a recomendação do ACSM (2000), passando a seguir para 75% a 85% da RM pré-treinamento. A velocidade de execução foi moderada e a critério da praticante, sendo esta instruída a procurar o ritmo mais confortável possível.

Os exercícios foram alternados por segmento corporal, seguindo a ordem de extensão de pernas, supino, leg press 45°, rosca bíceps, flexão de pernas e rosca tríceps. Cada sessão de musculação foi precedida de um aquecimento de 8 minutos nos segmentos corporais envolvidos e um alongamento de aproximadamente 5 minutos ao final, tendo duração total dos exercícios de 30 a 40 minutos no máximo. Foi aplicada uma sobrecarga progressiva de 5% para adaptar o estímulo a 8 RM em cada exercício no decorrer do treinamento (FLECK; KRAEMER, 1999). Após a 12ª semana de treinamento, foi feito outro teste (pós) de 1RM para avaliar os ganhos neurais de força muscular.

Todas as participantes foram voluntárias, concordaram em assinar o Termo de Participação Consentida e tiveram uma ficha individual para registrar todo o treinamento e cargas. O presente trabalho atende às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996.

3 Resultados e discussão

Apresenta-se os resultados descritivos do grupo, quanto às características físicas da idade, do índice de massa corporal (IMC) e do percentual de gordura pelo protocolo de Baumgartner *et al.* (1998) (%G). Na tabela abaixo, são apresentados os resultados descritivos do GTF quanto às variáveis idades, IMC e %G.

Tabela 1
Características do GTF (n = 30) nas idades, IMC e %G

Idade			IMC			% G		
média	variância	desvio	média	variância	desvio	média	variância	desvio
68	30	6	27,66	28,09	5,30	39,21	29,84	5,46

Analisando a Tabela 1, observou-se que o grupo estudado apresentou a média de idade de 68 anos, que está dentro da faixa etária do idoso. O IMC médio de 27,66 kg/m² apresentado pelo grupo está na classificação de sobrepeso da OMS. A média do percentual de gordura (%G) de 39,21 aponta uma classificação limite para a obesidade mórbida, segundo o ACSM (2000).

Está claro que o treinamento contra resistência produz hipertrofia e força em pessoas mais velhas, contudo os efeitos desse treinamento na composição corporal não foram totalmente explicados. Nos estudos de Newton *et al.* (2002) com pessoas mais velhas (61-4 anos), as medidas antropométricas permaneceram inalteradas e o percentual de gordura estatisticamente insignificante para um treinamento contra resistência de três sessões por semana, durante 10 semanas. Nesta pesquisa, o protocolo utilizado é curto e sem sustentação teórica para estudos na composição corporal.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados do grupo quanto aos índices de força máxima medidos através do teste de 1RM em kg e o percentual relativo, antes de começar o treinamento (pré-teste) e após 12 semanas de treinamento (pós-teste).

Tabela 2
Avaliação da força máxima em kg do GTF (n = 30) 1RM pré e pós-teste

Extensão pernas		Supino		Leg press	
Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
28,27	39,20	50,33	57,40	109,83	157,60
Bíceps		Flexão de pernas		Tríceps	
Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
8,37	9,47	23,07	29,03	11,60	13,27
Ganhos percentuais					
Extensão perna (%)		Supino (%)		Leg press (%)	
pré/pós		pré/pós		pré/pós	
38,70		14,00		43,50	
Bíceps (%)		Flexão perna (%)		Tríceps (%)	
pré/pós		pré/pós		pré/pós	
13,10		25,90		14,40	

Extensora = cadeira extensora; Supino = supino reto; Leg press 45°; Bíceps = rosca bíceps no pulley baixo; Flexão pernas = flexão de pernas em decúbito ventral no aparelho e Tríceps = rosca tríceps no pulley baixo. Médias em Kg.

Nos testes, os ganhos de força foram expressivos, entretanto, os maiores percentuais dos membros inferiores são relevantes quando se considera que o idoso adquire autonomia para se mover com independência. Foi utilizado o teste t para observações pareadas com resultados significativos (p<0,05) na eficiência do ganho de força em todos os exercícios.

Os idosos acima dos 60 anos perdem muito de sua capacidade funcional devido à perda da massa muscular em particular as fibras do tipo II (FRONTERA *et al.*, 2000; HÄKKINEN *et al.* 1996) e desse modo esta perda seletiva favorecerá a diminuição de força e potência (MARCELL, 2003), e devido a essa perda e outras reduções que acompanham a senilidade, observam-se efeitos negativos tais como: respostas reflexas diminuídas com perda da velocidade de reações (perda de potência), instabilidade e controle postural diminuído, decréscimo do controle da força submáxima e capacidades manipulativas diminuídas (ENOKA, 2000). Todavia, as mulheres são mais afetadas, pois os declínios funcionais já podem ser percebidos de forma mais acentuada no período da menopausa, que começa aproximadamente aos 50 anos de idade (CRAIG, 2002).

Nos músculos da perna, por exemplo, a maior perda se dá na faixa acima dos 60 anos de idade, contudo, o treinamento de força reduz substancialmente essa perda, mesmo que as comparações sejam feitas entre pessoas ativas, ou seja, as que fazem trabalhos de força em relação àquelas que não o fazem (WILMORE; COSTILL, 2002). Na atual pesquisa e de acordo com os resultados encontrados, os ganhos de 36,03%, na média num trabalho de 12 semanas para membros inferiores, confirmam estes autores.

Em treinamento de 21 semanas, Häkkinen *et al.* (2001) avaliaram o efeito da força no quadríceps e nos músculos que o compõem em mulheres mais velhas com idade média de 64 anos. Foram 2 sessões por semana, com três séries de 8 a 10 repetições nos exercícios de leg press, extensão bilateral e unilateral, variando as cargas e as repetições progressivamente de acordo com o condicionamento individual. Foi testada 1RM da força nos extensores da perna (quadríceps femural) e o aumento da taxa, após o treinamento, foi de 29%. No presente estudo, com protocolo idêntico, os achados para esses mesmos músculos no exercício de extensão de pernas e leg press foi de 38,70% e 43,50%, respectivamente, e significativos (para $p < 0,05$), conforme resultados estatísticos. Em outras pesquisas (SCHLICHT *et al.*, 2001; SCHOT *et al.*, 2003), os resultados também foram expressivos.

Newton *et al.* (2002) verificaram os efeitos de um programa de treinamento contra resistência no período de 10 semanas. Nesse programa, foi manipulada, entre outras variáveis, a força máxima. Os sujeitos mais velhos envolvidos na pesquisa tinham idades variando de 61-4 anos. O programa de treinamento consistiu em três sessões por semana, durante o período. Para ganhos de força, foi usada uma alta intensidade de treinamento com 3 a 5 repetições de RM. Os resultados e as conclusões indicam que na força isométrica, em exercício de agachamento, os ganhos pós-treinamento foram de 40% para idosos e aumento significativo da iEMG do quadríceps.

No estudo de Stadler *et al.* (1996), os valores encontrados de 28,5% e 27% para 2 a 3 sessões por semana foram similares, não indicando a necessidade de mais dias na semana. No estudo de Geraldles (2000), por exemplo, com um grupo de mulheres idosas, os ganhos de força máxima de até 36%, aproximadamente, foram significativos. O treinamento contra resistência empregou um programa de três séries (3x8 a 10

repetições de 1RM), três vezes por semana, durante doze semanas. Todavia, na presente pesquisa, com duas vezes na semana e com o treinamento de 3x8 a 10 repetições de 1RM, os resultados foram superiores caso se considere a maior média do exercício leg press (músculo quadríceps) de 43,50%. Este estudo corrobora Stadler *et al.* (1996) visto que a diferença, nas sessões por semana, é pouco significativa.

Esses dados podem explicar os resultados positivos aqui encontrados com um treinamento de força de apenas 2 dias na semana, pois os sujeitos participantes deste estudo obtiveram um aumento médio dos níveis da força máxima, variando de 13,10% a 14,40% de RM para membros superiores e de 25,90% a 43,50% de RM para os membros inferiores. Em conformidade com o presente estudo, Evans (1999), Porter *et al.* (2002) e Stadler *et al.* (1996) também demonstraram resultados positivos para um treinamento de força com frequência de apenas 2 dias na semana. Outras pesquisas mostram que incrementos de força com programas de alta intensidade podem chegar a melhoras de 135% até 227% de 1RM (EVANS, 1999; FIATARONE, 2002).

As sugestões do percentual da carga de trabalho em treinamentos de força na faixa de 60 a 85% de 1RM com as repetições entre 6 a 14 por exercício (WILLOUGHBY, 2003) estão em conformidade com outros estudos (GERALDES, 2000; KRAEMER *et al.*, 1997; PORTER *et al.*, 2002; STADLER *et al.*, 1996). Em todas elas, os ganhos da força máxima foram significativos. Em conformidade com essas pesquisas, neste estudo, a intensidade da carga utilizada assim como as repetições foram de 75 a 85% de 1RM e 8 repetições, portanto, dentro dessa faixa percentual e intensidade.

Outros estudos, como os de Frontera *et al.* (2000), também encontraram resultados expressivos de até 200% com 3 séries de 8 repetições, três sessões por semana e 80% de 1RM.

4 Conclusão

Conforme os resultados encontrados nessa pesquisa, conclui-se que os ganhos de força por adaptação neural foram significativos, entretanto esses ganhos não foram similares em todos os grupamentos musculares, pois os músculos dos membros inferiores envolvidos no treinamento tiveram um acréscimo de força maior do que os membros superiores o que era previsível em virtude da massa muscular envolvida ser maior para aqueles.

5 Referências

- ACSM. *Teste de Esforço e Prescrição de Exercício*. 5. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
- BALES, Connie; RITCHIE, Christine. Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly. *Annual Review of Nutrition*, v. 22, p. 309-324, Palo Alto, 2002.

- BAUMGARTNER; KOEHLER, K.; GALLAGHER, D. *Epidemiology of sarcopenia among the elderly in new mexico. Am J Epidemiol*, v. 147, p. 755-763, 1998.
- CRAIG, B. W. Resistance Training and Bone Growth in the Elderly. *National Strength and Conditioning Association*, v. 24, n. 3, p. 63-64, jun. 2002.
- ENOKA, Roger M. *Bases Neuromecânicas da Cinesiologia*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.
- EVANS, W. J. Exercise training guidelines for the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 31, n. 1, p. 12-17, 1999.
- FIATARONE, M. A. *et al.* High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA*, v. 263, n. 22, p. 3029-3034, 1990.
- FIATARONE, Maria Antionette. Exercise comes of age: Rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *The Journals of Gerontology. Series A: Biological sciences and medical science*, v. 57 A, n. 5, p. 262-283, Washington, 2002.
- FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- FRONTERA, W. R. *et al.* Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *Journal of Applied Physiology*, v. 88, Issue 4, 1321-1326, apr. 2000.
- FRONTERA, W. R. *et al.* Skeletal muscle fiber quality in older men and women. *Journal of Applied Physiology*, v. 279, n. 3, p. C611-C618, sep. 2000.
- GERALDES, A. A. R. *Efeitos do treinamento contra resistência sobre a força muscular e o desempenho de habilidades funcionais selecionadas em mulheres*. Rio de Janeiro, 2000. Dissertação de Mestrado. Universidade Castelo Branco, 214 p.
- HÄKKINEN, K. *et al.* Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of Applied Physiology*, v. 91, Issue 2, 569-580, aug. 2001.
- HÄKKINEN, Keijo *et al.* Bilateral and unilateral neuromuscular function and muscle cross-sectional area in middle-aged and elderly men and women. *The Journal of Gerontology: Series A: Biological science and medical science*, v. 51, p. B21-30, Washington, Jan. 1996.
- HEATH, John M.; STUART, Marian R. *Prescribing Exercise for Frail Elders*. American Board of Family Practice, v. 15, n. 3, p. 218-228, 2002.
- KRAEMER, J. B. *et al.* Effects of single vs. multiple sets of weight training: impact of volume, intensity, and variation. *Journal strength and conditioning research*, v. 11, n. 3, p. 143-147, 1997.
- LANDERS, L. A. *et al.* The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *The Journal of Gerontology. Series A: Biological science and medical science*, v. 56A, n. 10, p. B443-449, Washington, 2001.
- MARCELL, Taylor J. Sarcopenia: Causes, consequences, and preventions. *The Journals of Gerontology*, v. 58A, n. 10, p. 911, Washington, 2003.

- MARTINS, Gilberto de Andrade. *Estatística Geral e Aplicada*. São Paulo: Atlas, 2001.
- NEWTON, Robert U. *et al.* Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Journal of the American College of Sports Medicine: medicine and science in sports and exercise*, 2002.
- PLOUTZ-SNYDER, L. L.; GIAMIS E. L. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 15, n. 4, p. 519-523. New York, 2001.
- PORTER, M. M. *et. al.* Effects of long-term resistance training and detraining on strength and physical activity in older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, v. 10, p. 260-270, 2002.
- SCHLICHT, Jeffrey; CAMAIONE, David N.; OWEN, Steven V. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *The Journals of Gerontology*, v. 56 A, p. M281-287, Washington, 2001.
- SCHOT, Phillip K. *et al.* Leigh A. Sit-to-stand performance of older adults following strength training. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 74, n. 1, p. 1-8, Washington, 2003.
- STADLER, L. V.; STUBBS, N. B.; VUKOVICH, M. D. A comparison of a 2-day and 3-day per week resistance training program on strength gains in older adults (Abstract). *Medicine and Science in Sports and Exercise - Supplement*, v. 29, n. 5, p. S254, 1996.
- THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K. *Métodos de pesquisa em atividade física*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- WILLOUGHBY, Darryn S. Resistance Training in the Older Adult. *ACSM – Fit Society*, p. 8-9, 2003.
- WILMORE, Jack H; COSTILL, David L. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2002.