Thuanne Gabrielle Cacovichi de Melo

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA NO DESEMPENHO DO SISTEMA NEUROMUSCULAR DE INDIVÍDUOS IDOSOS

Belo Horizonte

2013

Thuanne Gabrielle Cacovichi de Melo

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DE FORÇA NO DESEMPENHO DO SISTEMA NEUROMUSCULAR DE INDIVÍDUOS IDOSOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Educação Física.

Área de concentração: Atividade Física e Saúde

Orientador: Rafael Silva Valle de Almeida

Belo Horizonte
2013

RESUMO

O presente estudo buscou revisar a literatura quanto à influência do treinamento de força na manutenção do desempenho do sistema neuromuscular e na prevenção de quedas em indivíduos idosos, visto o aumento da expectativa média de vida dos brasileiros e as perdas musculares decorrentes do envelhecimento. A partir dessa revisão pode-se notar que o treinamento de força exerce influência positiva no desempenho do sistema neuromuscular, podendo gerar aumentos nos valores de força muscular, volume muscular, pico de torque isocinético, desempenho funcional e diminuindo os fatores de risco para quedas em indivíduos idosos.

Palavras-chave: Sarcopenia. Treinamento de força. Idoso. Queda.

ABSTRACT

The present study aimed to review the literature regarding the influence of strength training in maintaining the performance of the neuromuscular system and the prevention of falls in the elderly, since the increase in average life expectancy of Brazilians and muscle loss due to aging. From this review it can be noted that strength training has a positive influence on the performance of the neuromuscular system, which can generate increases in the values of muscle strength, muscle volume, peak isokinetic torque, functional performance and decreasing risk factors for falls in elderly.

Keywords: Sarcopenia. Strength Training. Elderly. Fall.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO…….....6
1.1 Objetivo…….....8
1.2 Justificativa…….....8

2 METODOLOGIA.....9

3 REVISÃO DE LITERATURA.....10
3.1 Capacidade Motora Força.....10
3.2 Alterações no desempenho do sistema neuromuscular em indivíduos Idosos.....12
3.3 Influência das alterações no desempenho do sistema neuromuscular e do nível de exercício físico na queda em indivíduos idosos.....19
3.4 Influência das alterações no desempenho do sistema neuromuscular na capacidade funcional de indivíduos idosos.....22
3.5 Influência do treinamento da força no desempenho do sistema neuromuscular de indivíduos idosos.....23
3.6 Influência do treinamento de força na prevenção de quedas em indivíduos Idosos.....32

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....36

REFERÊNCIAS 37

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Censo 2010, a população brasileira com 65 anos de idade ou mais, que era de 4,8% em 1991, passou para 5,9% em 2000 e chegou a 7,4% em 2010. Até 2025, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Brasil será o sexto país do mundo em número de idosos. A expectativa média de vida também aumentou acentuadamente no país. O aumento da população idosa precisa ser acompanhado pela melhoria da saúde e qualidade de vida e ação como a prática de exercício físico é de fundamental importância para o alcance desses objetivos.

O envelhecimento pode causar diminuição da função muscular e afetar significativamente a qualidade de vida dos idosos, levando a dificuldades para a realização das atividades cotidianas e, muitas vezes, tornando-os dependentes do auxílio de outras pessoas (LACOURT e MARINI, 2006). Uma perda substancial de força nos membros inferiores e mudanças estruturais e funcionais responsáveis pelo declínio do comportamento postural em indivíduos idosos, por exemplo, está associada ao desequilíbrio e um risco maior de queda nessa população (SOUSA, 2001; TINETTI E SPEECHLEY, 1989 citado por SPIRDUSO, 2005). A queda pode causar uma fratura, restringindo o idoso ao leito, o que é um fator de risco para o desenvolvimento de outras afecções, como respiratórias e vasculares, e diversas complicações que podem inclusive levar a óbito (JAHANA, DIOGO; 2007).

Vários fatores de risco para queda são retratados na literatura. Almeida *et al.* (2012), analisaram idosos de Porto Alegre e concluíram que os fatores intrínsecos para o risco de queda nessa amostra foram as variáveis faixa etária e a auto percepção de saúde. Utilizando-se dos fatores de risco descritos pela North American Nursing Diagnosis Association (NANDA) para diagnóstico dos riscos de queda em idosos, Machado *et al.* (2009) encontraram que os fatores de risco para queda com maior frequência para ambos os sexos foram o histórico de quedas, idade igual ou superior a 65 anos, dificuldades visuais, uso de medicações, quarto não familiar ou pouco iluminado e ausência de material antiderrapante. Ishisuka (2005), por sua vez, analisou a relação da fraqueza muscular com o risco de queda. Os resultados do estudo mostraram que o grupo que apresentou menor risco para

queda foram os que apresentaram maiores valores para a força muscular de membros inferiores.

Uma das formas de intervenção que tem demonstrado melhoria no desempenho neuromuscular e independência de idosos é o treinamento de força, que através de seus efeitos, reduz as dificuldades para realização das atividades físicas diárias atenuando os efeitos da sarcopenia. (ARAÚJO, FLÓ, MUCHALE, 2010; HUNTER, McCARTH, BAMMAN, 2004). Rosenberg foi o pioneiro a utilizar o termo sarcopenia, derivado do grego, onde sarco significa músculo e penia significa perda, para descrever a perda muscular esquelética associada ao envelhecimento. (ROSENBERG, 1989 citado por PIERINE, NICOLA E OLIVEIRA, 2009). A sarcopenia é um termo genérico que indica a perda da massa, força e qualidade do músculo esquelético e está associada a um aumento do risco de queda e de doenças crônicas e perda da independência física funcional de indivíduos idosos. (MATSUDO, MATSUDO E NETO, 2000)

Além da melhoria no desempenho neuromuscular, o treinamento de força pode trazer benefícios para flexibilidade e capacidade cardiorrespiratória. Gonçalves, Gurjão e Gobbi (2007) submeteram 11 idosos a oito semanas de um treinamento de força, sem a realização de exercícios de alongamento durante o protocolo experimental. Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que a flexibilidade das articulações do ombro e do quadril, foram positivamente afetadas com a prática do treinamento. Porto *et al.* (2011), por sua vez, submeteram 14 mulheres com idade entre 35 e 60 anos, a um treinamento de força realizado na forma de circuito durante seis semanas. O circuito era composto por 12 estações com alternância dos grupos musculares, 15 repetições por exercício e intervalo de 30 segundos entre as estações. O resultado do presente estudo indicou um aumento significativo do $VO_{2de\ pico}$ demonstrando que o protocolo de treinamento foi efetivo no aumento da capacidade cardiorrespiratória.

1.1 Objetivo

Levantar na literatura informações relevantes sobre investigações a respeito da influência do treinamento de força no desempenho do sistema neuromuscular em indivíduos idosos e discutir quais foram os resultados encontrados.

1.2 Justificativa

A perda da massa muscular e consequentemente da força muscular pode ser considerada a principal responsável pela deterioração na mobilidade e na capacidade funcional do indivíduo que está envelhecendo. Esta perda está associada a um aumento no risco de quedas ameaçando a integridade física dessa população. Por essa razão, torna-se importante saber quais são as perdas no desempenho do sistema neuromuscular com o avanço da idade e dessa forma, criar estratégias para minimizar esse efeito deletério a fim de manter ou melhorar a qualidade de vida, nessa etapa, diminuindo os riscos associados à mesma (MATSUDO, MATSUDO, NETO, 2000). Diante dos aspectos supracitados que alertam para o envelhecimento da população brasileira, a diminuição da função neuromuscular em decorrência do envelhecimento, a queda como um fator de risco provocado por essa diminuição, torna-se importante saber, quais são as influências do treinamento de força no desempenho do sistema neuromuscular em indivíduos idosos.

2 METODOLOGIA

Levantamento bibliográfico através de uma busca nas bases de dados PubMed, Scielo e Capes, assim como no acervo das bibliotecas da UFMG e do Google Acadêmico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Capacidade motora força

A força, segundo Komi (2003), é definida como “a força ou torque máximo que um músculo ou grupo muscular pode gerar a uma velocidade determinada ou específica”. A ação muscular pode ser concêntrica, quando o músculo encurta-se, excêntrica, quando os músculos envolvidos na tarefa alongam-se e isométrica, quando o músculo é ativado e desenvolve força, mas nenhum movimento visível ocorre na articulação (FLECK; KRAEMER, 2006).

Um modelo de estruturação da força proposto por Schimidtbleicher *et al.* (1980) apresenta duas formas de manifestações para essa capacidade e foi baseada em estudos, que mostraram a existência de uma relação significativa da força máxima com a força rápida e com a resistência de força. O modelo esquemático está representado na figura 1 (SCHMIDTBLEICHER, 1980; BÜHRLE; SCHMIDTBLEICHER, 1981; RUTHERFORD *et al.* , 1986; SCHMIDTBLEICHER, 1987; SHAVER, 1970; citado por SAMULSKI; MENZEL; PRADO, 2013).

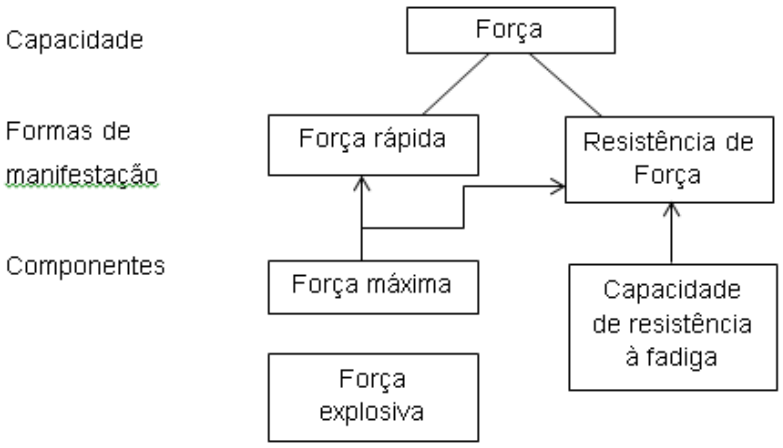

Figura 1: Modelo esquemático da estruturação da capacidade força muscular
Fonte: Menzel e Prado, 2013, p. 95

De acordo com esse modelo, existem duas formas de manifestação da força e são elas a força rápida e a resistência de força. A força rápida pode ser definida como a “capacidade do sistema neuromuscular de movimentar o corpo ou parte do

corpo (braços e pernas) ou ainda objetos (bolas, pesos, esferas, discos, etc) com uma velocidade máxima" (WEINECK, 1999) e ainda a "capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior impulso possível no tempo disponível" (GÜLLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1999 citado por SAMULSKI; MENZEL; PRADO, 2013). O termo potência é utilizado em algumas situações para se referir à produção de força em curtos intervalos de tempo, porém esse conceito se aplica apenas em ações dinâmicas, uma vez que a potência considera tanto a força produzida, quanto a velocidade em que esta produção ocorre e no caso de ações isométricas a velocidade é zero. Por esse motivo, o impulso se apresenta como a referência mais adequada para a descrição e análise das situações em que a força deve ser produzida rapidamente, uma vez que depende do registro do tempo e da força aplicada nesse tempo (SAMULSKI; MENZEL; PRADO, 2013).

A resistência de força, por sua vez, é outra forma de manifestação da capacidade motora força e pode ser entendida como "a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior somatório de impulsos possível sob condições metabólicas predominantemente anaeróbias e de fadiga" (FRICK, 1993 citado por SAMULSKI; MENZEL; PRADO, 2013). A resistência de força se manifesta em tarefas motoras estáticas e dinâmicas e não é determinada apenas pela capacidade de suportar a fadiga, mas também depende dos valores de força produzidos no decorrer de um determinado tempo (SAMULSKI; MENZEL; PRADO, 2013).

Ainda de acordo com essa estruturação, a força explosiva e a força máxima representam os componentes básicos determinantes da força rápida (SAMULSKI; MENZEL; PRADO, 2013). A força explosiva descreve a "capacidade do sistema neuromuscular de desenvolver uma elevação máxima da força após o início da contração, ou seja, a maior taxa de produção da força por unidade de tempo" (SCHMIDTBLEICHER, 1984 citado por SAMULSKI; MENZEL; PRADO, 2013), enquanto a força máxima representa "a maior força disponível, que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração voluntária máxima" (WEINECK, 1999).

Por fim, a capacidade de resistência à fadiga é a "capacidade de manter o valor do impulso o mais constante possível durante um determinado tempo". Esse componente influencia a resistência de força uma vez que está associada com a "redução do rendimento durante a execução de uma tarefa contínua, ou seja, com a

diferença do rendimento registrada entre o início e o final de uma tarefa motora" (SAMULSKI; MENZEL; PRADO, 2013).

3.2 Alterações no desempenho do sistema neuromuscular em indivíduos idosos

O envelhecimento pode provocar efeitos nos diferentes sistemas do organismo diminuindo a aptidão e o desempenho físico (MATSUDO; MATSUDO; NETO, 2001). Com o passar dos anos ocorre uma diminuição da estatura e o incremento do peso corporal que, geralmente começa em torno dos 45 a 50 anos, estabilizando-se aos 70 anos, quando começa a declinar até os 80. Com essas mudanças no peso e na estatura, consequentemente, o índice de massa corporal (IMC) se altera (MATSUDO; MATSUDO; NETO, 2000). A composição corporal também se modifica com o envelhecimento, o que pode ser observado a partir do estudo de Nieman (1999) em que reporta que a gordura corporal quase dobra entre os 20 e os 65 anos de idade, sendo que esta gordura extra é concentrada principalmente em torno do abdome e do tronco, o que é especialmente prejudicial à saúde em longo prazo. Outra mudança importante na composição corporal é a perda da massa mineral óssea, como consequência universal do envelhecimento. Essa perda começa no homem por volta dos 50-60 anos, a uma taxa de 0,3% ao ano e na mulher mais precocemente a uma taxa de 1% ao ano dos 45 aos 75 anos (MATSUDO; MATSUDO; NETO, 2001). Porém, uma das características mais marcantes do processo de envelhecimento é o declínio gradual da capacidade de desempenho muscular (FARINATTI, 2008).

A força muscular humana alcança sua maturação plena entre 20 e 30 anos de idade. Entre 30 e 40 anos a força máxima permanece estável ou com reduções pouco significativas, no entanto, declina gradativamente nos anos posteriores sendo que em torno dos 60 anos é observada uma redução dessa variável entre 30 e 40% (NÓBREGA *et al*, 1999). Essa perda de força máxima pode variar entre diferentes grupos musculares como mostrado na figura 2 (KOMI, 2006).

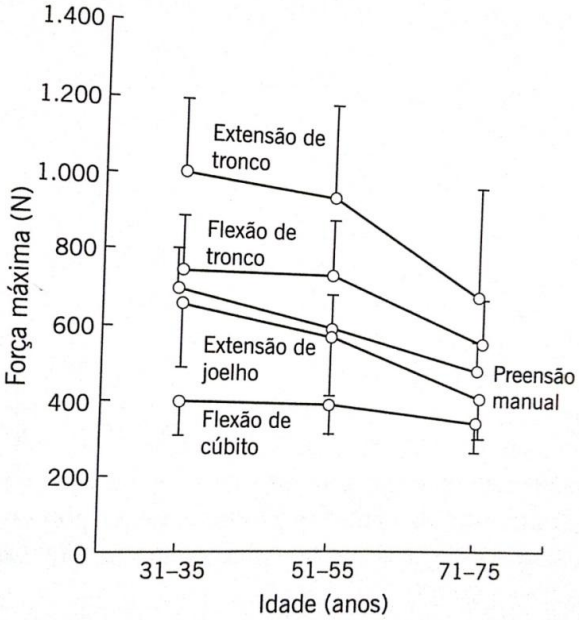

Figura 2: Força isométrica máxima média (+- desvio padrão) de vários grupos musculares em homens de três diferentes grupos etários
Fonte: Viitasalo *et al*., 1985 citado por Komi, 2006

De acordo com Spirduso (2005) as variáveis que tendem a sofrer maior declínio com a idade são: a força muscular dos músculos de atividades especializadas, a força dinâmica, as contrações concêntricas, as contrações de velocidade rápida, a produção de potência, a força de articulação de grandes ângulos e a força muscular no sexo feminino. Essa perda gradativa da força muscular está relacionada com a perda da área dos músculos esqueléticos que ocorre com o envelhecimento. Essa atrofia se deve à diminuição do número e tamanho das fibras musculares, em especial das fibras de contração rápida do tipo II, uma vez que o tamanho da fibra do tipo II é reduzido com o incremento da idade, enquanto que o tamanho da fibra do tipo I - fibra de contração lenta - permanece muito menos afetada. (MATSUDO; MATSUDO; NETO, 2000).

Os resultados do estudo de Frontera *et al.* (1991) permitem observar as alterações dos valores de força, em contrações rápidas, com o envelhecimento. A força muscular dinâmica concêntrica, dos músculos extensores e flexores do joelho e cotovelo, de 200 sujeitos saudáveis e com idade entre 45 e 78 anos, foi mensurada por um dinamômetro isocinético. Na avaliação da articulação do joelho, o braço de alavanca do equipamento foi anexado a tíbia e o seu eixo de rotação foi alinhado com o eixo de rotação anatômica do joelho. Os extensores e flexores do cotovelo foram testados na posição supina, com o braço posicionado a 45° de

abdução. O eixo de rotação do braço de alavanca do equipamento foi alinhado com o eixo de rotação do cotovelo distalmente ao epicôndilo lateral do úmero. Os sujeitos realizaram cinco contrações voluntárias máximas a 60°/s. Realizaram também 25 contrações voluntárias máximas a 240°/s para o joelho e a 180°/s para o cotovelo. Foi considerado o maior valor obtido em cada teste.

Os resultados apontaram que a 60°/s os sujeitos mais velhos tiveram valores absolutos de força significativamente menores em todos os músculos avaliados e sua diferença percentual variou de 18,8 a 21,1% quando comparado ao indivíduo jovem. Nas velocidades mais altas os valores absolutos de força muscular foram ainda menores e sua diferença percentual variou de 18,7 a 23%, quando comparado ao indivíduo jovem, como pode ser observado na figura 3.

Age Range, yr	60°/s			240°/s		
	N·m	N·m·FFM^{-1}	N·m·MM^{-1}	N·m	N·m·FFM^{-1}	N·m·MM^{-1}
			Men			
45–54	180±35	3.0±0.5	6.7±1.0	101±20	1.7±0.2	3.6±0.5
55–64	163±30	2.9±0.4	6.0±0.9	92±24	1.6+0.4	3.4+0.9
65–78	144±30	2.6±0.5	5.7±1.5	78±22	1.4±0.4	3.0±0.9
			Women			
45–54	108±22	2.7±0.4	6.1±0.9	60±14	1.5±0.2	3.4±0.7
55–64	98±20	2.6±0.4	5.9±1.2	54±13	1.4±0.3	3.2±0.7
65–78	89±15	2.5±0.4	5.8±1.1	46±12	1.3±0.3	3.0±1.0
			P			
Age*	<0.001	0.007	0.06	<0.001	0.003	0.03
Gender†	<0.001	<0.001	0.35	<0.001	<0.001	0.29

Values are means + SD. * Age effect in the absence of age-gender interaction; † gender effect in the absence of age-gender interaction.

Figura 3: Força muscular isocinética dos extensores de joelho do membro dominante
Fonte: Frontera; Hughes; Lutz; Evans, 1991

O estudo sugere que um componente significativo na relação entre a idade e a diminuição da força muscular é a perda de massa muscular, ou sarcopenia, que pode ser resultado de uma perda quantitativa de proteínas contráteis, diminuição da capacidade do músculo esquelético de gerar tensão, redução da capacidade do sistema nervoso central ativar unidades motoras normalmente ou uma combinação desses mecanismos.

Utilizando-se do mesmo método de avaliação para medida da força muscular citado anteriormente, Frontera *et al.* (2000) realizaram um estudo longitudinal, com homens idosos, que permitiu comparar as diferenças no desempenho muscular, nos mesmos sujeitos, em um intervalo de 12 anos. Houve uma perda significativa, que variou entre 23,7 e 29,8%, na força muscular em todos os músculos, tanto em baixa, quanto em alta velocidade. Em geral a taxa de perda foi de 2% ao ano para os extensores do joelho, 2,5% ao ano para os flexores do joelho, 1,6% ao ano para os

extensores do cotovelo e 1,4 à 2,2% ao ano para os flexores do cotovelo. Dessa forma, se compararmos os resultados do presente estudo, que calculou um declínio de 23,7, 28,5, 19,4 e 16,4% para os valores de força dos músculos extensores e flexores do joelho e extensores e flexores do cotovelo respectivamente, a uma velocidade de 60°/s, com o estudo de Frontera *et al.* (1991), em que o declínio observado para os extensores e flexores do joelho foi respectivamente 20 e 22% e o declínio para os extensores e flexores de cotovelo foi respectivamente 20 e 20,7%, a 60°/s, podemos perceber que valores para o declínio da força, nesses grupos musculares, em indivíduos idosos, foram maiores quando analisados longitudinalmente do que quando comparados a outros indivíduos jovens.

Esses resultados também sugerem que o envelhecimento leva a uma maior perda de força muscular nos músculos proximais das extremidades inferiores do que a das extremidades superiores. Uma possível explicação seria o menor uso diário dos músculos dos membros inferiores do que dos superiores nessa população (FRONTERA *et al.*, 1991).

O envelhecimento induz ao declínio na força máxima, no entanto alguns estudos demonstram que o prejuízo na produção de força explosiva é ainda maior. Andrade e Matsudo (2010) compararam a força explosiva e a potência de membros inferiores de mulheres idosas, aos valores de referência aos 18 anos. Participaram do estudo 227 mulheres de 50 a 79 anos de idade, não sedentárias. Como indicador da força explosiva, foi considerada a impulsão vertical sem auxílio dos braços. A potência muscular foi estimada a partir da altura no salto vertical e normalizadas pela massa corporal. Durante o teste foram realizadas três tentativas, com intervalos de um minuto entre cada tentativa e de 15 minutos entre cada teste. Foi considerado para análise da força explosiva e potência o salto em que se obteve maior altura. Analisando os resultados pode-se perceber que a força explosiva e a potência muscular foram significativamente menores nos sujeitos de 50 a 79 anos de idade quando comparado aos valores de 18 anos de idade, sendo que a potência muscular apresentou menor magnitude de alteração quando comparado à força explosiva (figura 4).

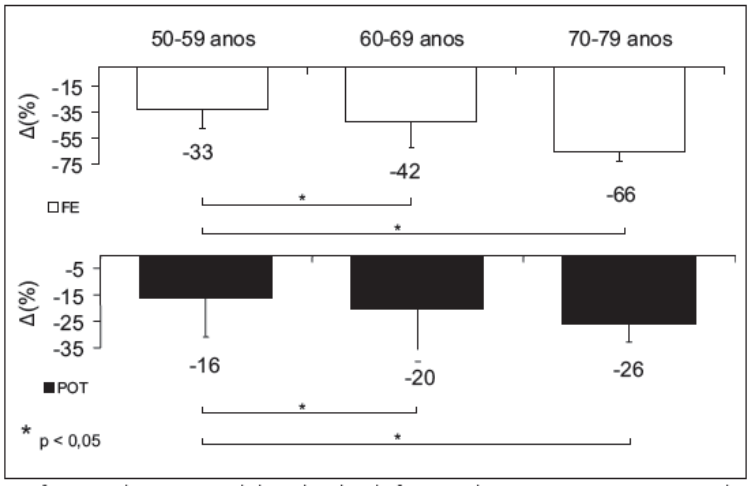

Figura 4: Delta percentual do indicador de força explosiva (FE) e potência muscular (POT) em relação ao valor de referência de acordo com a idade cronológica
Fonte: Andrade e Matsudo, 2010

Os autores do presente estudo propõem como uma das justificativas para o decréscimo da força explosiva, os fatores neurais, que produziriam alterações na velocidade de contração muscular. De fato, analisando a curva força-tempo, diferenças no seu formato podem ser observadas quando se compara sujeitos jovens, de meia-idade e idosos de ambos os sexos (figura 5) (HÄKKINEN E HÄKKINEN, 1991; HÄKKINEN *et al*., 1995; HÄKKINEN *et al*., 1996b; HÄKKINEN *et al*., 1998a citado por KOMI, 2006).

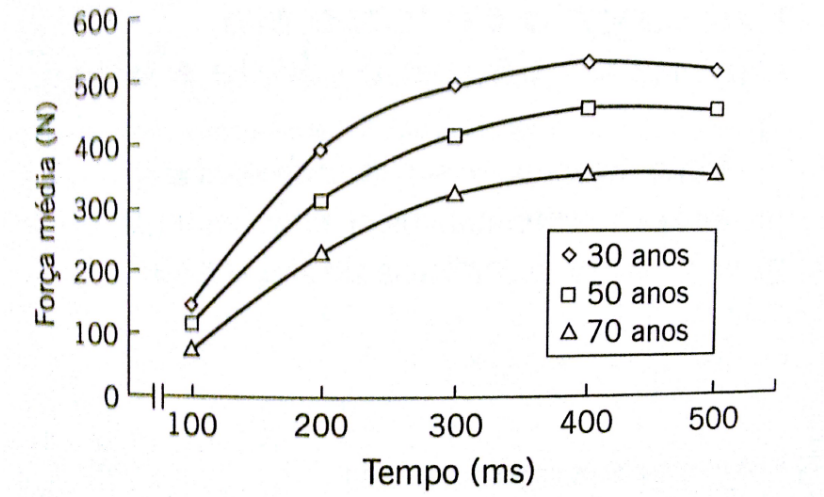

Figura 5: Curva força-tempo média na ação de extensão de joelho bilateral em homens de três diferentes grupos etários
Fonte: Häkkinen *et al.,* 1995 citado por Komi, 2006

Comparando-se o declínio, em decorrência do envelhecimento, da força explosiva no presente estudo com os valores dessa alteração para a força muscular

dinâmica côncentrica encontrados no estudo de Frontera, Hughes, Lutz e Evans (1991) percebe-se que o prejuízo na produção de força explosiva para os membros inferiores, que foi de aproximadamente 50% entre 50-59 anos e 70-79 anos, é maior que o declínio da força máxima para os extensores de joelho, que foi de 22,7% (a 240°/s) entre 45-54 e 65-78 anos. Essa hipótese pode ser reforçada a partir da comparação dos resultados do presente estudos aos valores encontrados por Frontera *et al* (2000) em que foi observado um declínio de 29,8% da força dinâmica concêntrica dos extensores do joelho entre 65 e 77 anos, aos valores encontrados no presente estudo, que apresentou um declínio de 41% da força explosiva dos membro inferiores entre 60-69 e 70-79 anos. Esses resultados podem ter ocorrido em função da diferença de idade observada entre os grupos experimentais.

Em estudo realizado por Lindle *et al.* (1997) comparou-se as diferenças, em relação a idade, nos valores do pico de torque isométrico, concêntrico e excêntrico dos músculos extensores do joelho. O pico de torque é a maior força muscular gerada em determinado momento durante uma repetição, sendo indicativo da capacidade de força muscular (ASTRAND, citado por WIBELINGER, TONIAL, OLIVEIRA, 2009). A amostra era composta por 654 indivíduos, de ambos os sexos, com idade entre 20 e 93 anos.

Nesse estudo, a avaliação da força muscular, dos músculos extensores do joelho, foi realizada em um dinamômetro isocinético. Para acomodar todas as faixas etárias o arco de articulação foi limitado a 70° e o ângulo de extensão máxima do joelho a 170°. Mediram o torque máximo voluntário, concêntrico e excêntrico, na extensão do joelho da perna dominante nas seguintes velocidades angulares: 0, 30 e 180°/s. Os sujeitos foram posicionados sentados, com o ângulo do encosto a 105° e do quadril entre 80° e 85°. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo femoral lateral e a almofada posicionada próxima ao maléolo lateral da articulação do tornozelo. Todos os sujeitos fizeram 5 minutos de aquecimento em um ciclo ergômetro estacionário seguido de um alongamento dos isquiotibiais e dos músculos do quadríceps. A ordem do teste foi: medida do pico de torque concêntrico dos extensores do joelho a 30 e 180°/s(3 tentativas com 30 segundos de descanso), 2 minutos de descanso, medida do pico de torque excêntrico a 30 e 180°/s (3 tentativas com 30 s de descanso), 2 minutos de descanso, e por último a medida do pico de torque isométrico em 120 e 140°/s de extensão do joelho. Uma avaliação do ciclo de alongamento encurtamento (CAE), também foi realizada em um

dinamômetro isocinético e consistia em uma ação excêntrica máxima dos extensores do joelho seguido imediatamente por uma contração concêntrica máxima ambos em uma velocidade angular de 0,52 rad/s.

Os resultados do presente estudo mostraram que homens e mulheres apresentam um declínio de todas as variáveis testadas com o envelhecimento corroborando com os achados de Frontera, Hughes, Lutz e Evans (1991) e Frontera *et al.* (2000). Porém, padrões de mudança no pico de torque com a idade foram diferentes em cada sexo. Nesse sentido, observa-se que a força concêntrica começa a declinar a partir dos 40 anos tanto em homens quanto em mulheres, porém, o declínio da força excêntrica, parece ocorrer mais tarde nas mulheres quando comparadas aos homens (figura 6). O declínio percentual, diferentemente de valores absolutos do pico de torque excêntrico e concêntrico, foi similar para homens e mulheres em baixas velocidades.

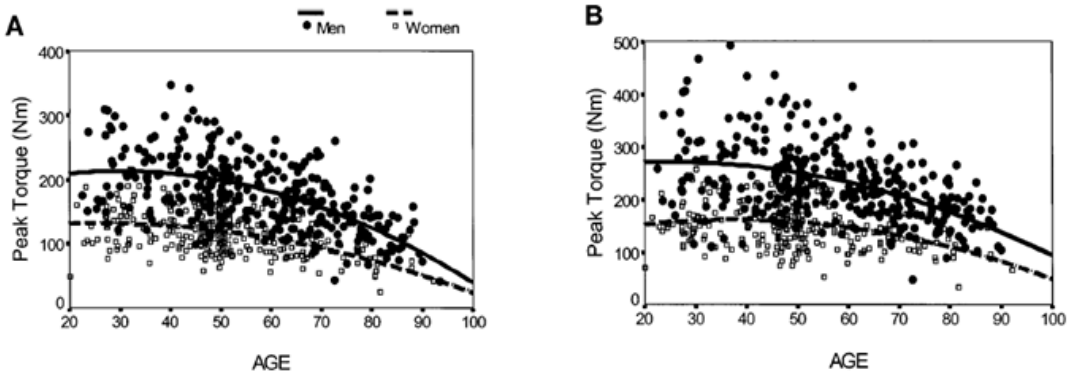

Figura 6: Análise de regressão de idade e diferenças em relação ao sexo, concêntrica (Con; A) e excêntrico (Exc; B) do pico de torque de extensores do joelho em velocidade lenta (0,52 rad / s) Fonte: Lindle *et al*.,1997

Quando o pico de torque concêntrico é expresso em função da qualidade muscular, que é a força produzida por unidade muscular, a diferença relativa ao sexo diminui significativamente, porém a diferença relativa à idade permanece significativamente alta. Por outro lado, quando o pico de torque excêntrico é expresso em função da qualidade muscular, observa-se uma diminuição significativa em função da idade apenas para os homens, como pode se ver na figura 7.

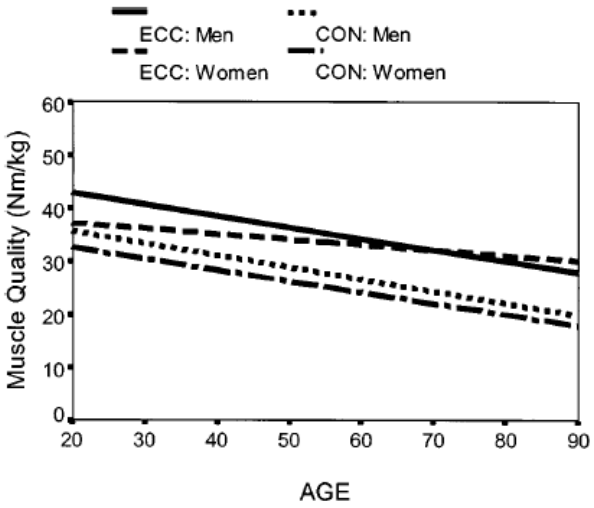

Figura 7: Análise de regressão de idade e diferenças em relação ao sexo nos picos de torque concêntrico e excêntrico (Nm) em função da qualidade muscular, dos extensores do joelho em velocidade lenta (0,52 rad / s)
Fonte: Lindle *et al*,1997

O pico de torque concêntrico aumentou com o aproveitamento do CAE para todos os grupos testados. Porém em mulheres mais velhas esse aumento foi significativamente maior. Estes resultados sugerem que mulheres mais velhas tenham uma maior capacidade de armazenar e utilizar energia elástica através do CAE.

3.3 Influência das alterações no desempenho do sistema neuromuscular e do nível de exercício físico na queda em indivíduos idosos

As quedas e suas consequências se fazem presentes em todas as épocas da vida, porém são encaradas mais explicitamente como um problema na idade mais avançada. A queda é mais frequente em indivíduos idosos devido às alterações que ocorrem com o envelhecimento, como por exemplo, os declínios neuromusculares sendo que o risco de lesões decorrentes desse acidente também é maior.

A fim de identificar fatores que predispõem idosos a um maior risco de quedas, Ishizuka *et al.* (2005) investigaram 49 idosos, com idade superior à 60 anos. Foram avaliados o equilíbrio, a partir de 13 exercícios que simulam movimentos diários que necessitam de equilíbrio e a marcha, a partir da análise de nove itens:

iniciação da marcha, altura do passo, comprimento do passo, simetria do passo, continuidade do passo, desvio da linha média, estabilidade de tronco, sustentação durante a marcha e virar durante a marcha. A partir do resultado destes testes, os sujeitos foram separados em dois grupos: moderada e elevada funcionalidade.

O teste “Timed up and go” foi utilizado para avaliar a velocidade dos sujeitos do estudo durante a tarefa de levantar-se da cadeira, andar três metros, voltar e sentar-se. Um tempo total inferior a 20 segundos indica que o paciente tem um pequeno risco de cair, entre 20 e 30 segundos, um risco moderado e mais de 30 segundos um alto risco de queda. Para avaliação da força muscular dos membros inferiores foi realizado o teste “30-s chair-stand” em que se contava o número de repetições da ação de levantar-se da cadeira, em um tempo total de 30 segundos. Por fim, dados sobre o risco de quedas, histórico de quedas e arquivos médicos pessoais foram analisados.

Os resultados mostraram que o grupo de funcionalidade moderada apresentaram significativamente mais quedas quando comparadas ao grupo de alta funcionalidade e que o risco de quedas é maior no sexo feminino. Em relação ao teste “30-s chair-stand” os valores para o grupo de alta funcionalidade foram significativamente maiores indicando que um maior número de quedas é experimentado por indivíduos com fraqueza muscular.

Gomes *et al.* (2009) investigaram 72 idosos, com idade superior à 60 anos. Foram coletadas informações a respeito dos dados sociodemográficos (sexo, faixa etária e alfabetização), ocorrência de quedas (número, fraturas, hospitalizações, número de doenças associadas, número de medicamentos em uso e visão), nível de atividade física, nível de desempenho físico a partir da avaliação dos domínios equilíbrio, marcha, força de membros inferiores e força de preensão manual e nível de independência funcional. A partir dos resultados dos testes, os sujeitos foram divididos em dois grupos: grupo com melhor desempenho físico e grupo com pior desempenho físico. Assim como encontrado por Ishizuka *et al.* (2005), o risco para quedas em indivíduos do sexo feminino é maior, o que pode ser evidenciado pelo maior número e maior percentual de quedas registradas em sujeitos do sexo feminino. No presente estudo, os idosos que caíram duas vezes ou mais apresentaram maior número de doenças associadas e pior desempenho físico, verificados, por exemplo, pelos baixos valores de força de preensão manual e de

membros inferiores nesse grupo, o que permite concluir que ter baixos níveis de força muscular, pode ser causa de quedas.

O exercício físico é preconizado como um fator que pode amenizar as quedas que ocorrem no desempenho físico com o envelhecimento. Os idosos desse estudo eram, em sua maioria, sedentários e com pior desempenho físico, o que indica que idosos deveriam ser incentivados a adotar estilo de vida mais ativo no intuito de prevenir as quedas (GOMES *et al.*, 2009).

Essa relação positiva entre exercício físico e quedas pode ser observada no estudo de Mazo *et al.* (2007). A fim de analisar a relação da prática de atividade física regular, a incidência de quedas e as condições de saúde, 256 idosos, com idade superior à 60 anos foram investigados. Para coleta dos dados foram utilizados os instrumentos: formulário com os dados de identificação, perguntas sobre as condições de saúde e quedas e Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) que tem como objetivo mensurar as atividades físicas realizadas nos domínios do trabalho, do transporte, das atividades domésticas e de lazer.

Quanto ao nível de atividade física, 79,13% da amostra são muito ativos, e, destes, apenas 38 idosos sofreram quedas nos últimos três meses. A figura 8 demonstra a incidência de quedas quando relacionada ao nível de atividade física.

Nível de atividade física	**Quedas**			
	Sim		**Não**	
	n	**%**	**n**	**%**
Pouco ativo	10	20,8	43	20,8
Muito ativo	38	79,2	163	79,2
Total	48	100%	206	100%

Figura 8: Frequência das variáveis queda e nível de atividade física da amostra
Fonte: Mazo *et al.*, 2007

Houve relação estatisticamente significativa entre o nível de atividade física pouco ativo com o número de quedas e com a condição de saúde atual (p= 0,011). A condição de saúde atual foi relatada, pelos idosos pouco ativos que sofreram quedas, como um fator limitante para a prática de atividade física.

Sendo assim, a probabilidade significativamente menor de cair (SILVA; MATSUURA, 2002) e o número significativamente menor de ocorrência de queda demonstrados pelo grupo com maiores níveis de atividade física (SILVA; MATSUURA, 2002; GOMES *et al.*, 2009), sugere que realmente o exercício físico é

um efetivo preventor de quedas e uma das possibilidades de intervenção, nesse caso, pode ser o treinamento da força.

3.4 Influência das alterações no desempenho do sistema neuromuscular na capacidade funcional de indivíduos idosos

A capacidade funcional pode ser definida como a capacidade de manter as habilidades físicas e mentais necessárias para uma vida independente e autônoma (VERAS, 2009) e está relacionada com a medida do grau de preservação da capacidade do indivíduo para realizar atividades da vida diária (AVDs) e atividades instrumentais da vida diária (AIVDs). As AVDs são atividades essenciais para o autocuidado como vestir-se, usar o banheiro e alimentar-se, enquanto as AIVDs são atividades mais complexas, necessárias para uma vida independente na comunidade como cozinhar, usar o transporte e tomar remédio (NERI, 2005).

A perda da massa muscular e consequentemente da força muscular (MATSUDO, MATSUDO, NETO; 2000), a diminuição na habilidade de manter força estática, o maior índice de fadiga muscular e a menor capacidade para hipertrofia com o envelhecimento (BEMBEN *et al.,* 1996 citado por OLIVEIRA, 2007), pode ser considerada a principal responsável pela deterioração na mobilidade e na capacidade funcional do indivíduo idoso.

> "Níveis reduzidos de força muscular estão associados a menor velocidade de caminhada e inaptidão motora, o que acarreta elevação do risco de quedas e fraturas em idosos. De forma geral, perdas progressivas de força tendem a deixar os idosos incapacitados para realizar as tarefas mais simples do dia a dia, tornando-os muitas vezes dependentes dos que os cercam, o que acaba por reduzir em grande escala a qualidade de vida." (SILVA *et al.,* 2007 citado por COSTA, 2008).

A força dos músculos extensores do joelho têm uma taxa de declínio de 2%/ano (FRONTERA *et al.,* 2000) e dos extensores de quadril 3,5%. Esses decréscimos podem limitar a mobilidade do idoso e dificultar a realização de algumas atividades da vida diária como caminhar, levantar de uma cadeira e subir escadas. Para reduzir a morbidade e os gastos com cuidados de saúde e para melhorar a qualidade de vida dos idosos, os programas de exercícios físicos são necessários. Enquanto os exercícios aeróbicos ajudam a prevenir doenças crônicas, como as doenças cardiovasculares, o treinamento de força é o principal método de

intervenção para melhorar a independência funcional dos idosos. (DeBELISO *et al*., 2005; BENEKA, 2005; DREYER, 2006 citado por COSTA, 2008).

3.5 Influência do treinamento da força no desempenho do sistema neuromuscular de indivíduos idosos

A capacidade do sistema musculoesquelético de adaptar-se ao exercício de força parece não sofrer modificações com o envelhecimento (BAECHLE, EARLE, 2010). A aplicação progressiva do treinamento da força entre idosos saudáveis é segura, viável e é um meio eficaz de suscitar a adaptação ideal tanto na capacidade de produzir força quanto na hipertrofia muscular, ajudando a manter a independência, saúde e qualidade de vida dos idosos, uma vez que a atrofia e a fraqueza muscular, no envelhecimento, é fortemente relacionada ao déficit funcional (BARBOSA *et al.*, 2000; BESSA; BARRO, 2009). O quadro 1 apresenta algumas das respostas que podem ocorrer com o treinamento da força.

Variável experimental	**Resposta**
Força muscular (1RM)	Aumenta
Potência muscular (W)	Aumenta
Tamanho da fibra muscular	Aumenta (os principais tipos)
Pico de torque isocinético	
60°/s	Aumenta
240°/s	Aumenta (menos do que em 60°/s)
Pico de torque isométrico (Nm)	Aumenta
Resistência muscular localizada	Aumenta
Tamanho da secção transversa muscular da coxa	Aumenta
Níveis de dor	Diminuem
Percentual de gordura	Diminui
Tarefas diárias	Melhoram
Flexibilidade	Aumenta
Equilíbrio	Aumenta
Desempenho funcional	Aumenta
Fatores de risco para quedas	Reduz
Consumo de oxigênio de pico	Aumenta

Quadro 1: Adaptações básicas do treinamento de força em adultos mais velhos (60 anos ou mais) Fonte:Fleck e Kraemer, 2006 (adaptada)

Cavani *et al.* (2002) realizaram um estudo com 22 idosos sedentários (60 a 79 anos) que foram submetidos a um programa de treinamento da força durante seis semanas e 15 idosos no grupo controle. O treinamento era realizado três vezes na semana, com duração das sessões de 45 minutos e era composto por nove exercícios, em máquinas, envolvendo todo o corpo, sendo realizada uma série de 12 a 15 repetições para cada exercício. A intensidade inicial foi determinada em 12 repetições máximas (RM). Quando o indivíduo conseguia realizar mais de 15 repetições o peso aumentava 2,5 libras nos exercícios para membro superior e cinco libras nos exercícios de membro inferior. Após cada sessão de treinamento foi realizado 20 minutos de alongamento para os membros superiores e inferiores.

Foram realizados testes, pré-treinamento e pós-treinamento, para avaliar os parâmetros físicos mais associados com a mobilidade funcional, sendo eles: a força e flexibilidade do membro superior e inferior, a agilidade, o equilíbrio dinâmico e a resistência aeróbia. Para avaliar a força dos membros superiores foi realizado um teste de flexão de cotovelos em que se verificou o número máximo de repetições do movimento em 30 segundos, utilizando-se halteres de oito libras para homens e cinco libras para mulheres. A força dos membros inferiores foi avaliada a partir do teste “sentar e levantar” em que se verificou o número máximo de repetições do movimento em 30 segundos. A flexibilidade dos membros superiores, por sua vez, foi avaliada a partir do teste “back-scratch”, em que o indivíduo deveria tentar tocar os dedos das mãos atrás das costas. Para a flexibilidade dos membros inferiores utilizou-se o teste “sentar e alcançar”, nesse caso o sujeito deveria tentar tocar os dedos do pé direito com as mãos. O teste vai-e-vem de 2,44 metros foi usado para avaliar a agilidade e o equilíbrio dinâmico, em que se verificou o tempo gasto para o indivíduo se levantar, caminhar até o cone, disposto a 2,44 metros de distância da cadeira, e sentar novamente. E finalmente, a distância percorrida em seis minutos foi o método utilizado para avaliação da resistência aeróbica.

Após as seis semanas todas as variáveis medidas aumentaram significativamente no grupo submetido ao treinamento da força, em comparação com o grupo controle, com exceção da capacidade aeróbica quando o critério de significância adotado foi ajustado para múltiplos testes (figura 9) mostrando que um treinamento da força, de intensidade moderada e série única, é capaz de melhorar o desempenho funcional em um curto período de tempo.

Functional-fitness test	Control group ($n = 15$)		Training group ($n = 22$)	
	Initial	Final	Initial	Final
Arm curl, reps.	19 ± 1	20 ± 1	21 ± 1	26 ± 1**
Back scratch, in.	–5.77 ± 1.06	–5.87 ± 0.94	–3.22 ± 0.88	–1.94 ± 0.77**
Chair stand, reps.	13 ± 1	14 ± 1	13 ± 1	17 ± 1**
Chair sit-and-reach, in.	–1.47 ± 1.16	–1.99 ± 0.99	–1 ± 0.99	1.28 ± 0.82**
8-ft up-and-go, s	5.85 ± 0.34	5.81 ± 0.31	6.58 ± 0.28	5.57 ± 0.26**
6-min walk, yd	603 ± 20	620 ± 21	578 ± 17	629 ± 18*

*Significantly different ($p < .05$) from initial value as determined by two-way repeated-measures ANOVA. **Significantly different ($p \leq .008$) from initial value as determined by two-way repeated-measures ANOVA.

Figura 9: Resultados dos Testes Funcionais após 6 semanas (M ± SD)
Fonte: Cavani *et al*, 2002

As melhoras relativas à flexibilidade, provavelmente foram resultado dos 20 minutos de alongamento que eram realizados antes do treinamento da força. Em relação aos valores da força, o estímulo de treinamento do presente estudo, provavelmente não foi suficiente para causar uma hipertrofia muscular e o aumento desses valores provavelmente ocorreu em função de adaptações neurais.

Buzzachera *et al*. (2008) investigaram 14 idosas, sedentárias, com idade média de 65 anos, que foram submetidas a 12 semanas de um programa de treinamento da força. Os testes pré-treinamento e pós-treinamento avaliaram a força máxima, força de preensão manual, resistência de força dos membros inferiores e superiores, agilidade e equilíbrio, flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória. Para avaliação da força máxima utilizou-se o teste de 1 repetição máxima (1RM) para o exercício supino. A força de preensão manual foi obtida mediante a realização do teste de dinamometria, em que o indivíduo deveria exercer o máximo de esforço de preensão manual contra o instrumento, estando os braços posicionados ao lado do corpo. Para avaliação da resistência de força dos membros inferiores, utilizou-se o teste sentar e levantar e dos membros superiores o teste de flexão de cotovelos semelhante aos utilizados, para avaliação da força, no estudo de Cavani *et al.* (2002), anteriormente citado. A agilidade/equilíbrio foi determinada mediante o teste de vai-e-vem de 2,44 metros, a flexibilidade através do teste de sentar e alcançar e, por fim, a aptidão cardiorrespiratória foi determinada através do teste de caminhada

de seis minutos, sendo os mesmos testes utilizados no estudo de Cavani *et al*. (2002).

O treinamento da força foi realizado em forma de circuito, composto por dez exercícios envolvendo os principais grupos musculares, pesos livres, série única, 10 repetições máximas e intervalo de um minuto entre os exercícios. A frequência semanal foi determinada em três dias não consecutivos por semana. Foram realizados ajustes de cargas através da percepção individual e/ou avaliação do professor responsável da facilidade na execução do exercício proposto e modificações nos exercícios executados para cada um dos grupos musculares foram realizadas a cada 12 sessões de treinamento.

Após as 12 semanas foram verificados aumentos significativos nas variáveis: força muscular, resistência de força muscular de membros superiores, força de preensão manual, flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória em relação aos valores iniciais contribuindo, provavelmente, para um melhor desempenho na realização de inúmeras atividades da vida diária e preservação da autonomia desses indivíduos idosos (figura 10). As exigências para uma correta execução dos exercícios propostos durante todo o programa de intervenção, envolvendo um trabalho em amplitude total de músculos agonistas e antagonistas, poderiam ter contribuído para essa melhoria na flexibilidade.

	Pré-treinamento		Pós-treinamento		
	M	DP	M	DP	*d*
Força Muscular (kg)	24,2	8,2	29,6 *	2,1	0,68
RFM MS (repetições)	14,6	2,8	20,2 **	2,1	2,35
RFM MI (repetições)	15,1	3,1	16,5	4,3	0,37
FPM (kg)	21,0	9,4	23,4 *	5,0	0,33
Flexibilidade (cm)	1,7	8,0	4,1 *	7,5	0,32
Agilidade/Equilíbrio (s)	5,73	0,89	5,77	0,48	0,06
ACR (m)	542,2	47,9	571,2*	39,6	0,69

Figura 10: Componentes da aptidão funcional dos participantes nas condições pré-treinamento e póstreinamento. Notas: Média (M), desvio-padrão (DP), magnitude de efeito (*d*), resistência de força muscular de membros superiores (RFM MS) e inferiores (RFM MI), força de preensão manual (FPM) e aptidão cardiorrespiratória (ACR). * Diferente estatisticamente da condição prétreinamento ($p < 0,05$). ** Diferente estatisticamente da condição pré-treinamento ($p < 0,01$).
Fonte: Buzzachera *et al*., 2008

Diferentemente de Cavani *et al.* (2002), os indivíduos do presente estudo não obtiveram melhora significativa no teste sentar e levantar nem no teste vai-e-vem de 2,44 metros. Por outro lado, apresentaram melhora significativa da aptidão cardiorrespiratória. As diferenças encontradas podem ser atribuídas à estruturação

dos métodos de treinamento e ao tempo de treinamento dos estudos em questão. Cavani *et al* (2002) submeteram os sujeitos à seis semanas de um treinamento da força, em aparelhos, sendo realizados um série de 12 à 15 repetições máximas. Em contrapartida, os sujeitos do estudo de Buzzachera *et al* (2008), foram submetidos à 12 semanas de treinamento da força, com pesos livres, em forma de circuito, sendo realizados uma série de 10 repetições máximas. O treinamento em circuito é organizado em forma de estações que alternam exercícios de membros inferiores e superiores com um mínimo de descanso entre eles (BOMPA, 2002). Essa estrutura permite que o indivíduo mantenha, durante a sessão de treinamento, uma frequência cardíaca estável acima dos níveis de repouso, possibilitando a melhora cardiorrespiratória (FLECK e KRAEMER, 2006).

Melhorias nos valores da força, resistência de força e capacidade cardiorrespiratória podem ser obtidas a partir de outras modalidades, como a hidroginástica. Em estudo realizado por Alves *et al.* (2004), 37 idosas sedentárias, com idade acima de 60 anos, foram submetidas a 12 semanas de treinamento na hidroginástica e outras 37 fizeram parte do grupo controle. Eram realizadas duas sessões de treinamento por semana, com duração diária de 45 minutos. As aulas consistiam em quatro fases: aquecimento, exercícios aeróbicos, exercícios de força e resistência e relaxamento. Foram avaliadas a força e resistência dos membros inferiores e superiores, flexibilidade, mobilidade física (velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico) e resistência aeróbica, respectivamente através dos testes: sentar e levantar, flexão de cotovelos, sentar e alcançar, “back-scratch”, vai-e-vem de 2,44 metros e caminhada de seis minutos. Uma melhora significativa de todos os testes aplicados foi observada no grupo submetido a 12 semanas de treinamento na hidroginástica.

O quadro 2 apresenta as respostas neuromusculares e funcionais ao treinamento de força em três estudos. As diferenças dos resultados podem ser decorrentes da composição distinta das amostras em cada estudo.

Testes	Cavani *et al.* (2002)	Buzzachera *et al.* *(2008)*	Alves *et al.* (2004)
Sentar e levantar	+	TNR	+
Flexão de cotovelos	+	+	+
Vai-e-vem 2,44 metros	+	-	+

1RM	TNR	+	TNR
Teste de preensão manual	TNR	+	TNR

Quadro 2: influência do treinamento da força nos diferentes estudos em cada teste, onde + = influência positiva; - = não houve influência; TNR = teste não realizado.

Diferentes resultados atribuídos ao treinamento da força podem ser obtidos dependendo da manipulação das diferentes variáveis. Harris *et al.* (2004) investigaram os diferentes ganhos da força mediante número de séries diferentes para um mesmo grupamento muscular. Participaram do seu estudo, homens e mulheres com idade entre 61 e 85 anos, divididos em três grupos de treinamento e um grupo controle. Foram comparadas duas séries de 15RM, três de 9RM e quatro de 6RM. Os valores de força foram mensurados a partir do teste de 1RM, em diferentes exercícios, em quatro momentos no estudo: no início, seis semanas, 12 semanas e 18 semanas após o treinamento. O treinamento da força foi realizado duas vezes por semana, durante 18 semanas, em máquinas onde as ações musculares envolviam os maiores grupos musculares. As cargas foram aumentadas progressivamente de acordo com o exercício ao longo do período de treinamento.

A figura 11 permite observar o aumento dos valores de força, nos diferentes grupos de treinamento em quatro momentos.

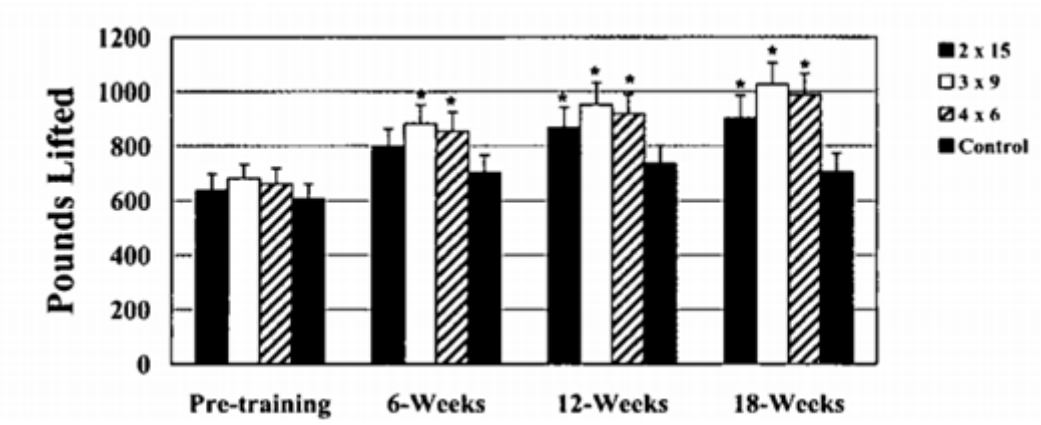

Figura 11: Comparação dos diferentes grupos de treinamento no total de 1RM (média) em oito exercícios em indivíduos idosos
Fonte: Harris *et al.*, 2004

Entre a 12ª e 18ª semanas todos os grupos de treinamento apresentaram valores de força significativamente maiores quando comparados ao grupo controle. No entanto, não houve diferença significativa nesses valores entre os grupos de treinamento. Esse resultado pode sugerir que, em idades avançadas, o número de séries não interfere nos ganhos de força (SILVA; FARINATTI, 2007). Diferenças

percentuais, entre os membros inferiores e superiores, na variação dos valores de força foram encontrados, sendo que a variação da força dos membros inferiores foi superior em todos os grupos musculares após as 18 semanas de treinamento. Isso pode ser explicado pelo fato de que as perdas da força com a idade ocorrem primeiramente nos membros inferiores e por isso esses membros teriam um potencial maior para ganhos de força (HARRIS *et al.,* 2004).

Diferenças também podem ser encontradas quando se aplicam diferentes intensidades de treinamento. É o que pode ser verificado no estudo de Kalapotharakos *et al.* (2004), em que 33 indivíduos, com idade entre 60 e 74 anos foram divididos em três grupos: treinamento de alta intensidade, treinamento de baixa intensidade e grupo controle. Para avaliação da força muscular, testes de 1RM foram realizados nos seguintes exercícios: extensão e flexão de joelhos, extensão e flexão de cotovelos, supino vertical e pulley anterior, no início e ao final do período de treinamento. Além disso, a força dinâmica concêntrica, o pico de torque dos músculos extensores e flexores do joelho, a 60°/s e 180°/s e a área de secção transversa da porção média da coxa também foram avaliados.

O treinamento de força foi realizado três vezes por semana, durante 12 semanas, com exercícios em máquinas onde as ações musculares envolviam os maiores grupos musculares. O treinamento de força era precedido por cinco minutos de aquecimento e cinco minutos de alongamento. Os sujeitos do grupo de treinamento de alta intensidade realizaram três séries de oito repetições à 80% de 1RM para cada exercício enquanto os sujeitos do grupo de treinamento de baixa intensidade realizaram três séries de 15 repetições à 60% de 1RM para cada exercício. Os participantes foram instruídos a realizar a fase concêntrica e excêntrica com uma duração de dois segundos cada fase e uma pausa de dois minutos entre as séries.

Os resultados do estudo mostraram um aumento dos valores para todos os teste de 1RM, após as 12 semanas, para os dois grupos de treinamento quando comparados ao grupo controle, sendo que esse aumento foi significativamente maior no grupo de treinamento de alta intensidade. Em relação ao pico de torque muscular, aumentos foram observados nos dois grupos de treinamento, sendo que o grupo de treinamento de alta intensidade apresentou valores significativamente maiores na flexão e extensão do joelho direito à 60°/s e na flexão à 180°/s quando comparado ao grupo de treinamento de baixa intensidade. Por fim, o aumento da

área de secção transversa do quadríceps, isquiotibiais e a área total do músculo também foram maiores no grupo de treinamento de alta intensidade quando comparado ao grupo de treinamento de baixa intensidade. Esse estudo evidencia, portanto, que cargas de alta intensidade proporcionam incremento significativamente maior nos ganhos de força em idosos, em comparação com cargas menores (SILVA; FARINATTI, 2007). Isso porque as intensidades de treinamento mais altas permitem o recrutamento das unidades motoras de limiar alto e ativam completamente o tecido muscular disponível. Para que ocorra a hipertrofia do músculo, e consequentemente melhoras da força muscular, um número significativo de unidades motoras deve ser ativado e para isso são necessários exercícios que envolvam os grandes grupos musculares em conjunto com altas intensidades de treinamento (ZATSIORSKY; KRAEMER, 2008).

Tais estudos procuraram direcionar suas pesquisas às alterações no desempenho do sistema neuromuscular em curto espaço de treinamento. Em contrapartida, poucas pesquisas estudaram essas alterações durante longos períodos de tempo. A fim de analisar o efeito de um ano de treinamento da força na força muscular dinâmica, Rhodes *et al.* (2000) investigaram 44 mulheres saudáveis, com idade entre 65 e 75 anos, randomizadas em dois grupos, sendo um de treinamento e outro controle. Nos primeiros três meses os 22 sujeitos do grupo de treinamento participaram de sessões de treinamento supervisionadas e realizadas três vezes por semana. O treinamento da força foi realizado em forma de circuito que incluía exercícios para os grandes grupos musculares e deveriam ser realizadas três séries de oito repetições a 75% de 1RM. Os sujeitos foram orientados a realizar a fase concêntrica dos exercícios com uma duração entre dois e três segundos e a fase excêntrica entre três e quatro segundos. Nos nove meses seguintes os sujeitos foram orientados a continuar realizando os mesmos exercícios em locais próximos à sua casa. Para avaliação da força muscular os sujeitos realizaram o teste de preensão manual e testes de 1RM em diferentes exercícios. Após um ano os testes foram refeitos e aumentos da força, de 20 a 50%, foram observados para o grupo de treinamento sendo estatisticamente significativos quando comparado ao grupo controle (quadro 3).

	Exercise		Control		
	Pre	Post	Pre	Post	p Value*
Grip strength (kg) (dominant)	24.6 (3.8)	26.7 (3.6)	24.3 (4.2)	24.4 (3.8)	>0.01
Bench press (kg)†	13.4 (2.3)	17.3 (2.8)	13.6 (2.2)	13.8 (2.6)	<0.01
Leg press (kg)	99.5 (10.2	118.5 (9.3)	98.6 (9.5)	99.2 (8.6)	<0.01
Biceps curl (kg)	4.3 (0.9)	6.6 (0.8)	4.2 (1.0)	4.1 (0.9)	<0.01
Triceps (kg)	22.0 (4.2)	33.0 (4.4)	23.0 (4.8)	22.0 (4.4)	<0.01
Quadriceps curl (kg)	29.5 (4.8)	33.5 (4.3)	28.5 (4.2)	28.0 (4.0)	<0.01
Values are mean (SD).					
*Univariate repeated analysis of covariance (mean difference in changes).					
†Measured as 1 repetitive maximum.					

Quadro 3: Comparação dos valores de força entre os grupos treinamento e controle.
Fonte: Rhodes *et al.*, 2000 (adaptado)

Morse *et al.* (2005) investigaram a influência de 12 meses de treinamento da força no volume muscular do músculo tríceps sural e nos valores da força para o movimento de flexão plantar em indivíduos idosos. Para isso, submeteram 21 homens saudáveis, com idade entre 70 e 82 anos a esse estudo, dos quais 13 sujeitos participaram por 12 meses de um treinamento de força e oito sujeitos fizeram parte do grupo controle. O pico de torque da contração voluntária máxima na flexão plantar isométrica foi mensurado com os sujeitos em decúbito ventral, o pé esquerdo ligado a um dinamômetro isocinético, extensão completa do joelho e o maléolo lateral alinhado ao eixo de rotação do banco. Os sujeitos realizaram duas contrações isométricas voluntárias máximas dos flexores plantar até 20° de dorsiflexão (sendo que 0° corresponde a posição em que o pé está perpendicular à tíbia), com um minuto de descanso entre as duas contrações. Foi mensurado o volume muscular do músculo tríceps sural da perna esquerda utilizando ressonância magnética.

O treinamento da força consistiu de três sessões de treinamento por semana, sendo duas sessões supervisionadas e uma realizada em casa, durante 52 semanas. As sessões supervisionadas incluíam cinco minutos de aquecimento, seguido por 10 a 12 minutos de exercícios aeróbicos a uma intensidade entre 118 e 124 batimentos por minuto (bpm) e exercícios de força com elásticos e em

máquinas. Após o treinamento de força, que foi realizado em máquinas (leg press e panturrilha), os sujeitos faziam 5 a 10 minutos de exercícios de resfriamento, tai chi e alongamento. Inicialmente, duas séries de oito a 10 repetições máximas foram realizadas, aumentando para três séries após o sexto mês. O peso relativo à 8RMs foi reavaliado e reajustado ao início de cada mês. As sessões realizadas em casa consistiam em aquecimento, exercícios aeróbicos, exercícios de força com elástico, alongamento e tai chi, sendo que a resistência dos elásticos foi aumentada a cada dois meses. Após os 12 meses de treinamento foram observados um aumento de 20% dos valores do pico de torque da contração voluntária máxima na flexão plantar isométrica e de 12,2% do volume muscular do tríceps sural.

Assim como Kalapotharakos *et al.* (2004), o presente estudo também apresentou como resultado aumentos da área de secção transversa do músculo treinado em indivíduos submetidos ao treinamento de força. Esses resultados demonstram que, embora o ganho de força em pessoas idosas seja maior em magnitude devido à melhoria no padrão de recrutamento neural, a hipertrofia muscular representa parte considerável nesses ganhos. (KOMI, 2006)

3.6 Influência do treinamento de força na prevenção de quedas em indivíduos idosos

Além dos benefícios supracitados, o treinamento da força também pode prevenir as quedas em idosos. É o que pode ser observado a partir do estudo de Silva e Matsuura (2002) que contou com uma amostra composta por 60 sujeitos, com idade entre 65 e 75 anos divididos em três grupos: praticantes de caminhada e musculação, praticantes de caminhada e ginástica na praia e grupo controle. Foram aplicados dois questionários com questões relativas ao histórico de quedas e a morbidade decorrente das mesmas e também à prática de atividade física, envolvendo tipo, duração, intensidade percebida, frequência e tempo de prática da atividade desempenhada. Para avaliar a marcha e o equilíbrio em indivíduos idosos foi realizado o “Teste de Equilíbrio e Marcha de Tinetti”.

O principal resultado do presente estudo é o melhor desempenho no “Teste de Equilíbrio e Marcha de Tinetti” observado nos indivíduos praticantes de

musculação sobre os praticantes de ginástica na praia e não praticantes de atividade física (figura 12).

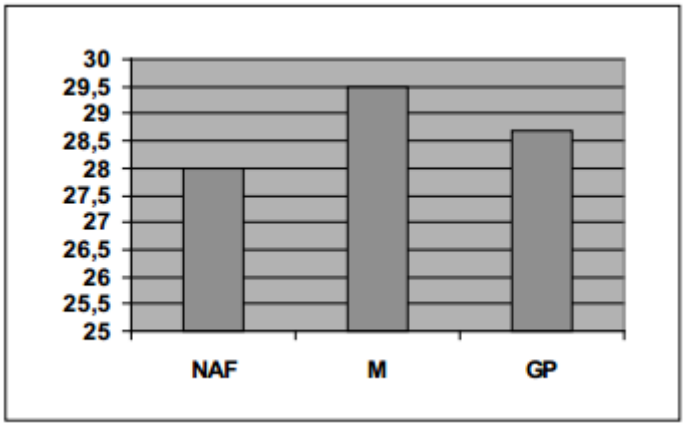

Figura 12: Escore obtido na Escala de Mobilidade e Marcha de Tinett em indivíduos sedentário (NAF), praticantes de musculação (M) e praticantes de ginástica na praia (AF)
Fonte: Silva e Matsuura, 2002

Além do melhor desempenho no referido teste, foi observado um menor percentual do índice de quedas em praticantes de musculação (figura 13), demonstrando que o treinamento de força é capaz de prevenir, de fato, estes tipos de acidentes.

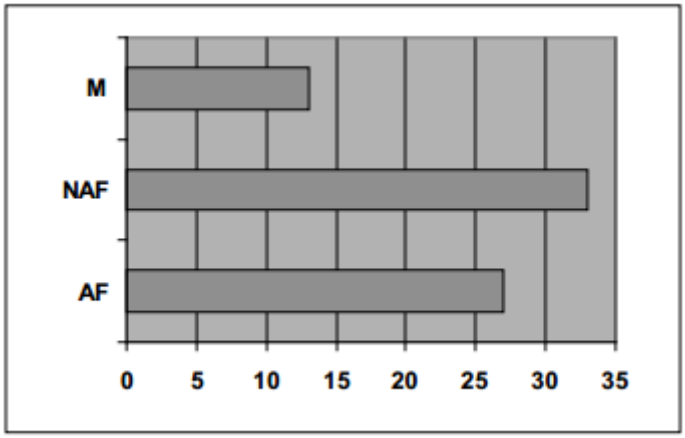

Figura 13: Percentual de Incidência de quedas observado em indivíduos sedentário (NAF), praticantes de musculação (M) e praticantes de ginástica na praia (AF)
Fonte: Silva e Matsuura, 2002

Não houve diferença estatística entre os escores obtidos pelo grupo que praticou ginástica na praia e o grupo não praticante de atividade física no “Teste de Equilíbrio e Marcha de Tinetti”. Isso porque os exercícios na ginástica são normalmente executados sem sobrecarga e por isso não implicam em ganhos significativos na força, redução da sarcopenia e na mobilidade de indivíduos idosos (SILVA; MATSUURA, 2002; MATSUDO *et al*., 2000).

Ribeiro *et al.* (2009) recrutaram 48 voluntários, com idade superior à 70 anos e dividiram-nos em dois grupos: grupo intervenção e grupo controle. Foi mensurada a força muscular dos flexores plantares e dorsiflexores do tornozelo, o equilíbrio e a mobilidade funcional de todos os sujeitos, porém apenas o grupo intervenção realizou o treinamento da força. Um dinamômetro foi utilizado para avaliar a força isométrica máxima dos músculos flexores plantares e dorsiflexores do tornozelo do membro dominante. A força muscular isométrica máxima dos flexores plantares foi testada com o sujeito em decúbito dorsal, com o quadril e joelhos estendidos e o tornozelo em posição neutra, enquanto a força muscular dos dorsiflexores foi testada com o sujeito sentado (ângulo de flexão do quadril 70-80°), o joelho estendido e o tornozelo em posição neutra. O equilíbrio foi avaliado utilizando o "Functional Reach Test" (FRT) e a mobilidade funcional foi avaliada através do "Timed Up and Go Test" (TUG). Os valores do "Functional Reach Test" foram medidos através da distância máxima (em cm) que os indivíduos conseguiam alcançar (à frente), enquanto permaneciam sempre na mesma base de sustentação, enquanto o "Timed Up and Go Test" foi avaliado pelo tempo necessário para que o sujeito se levante da cadeira, ande três metros, retorne e sente-se novamente. O grupo intervenção realizou um programa de treinamento de força, durante seis semanas, três vezes por semana, composto por exercícios de dorsiflexão e flexão plantar utilizando elásticos, sendo três séries de 10 repetições para cada exercício. No final do período de intervenção, todos os sujeitos foram novamente testados para as medidas do pós-teste de força, equilíbrio e mobilidade funcional.

Após as seis semanas de intervenção os valores da força muscular isométrica máxima dos flexores plantares e dorsiflexores, do "Functional Reach Test" e "Timed Up and Go Test" melhoraram significativamente (figura 14).

	Intervention group		Control group	
	Before	After	Before	After
Dorsiflexors (kg)	8.4 ± 0.45	12.6 ± 0.95*	8.5 ± 0.53	8.4 ± 0.52**
Plantar flexors (kg)	13.0 ± 0.85	17.5 ± 0.93*	12.4 ± 0.73	11.7 ± 0.62**
FRT (cm)	14.6 ± 0.54	22.3 ± 1.81*	14.6 ± 0.92	14.6 ± 0.82**
TUG (s)	18.4 ± 0.51	11.0 ± 0.66*	18.9 ± 1.73	19.6 ± 1.08**

*Significantly different before versus after; $P \leq 0.001$. **Significantly different between groups; $P \leq 0.001$.

Figura 14: Força muscular, equilíbrio (FRT) e mobilidade funcional (TUG), antes e após o período do treinamento de força em ambos os grupos
Fonte: Ribeiro *et al.,* 2009

Nos indivíduos que participaram do programa de treinamento de força, uma correlação significativa entre ganho de força nos flexores plantares e melhora no

FRT foi encontrada (r = 0,826; P = 0,01), sendo que 68,2% da melhora no FRT foi explicado pelo ganho de força dos flexores plantares. Baixos valores no FRT e TUG indicam baixo nível de equilíbrio e mobilidade funcional e consequentemente, maior risco de queda. As melhoras relativas ao treinamento da força nos valores desses testes e a correlação entre o ganho de força nos flexores plantares e a melhora no FRT, permitem inferir que esse tipo de treinamento é capaz de diminuir o risco de quedas em indivíduos idosos.

Vale a pena ressaltar que em todos os estudos analisados nessa revisão, as amostras foram compostas por indivíduos saudáveis. Uma atenção especial deve ser dada a idosos altamente descondicionados, funcionalmente limitados ou que sofrem de afecções crônicas que afetam sua capacidade de realizar as tarefas físicas. Nesses casos, segundo ACSM (2010), a intensidade da atividade física devem ser baixas no início, pode ser necessária uma abordagem conservadora em relação à progressão das atividades, a quantidade mínima recomendada de atividade física pode não ser alcançada e nesse caso o indivíduo deve realizar as atividades conforme tolerado, para evitar que sejam sedentários. Além disso, diferentes fatores devem ser levados em conta na prescrição do exercício para cada condição especial, como cardiopatia, câncer, artrite, entre outros. Cabe ao profissional, buscar informações a respeito da prescrição do exercício direcionada à população que ele deseja trabalhar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A força muscular reduz consideravelmente ao longo da vida, aumentando o risco de quedas em indivíduos idosos de ambos os sexos. O treinamento de força parece atenuar a chance de queda nesses indivíduos, além de exercer influência positiva na força muscular e no desempenho funcional. Portanto, recomenda-se a inclusão do treinamento de força na rotina de indivíduos idosos visando proporcionar benefícios em sua qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.T.; SOLDERA, C.L.C.; CARLI, G.T.; GOMES, I.; RESENDE, T.L. Análise de fatores extrínsecos e intrínsecos que predispõem a quedas em idosos, **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 58, n. 4, p. 427-433, 2012.

ALVES, R.V.; MOTA, J.; COSTA, M.C.; ALVES, J.G.B. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 10, n. 1, p. 31-37, 2004.

ANDRADE, R.M.; MATSUDO, S.M.M. Relação da Força Explosiva e Potência Muscular com a Capacidade Funcional no Processo de Envelhecimento, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 5, 2010.

ARAUJO, C.G.S. **Manual do ACSM para teste de esforço e prescrição de exercício**, 5 edição, Revinter, Rio de Janeiro, 2000.

ARAÚJO, M.L.M.; FLÓ, C.M.; MUCHALE, S.M. Efeitos dos exercícios resistidos sobre o equilíbrio e a funcionalidade de idosos saudáveis: artigo de atualização, **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 17, n. 3, p. 277-83, 2010.

BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. **Fundamento do treinamento de força e do condicionamento**, 3 edição, São Paulo, Manole, 2010.

BARBOSA, A.R.; SANTAREM, J.M.; FILHO, W.J.; MARUCCI, M.F.N. Efeitos de um programa de treinamento contra resistência sobre a força muscular de mulheres idosas, **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 5, n. 3, 2000.

BARROS, N. Impacto da sarcopenia na funcionalidade de idosos, 2009.

BOMPA, T.O. **Periodização**, 4 edição, São Paulo, Phorte Editora, 2002.

BUZZACHERA, C.F.; ELSANGEDY, H.M.; KRINSKI, K.; COLOMBO, H.; CAMPOS, W.; SILVA, S.G. Efeitos do treinamento de força com pesos livres sobre os componentes da aptidão funcional em mulheres idosas, **Revista da Educação Física/UEM**, v. 19, n. 2, p. 195-203, 2008.

CAVANI, V.; MIER, C.M.; MUSTO, A.A.; TUMMERS, N. Effects of a 6-week resistance training program on functional fitness of older adults, **Journal of Aging and Physical Activity,** v. 10, n. 4, p. 443-452, 2002.

COSTA, A. P. Adaptações ao treinamento de força, 2007.

COSTA, A.P. Treinamento de força em idosos, 2008.

FARINATTI, P.T.V. **Envelhecimento, promoção de saúde e exercício**, Rio de Janeiro, Manole, 2008.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**, 3 edição, Porto Alegre, Artmed, 2006.

FRONTERA, W.R.; HUGHES, V.A.; FIELDING, R.A.; FIATARONE, M.A.; EVANS, W. J.; ROUBENOFF, R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study, **Journal Applied Physiology,** v. 88, p. 1321-1326, 2000.

FRONTERA, W.R.; HUGHES, V.A.; LUTZ, K.J.; EVANS, W.J. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women, **Journal Applied Physiology**, v. 71, n. 2, p. 644-650, 1991.

GOMES, G.A.O.; CINTRA, F.A.; DIOGO, M.J.D.; NERI, A.L.; GUARIENTO, M.E.; SOUSA, M.L.R. Comparação entre idosos que sofreram quedas segundo desempenho físico e número de ocorrências, **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 13, n. 5, p. 430-437, 2009.

GONÇALVES, R.; GURJÃO, A.L.D.; GOBBI, S. Efeitos de oito semanas do treinamento de força na flexibilidade de idosos, **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano,** v. 9, n. 2, p. 145-153, 2007.

HARRIS, C.; DEBELISO M.A.; GIBSON, T.A.; ADAMS, K.J. The effect of resistance training intensity on strength gain response in the older adult, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 833, 2004.

HUNTER, G.R.; McMARTHY, J.P.; BAMMAN, M.M. Effects of Resistance Training on Older Adults, Sports **Medicine**, v. 34 , n. 5, p. 329-348, 2004.

ISHIZUKA, M.A.; MUTARELLI, E.G.; YAMAGUCHI, A.M.; FILHO, W.J. Falls by elders with moderate levels of movement functionality, **Clinics**, v. 60, n. 1, p. 41-46, 2005.

JAHANA, K.O.; DIOGO, M.J.D. Quedas em idosos: principais causas e consequências, **Revista Saúde Coletiva**, v. 4, n. 17, p. 148-153, 2007.

KALAPOTHARAKOS, V.I.; MICHALOPOULOU, M.; GODOLIAS, G.; TOKMAKIDIS, S.P.; MALLIOU, P.V. GOURGOULIS, V. The effects of high and moderate resistance training on muscle function in the elderly, **Journal of Aging & Physical Activity,** v. 12, n. 2, p. 131-143, 2004.

KOMI, P.V. **Força e potência no esporte**, Porto Alegre, Artmed, 2006.

KOMI, P.V. Strength and power in sport, **Blacwell Scientifics Publications**, 2003.

KRAUSE, M.P.; BUZZACHERA, C.F.; ELISA, T.H., SANTOS, C. R.; SILVA, S.G. Alterações morfológicas relacionadas a idade em mulheres idosas**, Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 8, n. 2, p. 73-77, 2006.

LACOURT, M.X.; MARINI, L.L. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura, **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 3, n. 1, p. 114-121, 2006.

LINDLE, R.S.; METTER, E. J.; LYNCH, N. A.; FLEG, J. L.; FOZARD, J. L.; TOBIN, J.; ROY, T. A.; HURLEY, B. F. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men 20-93 yr, **Journal Applied Physiology,** v.83, p. 1581-1587, 1997.

MACHADO, T.R.; OLIVEIRA, C.J.; COSTA, F.B.C.; ARAUJO, T.L. Avaliação da presença de risco para queda em idosos, **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 11, n. 1, p. 32-38, 2009.

MATSUDO, S.M.; KEIHAN, V.; MATSUDO, R.; NETO, T.L.B. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física, **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 8, n. 4, p. 21-32, 2000.

MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R.; NETO, B. Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e saúde mental durante o processo de envelhecimento, **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.5, n.2, p.60-76, 2000.

MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R.; NETO, T.L.B. Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 7, n. 1, p. 2-13, 2001.

MAZO, G.Z.; LIPOSCKI, D.B.; ANANDA, C.; PREVÊ, D. Condições de saúde, incidência de quedas e nível de atividade física dos idosos, **Revista brasileira de fisioterapia**, v. 11, n. 6, p. 437-442, 2007.

MORSE, C.I.; THOM, J.M.; MIAN, O.S.; MUIRHEAD, A.; BIRCH, K.; NARICI, M.V. Muscle strength, volume and activation following 12-month resistance training in 70-year-old males, **European Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 2-3, pp 197-204, 2005.

NERI, A.L**. Palavras-chave em gerontologia**, São Paulo, Editora Alínea, 2005.

NIEMAN, D.C. **Exercício e Saúde**, São Paulo, Manole, 1999.

NÓBREGA, A.C.L.; FREITAS, E.V.; OLIVEIRA, M.A.B.; LEITÃO, M.B.; LAZZOLI, J. K.; NAHAS, R.M.; BAPTISTA, C.A.S.; DRUMMOND, F. A.; REZENDE, L.; PEREIRA, J.; PINTO, M.; RADOMINSKI, R.B.; LEITE, N.; THIELE, E.S.; HERNANDEZ, A.J.; ARAÚJO, C.G.S.; TEIXEIRA, J.A.C.; CARVALHO, T.; BORGES, S.F.; ROSE, E.A. C. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 5, n. 6, 1999.

OLIVEIRA, F, R.P. Adaptações do treinamento de força na terceira idade, 2007.

PIERINE, D.T.; NICOLA M.; OLIVEIRA, E.P. Sarcopenia: alterações metabólicas e consequências no envelhecimento, **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 17, n. 3, p. 96-103, 2009.

PORTO, M; JUSTINO, J.L.; SILVA, L.P.G.; ZANQUETA, P.; FREITAS, A.R. Efeitos de um programa de exercícios com pesos sobre a força muscular e capacidade cardiorrespiratória de mulheres de meia idade.

RHODES, E.C.; MARTIN, A.D.; TAUNTON, J.E.; DONNELLY, M.; WARREN, J.; ELLIOT, J. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women, **British Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 1, p. 18-22, 2000.

RIBEIRO, F.; TEIXEIRA, F.; BROCHADO, G.; OLIVEIRA, J. Impact of low cost strength training of dorsi- and plantar flexors on balance and functional mobility in institutionalized elderly people, **Geriatrics & Gerontology International**, v. 9, n. 1, p. 75–80, 2009.

SAMULSKI D.; MENZEL H.J.; PRADO, L.S. **Treinamento Esportivo**, São Paulo, Manole, 2013.

SILVA, N.L.; FARINATTI, P.T.V. Influência de variáveis do treinamento contra resistência sobre a força muscular de idosos: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 60-66, 2007.

SILVA, V.F.; MATSUURA, C. Efeitos da prática regular de atividade física sobre o estado cognitivo e prevenção de quedas em idosos, **Fitness & Performance Journal**, v. 1, n. 3, p. 39-45, 2002.

SOUSA, N.J. Prevenção da queda do idoso: as alterações induzidas pelo treino da força no desempenho do Timed et-up & Go Test e do Functional Reach Test, 2001
SPIRDUSO, W. W. **Dimensões Físicas do envelhecimento**, Barueri, SP, Manole, 2005.

VERAS, R. Envelhecimento populacional contemporâneo: demandas, desafios e inovações, **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 3, p. 548-554, 2009.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**, São Paulo, Manole, 2003.

WIBELINGER, L.M.; TONIAL, A.; OLIVEIRA, G. Torque muscular de flexores e extensores de joelho de mulheres idosas com osteoporose, **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano,** v. 6, n. 3, p. 353-361, 2009.

ZATSIORSKY, V.M.; KRAEMER J. **Ciência e prática do treinamento de força**, 2 edição, Phorte, 2008.