

**ARTIGO
DE REVISÃO****Benefícios do treinamento com pesos para aptidão física de idosos****Strength training benefits on the physical fitness of elderly individuals**Raphael Mendes Ritti Dias^{1,2}, André Luiz Demantova Gurjão^{2,3}, Maria de Fátima Nunes Marucci⁴**RESUMO**

O objetivo desta revisão é elucidar os benefícios do treinamento com pesos (TP) sobre quatro componentes da aptidão física (AF) fundamentais para a qualidade de vida de idosos: força, flexibilidade, equilíbrio e resistência aeróbia. Foi realizada pesquisa bibliográfica nas bases de dados PUBMED e LILACS. Foram selecionados estudos que incluía no título os descritores: strength training, resistance training, strength, balance, flexibility, power, aerobic, older e elderly. Modificações na força muscular são observadas após poucas semanas de TP. Essa melhoria pode auxiliar não só na independência dos idosos, mas também na diminuição da incidência de quedas. Além disso, a prática sistematizada do TP promove melhoria na flexibilidade e na resistência aeróbia de idosos. As modificações no equilíbrio, após programas de TP, ainda não estão bem esclarecidas na literatura. Desta forma, o TP consiste numa importante ferramenta para a melhoria da AF de idosos, haja vista que promove adaptações na força muscular, flexibilidade e na resistência aeróbia.

PALAVRAS-CHAVE

envelhecimento, treinamento resistido, treinamento de força, equilíbrio, flexibilidade, resistência aeróbia

ABSTRACT

The objective of this review is to assess the benefits of strength training (ST) over four very important components of physical fitness (PF) of the elderly: strength, flexibility, balance and aerobic resistance. A literature search was carried out through PUBMED and LILACS. Articles which included the following words in their titles were selected: strength training, resistance training, strength, balance, flexibility, power, aerobic, older, and elderly. Strength modifications can be observed after a few weeks of ST. This improvement can help the elderly not only by providing independence, but also by reducing the incidence of falls. Moreover, the systematic practice of ST by the elderly promotes better flexibility and aerobic resistance. Balance modifications after ST programs have not been well established in the literature. Thus, ST is an important resource for the improvement of PF in the elderly, as it promotes adaptations in muscular strength, flexibility and aerobic resistance.

KEY-WORDS

aging, resistance training, strength training, balance, flexibility, aerobic power

Recebido em 21 de Novembro de 2005, aceito em 13 de Junho de 2006

¹Aluno do programa de pós-graduação em Saúde Pública - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. Bolsista CAPES.

²Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo Nutrição e Exercício, Universidade Estadual de Londrina.

³Aluno do programa de pós-graduação em Biodinâmica do Movimento Humano Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP. Bolsista CNPq.

⁴Docente do Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência:

Raphael Mendes Ritti Dias

Av. Eng. Heitor Antônio Eiras Garcia, 79. Apt 44b

Butantã, São Paulo – SP

Cep- 05588-000

E-mail: rdias@usp.br

Introdução

Nos últimos anos, o número de idosos cresceu significativamente, atingindo nos dias atuais, um contingente nunca visto. Segundo dados do Fundo das Nações Unidas para a População¹, em 1950, havia cerca de 204 milhões de idosos no mundo. Em 1998, quase cinco décadas depois, este número já alcançava 579 milhões de pessoas. As estimativas do número de pessoas idosas para 2050, aponta um contingente de, aproximadamente, 1,9 bilhões de pessoas.

Estimativas do Fundo das Nações Unidas para a População¹ mostram que, em 2050, a expectativa de vida nos países desenvolvidos será de aproximadamente 87,5 anos para os homens e 92,5 anos para as mulheres (contra 70,6 e 78,4 anos em 1998), enquanto que, nos países em desenvolvimento, será de 82 anos para homens e 86 anos para mulheres, ou seja, 21 anos a mais do que hoje, que é de 62,1 e 65,2 anos, respectivamente.

Informações do Ministério da Saúde² sugerem que, em 2025, o Brasil será o 6º país com maior número de pessoas idosas do mundo. Acredita-se que, até 2020, a população de idosos no país aumentará aproximadamente 175%, que corresponde, em números absolutos, a uma população de aproximadamente 28 milhões de pessoas.

As causas do aumento da proporção de idosos no mundo é multifatorial. Todavia, destaca-se, principalmente, a diminuição na taxa de fecundidade³, resultado das alterações sociais ocorridas a partir da década de 60 que afetaram o emprego, educação e o casamento das mulheres, e promoveu profundas alterações na pirâmide demográfica.

Embora o crescimento da população idosa mundial seja um importante indicativo da melhoria da qualidade de vida, é bem conhecido que o processo de envelhecimento está atrelado a perdas importantes em inúmeras capacidades físicas, as quais culminam, inevitavelmente, no declínio da capacidade funcional e da independência do idoso⁴.

Todavia, grande parte desses prejuízos está associada à redução no tamanho e/ou no número de fibras musculares, ou seja, a sarcopenia⁵. Em estudo longitudinal realizado por Hughes *et al*⁶, foi verificado que o processo de envelhecimento resulta na redução de aproximadamente 2% da massa livre de gordura por década, simultaneamente com o aumento de 7,5% da massa gorda.

O American College of Sports Medicine (ACSM)⁷ afirma que a sarcopenia é o principal fator responsável pela redução da capacidade funcional do idoso, pois ocasiona diminuições na força muscular, no equilíbrio, na flexibilidade e na resistência aeróbia. Estas alterações, por sua vez, dificultam a realização de tarefas simples presentes no cotidiano dos idosos, tais como caminhar, subir escadas e carregar pequenos objetos.

Estudo realizado por Baumgartner *et al*⁸ confirma essas informações. Os resultados desse estudo indicaram, na população do Novo México, prevalência de sarcopenia na ordem de 13-24% nas pessoas com menos de 70 anos e 50% naqueles com mais de 80 anos de idade. Além disso, os autores verificaram que a sarcopenia foi associada com redução, de três a quatro vezes, da capacidade funcional, independente da idade, sexo, raça, nível sócio-econômico, doenças crônicas e hábitos de saúde.

Os benefícios do treinamento com pesos para idosos

O crescimento da população de idosos em todo mundo despertou a atenção dos profissionais da saúde para a elaboração de estratégias que possam contribuir, sobretudo, na prevenção e redução da sarcopenia.

Uma das formas de intervenção que tem demonstrado grande eficiência na manutenção e aumento da massa muscular, e, conseqüentemente, na melhoria da aptidão física (AF) e independência de idosos, é a prática do treinamento com pesos (TP). Segundo os posicionamentos do ACSM^{7,9}, a prática sistemática de TP em idosos, pode promover aumento da força, da massa muscular e da flexibilidade.

Segundo Hunter *et al*¹⁰, se apenas uma forma de exercício tiver que ser escolhida para promover melhoria na capacidade funcional de idosos, o TP parece a melhor opção, se comparada aos exercícios aeróbios. Essa opção se fundamenta na observação de que as principais atividades cotidianas, presentes na vida de idosos, envolvem capacidades que são aprimoradas durante a prática do TP.

Contudo, vale ressaltar que as adaptações promovidas por qualquer tipo de treinamento estão estreitamente relacionadas ao modelo de treinamento específico realizado. Dessa forma, quando o treinamento é realizado com alta intensidade e intervalos de descanso de 60-90 segundos, são observadas principalmente, modificações na força e massa muscular. Por outro lado, um programa de TP com grande volume e curtos períodos de descanso, resulta em diminuição da gordura corporal⁹.

Sendo assim, os objetivos de um programa de TP, específico para idosos, devem estar voltados, sobretudo, para a melhoria da AF e da qualidade de vida, ou seja, estruturados de modo a promover melhorias na independência e capacidade funcional dos idosos.

Tendo em vista esses aspectos, serão abordadas neste estudo, as respostas adaptativas obtidas através da prática sistematizada do TP em quatro capacidades físicas fundamentais para a qualidade de vida de idosos: força, flexibilidade, equilíbrio e capacidade aeróbia.

Materiais e métodos

Foi realizada pesquisa bibliográfica nas bases de dados PUBMED e LILACS. Para a localização dos estudos, foram utilizados os seguintes descritores: “*strength training*”, “*resistance training*”, “*strength*”, “*balance*”, “*flexibility*”, “*power*”, “*aerobic*”, “*older*” e “*elderly*”. Foram selecionados apenas os estudos que realizaram processo de intervenção por meio de TP e verificaram as respostas na força, flexibilidade, equilíbrio ou resistência aeróbia. Devido ao grande número de estudos que abordaram as modificações na força, foram incluídos, aleatoriamente, cinco estudos sobre este tema. Nos estudos que abordaram as capacidades: flexibilidade, equilíbrio e resistência aeróbia, foram incluídos todos os estudos encontrados. A partir disso, foi realizada busca nas bibliotecas da cidade de São Paulo e na base de periódicos eletrônicos “SIBI” para a aquisição dos estudos na íntegra. Os estudos, cujos documentos completos não puderam ser obtidos, foram excluídos.

Força muscular

A força muscular pode ser definida como a capacidade do músculo esquelético de gerar tensão, enquanto a potência é o resultado do produto da força x velocidade. Estas duas capacidades se manifestam na maioria das tarefas cotidianas dos idosos, e, conseqüentemente, são primordiais para a independência e qualidade de vida dos idosos¹¹. Além disso, a falta de força muscular na população idosa parece ser o principal fator responsável pelas quedas em idosos¹².

A força e a potência muscular são extremamente afetadas com o envelhecimento, podendo sofrer redução de 60% em 50 anos. Frontera *et al*¹³ observaram, em idosos, por meio de estudo longitudinal, declínio anual da força entre 2,0 a 2,5%, para membros inferiores. Da mesma forma, Harries e Bassey¹⁴ observaram redução de 15% por década na força muscular durante a sexta e a sétima década de vida, e declínio mais acentuado, cerca de 30%, em idades mais avançadas.

As causas da redução na força e potência muscular com o envelhecimento não estão atreladas apenas à diminuição da massa muscular. Outros aspectos, como os neurais e os ambientais, por exemplo, também apresentam grande influência neste processo. Segundo Porter *et al*¹⁵, os mecanismos envolvidos com a redução da força no envelhecimento podem ser divididos em três grandes grupos: 1- musculares: atrofia muscular, alteração da contractilidade muscular ou do nível enzimático; 2-neurológicos: diminuição do número de unidades motoras, mudanças no sistema nervoso ou alterações endócrinas; e 3- ambientais: nível de atividade física, má nutrição ou presença de doenças.

Após curtos períodos de TP, modificações significantes na força muscular são observadas em crianças, adultos e idosos^{16,17,18}. Essas alterações podem ser atribuídas principalmente às adaptações neurais, ou seja, maior ativação muscular, melhor recrutamento das fibras musculares, maior frequência de disparos das unidades motoras e diminuição da co-ativação dos músculos antagonistas ao movimento¹⁹. Campbell *et al*²⁰ avaliaram a evolução da força muscular em 12 idosos (oito homens e quatro mulheres), no grupo etário de 56 a 80 anos. Após 12 semanas de TP, aumentos significantes da força muscular foram verificados nos exercícios supino (30%), flexão de pernas (92%), remada baixa (24%), extensão de perna direita e esquerda (64% e 65%, respectivamente).

Hakkinen *et al*²¹ verificaram, após 12 semanas de TP unilateral ou bi-lateral, em homens e mulheres com mais de 70 anos, aumentos significantes na força máxima, mensurada por meio do teste de uma repetição máxima (1-RM).

Estes resultados também foram observados por Barbosa *et al*¹⁸, que após submeterem um grupo de 11 mulheres idosas a 10 semanas de TP, verificaram aumentos significantes na força muscular (25,9% e 49,1%, para tríceps e panturrilha, respectivamente) e na força de preensão manual de ambas as mãos (3% a 17%).

Buscando relacionar as modificações da força muscular com a independência de idosos, Brandon *et al*²² submeteram 43 indivíduos, com média de idade de 72 anos, a 16 semanas de TP. Os resultados indicaram aumento de 51,7% na força máxima de membros infe-

riores, concomitantemente, com melhorias significantes nas tarefas de levantar da cadeira, caminhar e retornar à posição inicial e na tarefa de levantar do chão a partir da posição sentada.

Da mesma forma, Cavani *et al*²³ investigaram o efeito de seis semanas de treinamento com pesos de intensidade moderada (uma série de 12-15 repetições máximas), combinada a exercícios de alongamento em 15 idosos. Os autores encontraram melhorias significantes na resistência muscular e no desempenho no teste de sentar e levantar da cadeira.

Flexibilidade

A flexibilidade consiste na capacidade de amplitude de uma ou múltiplas articulações em realizar tarefas específicas⁷. Brown e Miller²⁴ observaram, em 304 mulheres com idade entre 20 e 70 anos, redução progressiva na flexibilidade de quadril, na ordem de 23%.

Estes resultados são relevantes à medida em que o desempenho desta capacidade apresenta relação com a realização de tarefas diárias de idosos. Exemplo disso são os achados de Badley *et al*²⁵, que observaram em 95 indivíduos com idade entre 28 e 84 anos, a relação entre a flexibilidade de diferentes movimentos com a realização de tarefas diárias. Os resultados indicaram que a habilidade de deslocamento correlacionava-se, de forma significativa, com o movimento de extensão do joelho; a habilidade de curvar-se para o chão apresentava correlação com a flexão de quadril; e as habilidades que requeriam o uso de mãos e braços correlacionavam-se com os movimentos de extensão de membros superiores.

A amplitude dos movimentos das articulações está relacionada a modificações morfológicas nos músculos, ossos, estruturas e funções do tecido conjuntivo²⁶. De acordo com Magnusson²⁷, a redução na amplitude dos movimentos, com o avançar da idade, pode estar às alterações mecânicas e bioquímicas na cartilagem, ligamentos e tendões das articulações (compostas de tecido conjuntivo não elástico).

Barbosa *et al*²⁸ realizaram estudo com 1656 idosos da cidade de São Paulo, com o objetivo de verificar a influência da idade sobre a força e flexibilidade. Os indivíduos foram distribuídos em três grupos: 60-69 anos, 70-79 anos e \geq de 80 anos. Os resultados indicaram que quanto maior a idade, menor a força e flexibilidade dos idosos.

Além da idade, o gênero e o nível de atividade física são fatores que influenciam diretamente na flexibilidade. Indivíduos com maior nível de atividade física apresentam maior amplitude de movimento²⁹. Com relação ao gênero, a maioria dos estudos indica que as mulheres apresentam maiores níveis de flexibilidade quando comparadas aos homens^{30,31}.

Girouard e Hurley³² realizaram estudo com 31 pessoas idosas, com idade entre 50 e 74 anos, distribuídas em três grupos. O primeiro grupo, com 14 indivíduos, participou de programa de TP, três vezes por semana, durante 10 semanas, composto por aquecimento em bicicleta ergométrica e 10 minutos de alongamentos estáticos, antes e depois do TP. O segundo grupo, com 10 indivíduos, treinou apenas exercícios de flexibilidade pelo mesmo período, com a re-

alização de alongamentos estáticos, com 30 segundos de duração por série. O terceiro grupo, com 7 indivíduos, não realizou nenhum tipo de treinamento. Para mensuração da flexibilidade foi utilizada a goniômetro. Os resultados indicaram aumento significativo na flexão e abdução do ombro no primeiro grupo, após o período de treinamento. De forma semelhante, o segundo grupo apresentou incremento da flexibilidade nos movimentos de abdução de ombro e flexão de quadril; contudo, uma diferença a favor do segundo grupo foi encontrada somente no movimento de abdução do ombro.

Barbosa *et al*³³ verificaram após 10 semanas de TP, aumentos da flexibilidade no teste de sentar-e-alcançar (9% a 21%), em mulheres idosas, sem que tenha ocorrido a realização de exercícios de alongamento no programa de treinamento. Segundo os autores, o principal mecanismo responsável pelo aumento da flexibilidade com o TP está relacionado à diminuição da rigidez do músculo e da fáscia. Além disso, Cyrino *et al*³⁴ relatam que o aumento da flexibilidade, após um programa de TP, ocorre mais acentuadamente em indivíduos com baixo nível de treinamento. Assim, em indivíduos sedentários, a prática do TP é uma importante ferramenta para a melhoria da flexibilidade.

Equilíbrio

O equilíbrio consiste na capacidade de manter a postura estável, tanto parado como em movimento. Com o envelhecimento, ocorre a diminuição progressiva do equilíbrio, que está diretamente relacionada com a elevada incidência de quedas observada na população idosa³⁵.

Segundo Hobeika³⁶, 65% dos indivíduos com mais de 60 anos sofrem freqüentemente alguma sensação de tontura ou perda de equilíbrio e todos os indivíduos nesta idade apresentam alguma forma de desequilíbrio.

A perda do equilíbrio é resultado de uma degradação funcional generalizada. Inicialmente, os desequilíbrios são esporádicos e se manifestam quando os reflexos não conseguem atender às modificações do meio ambiente, por exemplo, uma superfície escorregadia. Nos períodos mais avançados dos processos de degradação dos sistemas neural, sensorial e músculo esquelético, os desequilíbrios ocorrem freqüentemente durante atividades cotidianas. Nesta fase, a realização de atividades diárias independentes torna-se difícil e a probabilidade de queda aumenta acentuadamente³⁶.

A análise do equilíbrio estático consiste em importante ferramenta capaz de identificar as limitações no controle dos movimentos, além de ser útil na determinação do risco de quedas de idosos³⁷. Cornillon *et al*³⁸ verificaram, em 300 idosas, a relação entre o desempenho no teste de equilíbrio estático e a incidência de quedas. Os resultados indicaram que a maioria das idosas com melhor desempenho no teste de equilíbrio estático tiveram menor número de quedas no período de um ano. Os autores concluíram que o desempenho no teste de equilíbrio estático apresenta relação direta com o número de quedas em idosos.

Embora a incidência de quedas esteja relacionada com a diminuição da força, da potência muscular e do equilíbrio, ainda não está esclarecida na literatura, a relação existente entre essas capacidades

físicas, haja vista que poucos estudos encontraram melhorias no equilíbrio após a prática do TP.

Bellew *et al*³⁹ verificaram o efeito de 12 semanas de TP com baixo volume na força muscular e equilíbrio de homens e mulheres idosos. A oscilação postural foi avaliada mediante plataforma de equilíbrio, com o indivíduo em pé, em quatro condições: olhos abertos com plataforma estável, olhos fechados com plataforma estável, olhos abertos com plataforma instável e olhos fechados com plataforma instável. Os resultados indicaram que, apesar de aumentos significantes na força muscular de homens e mulheres, não houve alterações no equilíbrio em ambos os sexos. Além disso, nos homens, houve aumento de 37% na oscilação médio-lateral. Os autores atribuíram estes resultados ao baixo volume de TP (cinco exercícios com apenas uma série) e à especificidade dos movimentos que foram treinados, nas quais não havia nenhum exercício em pé.

De fato, a especificidade do programa de TP parece estar diretamente relacionada com as modificações no equilíbrio. Estudos que adotaram exercícios com pesos, realizados na posição sentada e/ou com a utilização de encosto, não observaram alterações significantes no equilíbrio após o programa de TP^{39,40}. Dessa forma, recomenda-se para a melhoria do equilíbrio por meio de programas de TP, a utilização de exercícios que envolvam a manutenção ativa da estabilidade postural. Contudo, resultados mais eficientes são observados quando realizado o TP, concomitantemente, com o treinamento específico de equilíbrio^{41,42}.

Resistência aeróbia

A resistência aeróbia consiste na capacidade dos sistemas cardiovascular e respiratório de suprir o trabalho muscular, conjuntamente, com o sistema metabólico, sendo a energia fornecida, predominantemente, pelas gorduras⁴³. Após a terceira década de vida, ocorre redução de 0,5 a 3,5% por ano na potência aeróbia⁴⁴.

A redução da potência aeróbia com o envelhecimento ocorre em função de dois aspectos principais: a diminuição da capacidade de ejeção do coração e a redução na quantidade de massa muscular⁴⁵. Dessa forma, alguns autores acreditam que, após um programa de TP, o aumento da massa muscular promoveria melhorias na potência aeróbia⁴⁶ e no desempenho em exercícios sub-máximos⁴⁷.

Os resultados apresentados na literatura são extremamente controversos. Frontera *et al*⁴⁶, após submeterem idosos saudáveis com idade entre 60-72 anos, a 12 semanas de TP de alta intensidade, verificaram aumentos significantes de 5% no VO₂ máx, mensurado no ciclo ergômetro. Os resultados encontrados por Hagerman *et al*⁴⁸, os quais utilizaram a caminhada, corroboram esses achados. Neste estudo, foi verificado o efeito de 16 semanas de TP de alta intensidade no VO₂ máx em nove idosos, mensurado no teste de caminhada. Os resultados indicaram aumentos significantes no VO₂ máx, sem alterações significantes na freqüência cardíaca máxima e na pressão arterial.

Por outro lado, Kallinen *et al*⁴⁹ não observaram modificações significantes no VO₂ máx de idosas com idade entre 76 e 78 anos após 18 semanas de TP. Contudo, houve aumentos no VO₂ pico

relativo, ou seja, quando analisado por quilograma de peso corporal. Embora a presença de modificações na potência aeróbia não seja consenso na literatura, outras adaptações gerais ao TP podem trazer benefícios para o sistema cardiorrespiratório de idosos.

Ades *et al*⁵⁰ verificaram, após 12 semanas de TP, melhorias significativas no tempo de caminhada a 80% do VO₂ máx na ordem de 38% em idosas com 65 a 78 anos, sem que tenha ocorrido alteração no VO₂ máx. Os resultados também indicaram que a melhoria do tempo de caminhada estava significativamente relacionada com os aumentos da força muscular.

Da mesma forma, Izquierdo *et al*⁵¹ verificaram, após oito semanas de TP periodizado, reduções significativas na concentração de lactato sanguíneo e, após 16 semanas, melhoria na carga de trabalho no cicloergômetro. Já Hepple *et al*⁵², em estudo envolvendo idosos, observaram, após oito semanas de TP seguido de oito semanas de treinamento aeróbio, modificações mais acentuadas na razão de capilares por fibra superiores ao grupo que treinou 16 semanas aerobiamente.

Segundo Frontera *et al*⁴⁶, as melhorias na utilização de oxigênio após o TP, medido no teste de esforço em cicloergômetro, ocorrem quase exclusivamente em nível muscular. Esta hipótese parece ser verdadeira quando observados os resultados de estudos que não encontraram modificações significativas no VO₂ máx, mas observaram alterações no desempenho aeróbio. Além disso, a maioria dos resultados que encontraram melhorias no VO₂ máx, quando analisados em termos relativos (VO₂ máx por kg de peso corporal), não são significantes.

Conclusões

A prática do TP para indivíduos idosos consiste numa importante ferramenta para a melhoria da AF, da independência e, conseqüentemente, da qualidade de vida desta população. Aumentos na força e na potência muscular, importantes para a manutenção da independência e para redução das quedas de idosos, podem ser observadas após poucas semanas de TP. Além disso, a melhoria nos níveis de flexibilidade e de resistência aeróbia, também tem sido observada após a prática do TP em idosos. Dentre as capacidades físicas importantes para a saúde, as modificações no equilíbrio após a prática do TP ainda não está esclarecida na literatura. Contudo, mais estudos investigando o efeito do TP nesta capacidade necessitam ser feitos, visto que aspectos como a posição e a estabilidade dos exercícios parecem influenciar nas modificações do equilíbrio após o programa de treinamento. Além disso, vale ressaltar que a prescrição do TP para idosos deve ser feita após a realização de avaliação médica criteriosa, evitando assim, o aparecimento de lesões secundárias, que são comuns nessa população.

Referência Bibliográfica

- Idoso no mundo [text on the Internet]. Brasília/DF: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [citado 2005 mar 15]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/datas/idoso/idoso_no_mundo.html
- Ministério da Saúde. Idoso no Brasil e no mundo [text on the Internet]. Brasília/DF: Ministério da Saúde [citado 2005 jan 3]. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/bvs/exposicoes/idoso/idosob.swf>
- Veras R. Envelhecimento populacional do Brasil: mudanças demográficas e desafios epidemiológicos. *Rev Saúde Publica*. 1991; 25(6): 476-88.
- Matsudo SMM, Matsudo VKR, Araújo TL. Perfil do nível de atividade física e capacidade funcional de mulheres maiores de 50 anos de idade de acordo com a idade cronológica. *Rev Bras Ativ Fis Saúde*. 2001;6(1): 12-24.
- Williams GN, Higgins MJ, Lewek MD. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. *Phys Ther*. 2002; 82(1):62-8.
- Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MA. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr*. 2002;76(2):473-81.
- American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(6):992-1008.
- Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755-63.
- Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(2):364-80.
- Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004;34(5):329-48.
- Hyatt RH, Whitelaw MN, Bhat A, Scott S, Maxwell JD. Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Ageing*. 1990;19(5):330-6.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. Treinamento de força para idosos. In: Fleck SJ, Kraemer WJ, editores. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Porto Alegre: Artes Médicas; 1999. p.200-11.
- Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol*. 2000;88(4):1321-6.
- Harries UJ, Bassey EJ. Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1990;60(3):187-90.
- Porter MM, Vandervoort AA, Lexell J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scand J Med Sci Sports*. 1995;5(3):129-42.
- Gurjão ALD, Cyrino ES, Caldeira LFS, Nakamura FY, Oliveira AR, Salvador EP, et al. Variação da força muscular em testes repetitivos de 1-RM em crianças pré-púberes. *Rev Bras Med Esp*. 2005;11(6):450-5.
- Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Nakamura FY, Pina FLC, Oliveira AR. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Rev Bras Med Esp* 2005;11(4): 224-8.
- Barbosa AR, Santarém JM, Jacob Filho W, Marucci MFN. Efeitos de um programa de treinamento contra resistência sobre a força muscular de mulheres idosas. *Rev Bras Ativ Saúde*. 2000;5(3):12-20.
- Hakkinen K, Alen M, Kallinen M, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol*. 2000;83(1):51-62.
- Campbell WW, Crim MC, Young VR, Evans WJ. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *Am J Clin Nutr*. 1994;60(2):167-75.
- Hakkinen K, Kallinen M, Linnamo V, Pastinen UM, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand*. 1996;158(1):77-88.
- Brandon LJ, Boyette LW, Gaasch DA, Lloyd A. Effects of lower strength training on functional mobility in older adults. *J Aging Phys Act*. 2000;8:214-27.
- Cavani V, Mier CM, Musto AA, Tummers N. Effects of a 6-week resistance training on functional fitness of older adults. *J Aging Phys Act*. 2002;10:443-52.
- Brown DA, Miller WC. Normative data for strength and flexibility of women throughout life. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1998;78(1):77-82.
- Badley EM, Wagstaff S, Wood PH. Measures of functional ability (disability) in arthritis in relation to impairment of range of joint movement. *Ann Rheum Dis*. 1984;43(4):563-9.
- Johns RJ, Wright V. Relative importance of various tissues in joint stiffness. *J Appl Physiol*. 1962;17:824-28.
- Magnusson SP. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. A review. *Scand J Med Sci Sports*. 1998;8(2):65-77.
- Barbosa AR, Souza JM, Lebrão ML, Laurenti R, Marucci MF. Functional limitations of Brazilian elderly by age and gender differences: data from SABE Survey. *Cad Saude Publica*. 2005;21(4):1177-85.
- Voorrips LE, Lemmink KA, van Heuvelen MJ, Bult P, van Staveren WA. The physical

- condition of elderly women differing in habitual physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(10):1152-7.
30. Shephard RJ, Berridge M, Montelpare W. On the generality of the "sit and reach" test: an analysis of flexibility data for an aging population. *Res Q Exerc Sport.* 1990;61(4):326-30.
 31. Minkler S, Patterson P. The validity of the modified sit-and-reach test in college-age students. *Res Q Exerc Sport.* 1994;65(2):189-92.
 32. Girouard CK, Hurley BF. Does strength training inhibit gains in range of motion from flexibility training in older adults? *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(10):1444-9.
 33. Barbosa AR, Santarem JM, Filho WJ, Marucci Mde F. Effects of resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. *J Strength Cond Res.* 2002;16(1):14-8.
 34. yrino ES, Oliveira AR, Leite JC, Porto DB, Dias RMR, Segantin AQ, et al. Comportamento da flexibilidade após 10 semanas de treinamento com pesos. *Rev Bras Med Esp.* 2004;10(4): 233-37.
 35. Koceja DM, Allway D, Earles DR. Age differences in postural sway during volitional head movement. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(12):1537-41.
 36. Hobeika CP. Equilibrium and balance in the elderly. *Ear Nose Throat J.* 1999;78(8):558-62.
 37. Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sports Med.* 2000;29(1):1-12.
 38. Cornillon E, Blanchon MA, Ramboatsisetraina P, Braize C, Beauchet O, Dubost V, et al. [Effectiveness of falls prevention strategies for elderly subjects who live in the community with performance assessment of physical activities (before-after)]. *Ann Readapt Med Phys.* 2002;45(9):493-504. French
 39. Bellew JW, Yates JW, Gater DR. The initial effects of low-volume strength training on balance in untrained older men and women. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1):121-8.
 40. Topp R, Mikesky A, Dayhoff NE, Holt W. Effect of resistance training on strength, postural control, and gait velocity among older adults. *Clin Nurs Res.* 1996;5(4):407-27.
 41. Rydwik E, Frandin K, Akner G. Effects of physical training on physical performance in institutionalised elderly patients (70+) with multiple diagnoses. *Age Ageing.* 2004;33(1):13-23.
 42. Wolfson L, Whipple R, Derby C, Judge J, King M, Amerman P, et al. Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *J Am Geriatr Soc.* 1996;44(5):498-506.
 43. Hollmann W, Hettinger T. Formas de exigência motora. In: Hollmann W, Hettinger T, editors. *Medicina do esporte.* São Paulo: Manole; 1989. p.131-452.
 44. Astrand I, Astrand PO, Hallback I, Kilbom A. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *J Appl Physiol.* 1973 Nov;35(5):649-54.
 45. Fleg JL, Lakatta EG. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO2max. *J Appl Physiol.* 1988;65(3):1147-51.
 46. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Evans WJ. Strength training and determinants of VO2max in older men. *J Appl Physiol.* 1990;68(1):329-33.
 47. Hickson RC, Rosenkoetter MA, Brown MM. Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12(5):336-9.
 48. Hagerman FC, Walsh SJ, Staron RS, Hikida RS, Gilders RM, Murray TF, et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(7):B336-46.
 49. Kallinen M, Sipilä S, Alen M, Suominen H. Improving cardiovascular fitness by strength or endurance training in women aged 76-78 years. A population-based, randomized controlled trial. *Age Ageing.* 2002;31(4):247-54.
 50. Ades PA, Ballor DL, Ashikaga T, Utton JL, Nair KS. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Ann Intern Med.* 1996;124(6):568-72.
 51. Izquierdo M, Hakkinen K, Ibanez J, Anton A, Garrues M, Ruesta M, et al. Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1):129-39.
 52. Hepple RT, Mackinnon SL, Goodman JM, Thomas SG, Plyley MJ. Resistance and aerobic training in older men: effects on VO2peak and the capillary supply to skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 1997;82(4):1305-10.