



# Influência de variáveis do treinamento contra-resistência sobre a força muscular de idosos: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta

Nádia Lima da Silva<sup>1</sup> e Paulo de Tarso Veras Farinatti<sup>2</sup>

## RESUMO

A força muscular é considerada componente importante de programas de exercícios físicos. Os benefícios desse tipo de treinamento dependem da combinação do número de repetições, séries, sobrecarga, sequência e intervalos entre as séries e exercícios. No entanto, não se tem ainda muito clara qual a melhor combinação dessas variáveis para uma ótima relação dose-resposta em pessoas idosas. O objetivo do estudo foi analisar as pesquisas sobre treinamento de força para idosos, por meio de revisão sistemática, com o propósito de identificar tendências comuns em termos de efeitos do treinamento provocados pela manipulação dessas variáveis. Após definição de critérios de inclusão, foram selecionados 22 estudos, agrupados por similaridade de tratamento (número de séries, frequência semanal, intensidade, intervalos e ordem dos exercícios). Técnicas de estatística descritiva auxiliaram na determinação de possíveis tendências nas relações dose-resposta. Uma vez identificadas, essas tendências foram analisadas qualitativamente. De todas as variáveis revisadas, somente para a intensidade da sobrecarga foram encontradas evidências permitindo afirmar que cargas maiores seriam mais eficazes para induzir aumento de força nessa faixa etária. Quanto às demais variáveis, os resultados disponíveis na literatura não dão respaldo para inferências seguras quanto ao melhor delineamento de programas de treinamento que aliem, ao mesmo tempo, efetividade e segurança. Recomenda-se, então, que estudos sejam realizados para comparar experimentalmente os efeitos da manipulação dessas variáveis sobre a força muscular de idosos.

## ABSTRACT

### ***Influence of counter-resistance training variables on elderly muscular strength: a systematic review with emphasis on dose/response relationships***

*Muscular force is considered an important component of physical exercise programs. The results of this type of training depend on the combination of the number of repetitions, series, overload, sequence and intervals between series and exercises. However, it is still not very clear yet what the best combination of these variables for a good stimulus/response relationship in elderly people is. The objective of this study was to analyze the research on power-training for elderly people by means of systematic revision, with the intention to identify common trends in terms of effect of*

1. Universidade Gama Filho (UGF). Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UGF. Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde da UERJ (LABSAU), Rio de Janeiro, RJ.

2. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde da UERJ (LABSAU). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física da Universo.

Recebido em 17/7/05. Versão final recebida em 19/4/06. Aceito em 19/7/06.

**Endereço para correspondência:** Nádia Lima da Silva, Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, sala 8133-F, Maracanã – 20550-013 – Rio de Janeiro, RJ. E-mail: nadialima@globo.com ou farinatt@uerj.br

**Palavras-chave:** Envelhecimento. Treinamento de força. Prescrição de exercícios.

**Keywords:** Aging. Power-training. Prescribed exercises.

**Palabras-clave:** Envejecimiento. Entrenamiento de fuerza. Prescripción de ejercicios.

*the training provoked by the manipulation of these variables. After definition of inclusion criteria, 22 cases were selected and grouped by treatment similarity (number of series; weekly frequency; intensity; intervals and order of the exercises). Techniques of descriptive statistics were used in order to determine possible trends in the stimulus/response relationship. Once identified, these trends were qualitatively analyzed. Among the variables revised, only for intensity of overload evidence that allows affirming that heavier loads would be more effective to induce force increase in this age group was found. Concerning the remaining variables, the results available in the literature do not support accurate inferences in terms of the best type of training program that connects effectiveness and safety. Therefore further studies should be conducted in order to experimentally compare the effects of the manipulation of these variables on muscular force in elderly people.*

## RESUMEN

### ***Influencia de las variables de entrenamiento contra-resistencia sobre la fuerza muscular de ancianos: una revisión sistemática con énfasis en las relaciones dosis-respuesta***

*La fuerza muscular es considerada componente importante de programas de ejercicios físicos. Los beneficios de ese tipo de entrenamiento dependen de la combinación del número de repeticiones, series, sobrecarga, secuencia e intervalos entre las series y ejercicios. A pesar de esto, no se tiene aún muy claro cuál es la mejor combinación de esas variables para una óptima relación dosis-respuesta en personas ancianas. El objetivo de este estudio ha sido analizar las investigaciones sobre entrenamiento de fuerza para ancianos, mediante una revisión sistemática, con el propósito de identificar tendencias comunes en términos de efectos del entrenamiento provocados por la manipulación de estas variables. Una vez definidos los criterios de inclusión, fueron seleccionados 22 estudios, agrupados por semejanza de tratamiento (nº de series, frecuencia semanal, intensidad, intervalos y orden de los ejercicios). Técnicas de estadística descriptiva auxiliaron en la determinación de posibles tendencias en las relaciones dosis-respuesta. Al identificarse, esas tendencias fueron analizadas cualitativamente. De todas las variables revisadas, solamente para la intensidad de sobrecarga fueron encontradas evidencias, lo que permite afirmar que cargas mayores serían más eficaces para inducir un aumento de fuerza a esa edad. En relación a las demás variables, los resultados disponibles en la literatura no dan respaldo para realizar inferencias seguras respecto al mejor delineamiento de programas de entrenamiento que alien, al mismo tiempo, efectividad y seguridad. Por tanto, se recomienda que estudios posteriores sean realizados para comparar experimentalmente los efectos de la manipulación de esas variables sobre la fuerza muscular de ancianos.*

## INTRODUÇÃO

A força muscular pode ser definida como a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento realizado em dada velocidade<sup>(1)</sup>. Nas últimas décadas, ela passou a ser considerada um componente fundamental da aptidão física voltada para a manutenção da qualidade de vida dos indivíduos, fazendo parte da maioria dos programas de treinamento físico com vistas à saúde<sup>(2-4)</sup>.

A importância do desenvolvimento de um programa de treinamento de força para conservação da capacidade de trabalho torna-se cada vez maior conforme o aumento da idade do indivíduo, já que há tendência progressiva ao declínio. Para Macaluso e De Vito<sup>(5)</sup>, os estudos sobre o tema trazem evidências de que o músculo alcança sua força máxima entre a segunda e a terceira décadas de vida e mostra diminuição lenta ou imperceptível até cerca de 50 anos de idade, quando começa a declinar aproximadamente 12% a 15% por década, com perdas mais rápidas acima dos 65 anos de idade.

A diminuição de força muscular traz conseqüências para a autonomia funcional de idosos<sup>(6-7)</sup>. Latham *et al.*<sup>(8)</sup>, por exemplo, demonstraram que níveis reduzidos de força seriam associados a menor velocidade de caminhada e a inaptidão que acarretaria elevação do risco de quedas e fraturas nas pessoas mais velhas. De forma geral, perdas progressivas de força tendem a deixar os idosos incapacitados para realizarem 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 desses indivíduos<sup>(9-10)</sup>.

Por outro lado, a força muscular pode melhorar em idosos, desde que estes se submetam a um programa de treinamento com sobrecargas. Estudos como o de Hunter *et al.*<sup>(2)</sup>, Frontera *et al.*<sup>(11-12)</sup>, Fiantarone *et al.*<sup>(13)</sup>, Valkeinen *et al.*<sup>(14)</sup> e Latham *et al.*<sup>(15)</sup> reforçam essa possibilidade, demonstrando que esse tipo de treinamento melhora a função e estrutura muscular, articular e óssea em qualquer idade. O acúmulo de resultados positivos nessa direção, aliás, explica o aumento considerável de programas de treinamento de força direcionados para sujeitos idosos.

Entretanto, os benefícios promovidos pelo treinamento contra-resistência dependem da manipulação de vários fatores, dentre os quais se destacam a intensidade, a frequência e o volume de treinamento. Tais fatores, por sua vez, derivam da combinação do número de repetições, séries, sobrecarga, seqüência e intervalos entre as séries e os exercícios, e a velocidade de execução dos movimentos impostos ao treinamento<sup>(16-18)</sup>. No entanto, não se tem ainda muito clara qual a melhor combinação dessas variáveis para uma ótima relação dose-resposta. Estudos como os revisados por Gomes e Pereira<sup>(19)</sup>, por exemplo, mostram que diferentes combinações podem ser igualmente eficientes para o alcance desses objetivos. Mesmo diante dessa incerteza, uma diretriz normalmente seguida por especialistas em treinamento de força para adultos jovens saudáveis é a sugerida pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), que recomenda que sejam executados de oito a 10 exercícios com três séries de oito a 12 repetições máximas (RM), em frequência semanal de dois a três dias por semana como ponto de partida<sup>(17)</sup>. Em seu texto, entretanto, nada é recomendado especificamente para populações de idosos.

Pearson *et al.*<sup>(20)</sup>, ao divulgarem as diretrizes básicas da *National Strength and Conditioning Association* (NSCA) para treinamento de força para atletas, citam na seção destinada a desportistas com idade avançada que nenhuma recomendação especial poderia ser feita, pois faltariam estudos que dessem sustentação para isso. Afirmando, ainda, que para atletas nessa faixa etária as mesmas recomendações para indivíduos jovens poderiam ser aplicadas. Como as recomendações feitas pela NSCA referem-se mais a atletas, as diretrizes do ACSM vêm sendo as mais difundidas.

Nesse sentido, se ainda persistem dúvidas sobre as variáveis metodológicas associadas à prescrição do treinamento de força

para adultos jovens e saudáveis, o problema é ainda maior quando se consideram pessoas idosas. Deve-se lembrar que, até pouco tempo atrás, exercícios resistidos com sobrecargas importantes eram considerados inadequados para esse grupo<sup>(21-22)</sup>.

Por outro lado, dada a carência de dados especificamente obtidos com idosos, recomendações de agências normativas (como o ACSM) vêm sendo utilizadas universalmente para a prescrição do treinamento da força. Em outras palavras, parece não haver maiores preocupações com uma adaptação das variáveis do treinamento às características do organismo senescente. Isso dá margem ao seguinte questionamento: em termos de dose-resposta, qual seria a metodologia de treinamento mais eficiente para o desenvolvimento da força muscular de pessoas idosas?

Pode-se pensar, portanto, que haveria necessidade de estudos mais sistemáticos de revisão, buscando identificar referências comuns em relação às variáveis metodológicas do treinamento de força para essa população. Alguns estudos foram realizados com esse propósito. No entanto, a população analisada foi de adultos jovens e aparentemente saudáveis, como no caso do estudo desenvolvido por Rhea *et al.*<sup>(18)</sup>. Esses autores realizaram uma metanálise para determinar a relação dose-resposta em relação à intensidade, frequência e número de séries do treinamento contra-resistência, no que dizia respeito aos ganhos de força muscular. Outro estudo foi o desenvolvido por Wolfe *et al.*<sup>(16)</sup>, com objetivo de investigar a mesma relação ao compararem-se programas envolvendo séries simples e múltiplas.

No que diz respeito à população de idosos, só foi encontrado um trabalho que analisou em conjunto os resultados dos estudos experimentais disponíveis, qual seja, a metanálise realizada por Latham *et al.*<sup>(8)</sup>. No entanto, o enfoque dos autores foi mais epidemiológico, voltando-se para os efeitos do treinamento sobre aspectos como prevenção de quedas e redução da inaptidão física. O estudo não se deteve nos aspectos metodológicos dos treinamentos propostos e nos ganhos de força por eles produzidos.

Desse modo, para que se possa ter mais clareza quanto ao papel isolado e combinado das variáveis do treinamento para o ganho de força nessa faixa de idade, é que se justifica o investimento em revisões sistemáticas com ênfase nas relações de dose-resposta. Assim sendo, o objetivo do presente estudo é analisar as pesquisas sobre treinamento de força para pessoas idosas, por meio de revisão sistemática. O propósito foi identificar possíveis tendências comuns, em termos de efeitos do treinamento, provocados pela manipulação das seguintes variáveis: carga, número de séries, frequência semanal, intervalo de recuperação e ordem dos exercícios.

## METODOLOGIA

O estudo constituiu-se como uma revisão sistemática. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados para selecionar os estudos para análise: a) estudos experimentais, nos quais somente treinamentos com sobrecarga tenham sido utilizados; b) população-alvo composta de indivíduos aparentemente saudáveis, de ambos os sexos, com 60 anos de idade ou mais.

Participaram da seleção somente os estudos publicados e encontrados através de busca eletrônica no *Medline*, *Lilacs* e *Sport Discus*. Foram utilizados para a prospecção dos estudos: a) algoritmos de busca com reconhecimento da literatura especializada; b) lista de referências dos estudos encontrados; c) busca manual dos artigos em revistas não localizadas por meio virtual.

Inicialmente, foram selecionados 166 estudos, dos quais somente 22 foram enquadrados nos critérios de inclusão preestabelecidos. Dos estudos selecionados, foram analisados os seguintes itens: a) intervenções – metodologia do treinamento (nº de séries, nº de repetições, frequência semanal, intensidade do esforço, ordem e intervalo entre as séries de exercícios); b) os resultados encontrados.

Para análise dos resultados encontrados, os 22 estudos selecionados foram agrupados por similaridade de tratamento (nº de série, frequência semanal, intensidade, intervalos e ordem dos exercícios) e seus resultados em termo de ganhos de força foram somados e sobre a soma foi aplicada a média para determinação da dose-resposta de seus tratamentos. As diferenças entre as médias encontradas em cada grupo de estudo foram analisadas qualitativamente.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Número de séries

A análise da variável 'número de séries' revelou que, dentre os 22 estudos que se enquadraram nos critérios de seleção, somente três apresentaram como objetivo a comparação do seu efeito sobre o ganho de força (quadro 1). Desses, somente um teve como propósito investigar especificamente os diferentes ganhos de força mediante número de séries diferentes para um mesmo grupo muscular, qual seja, o desenvolvido por Harris *et al.*<sup>(23)</sup>. Os outros dois, de Menkes *et al.*<sup>(24)</sup> e Treuth *et al.*<sup>(25)</sup>, verificaram a diferença no ganho de força entre membros inferiores (MI) e superiores (MS), (uma série para MS e duas séries para MI). Os resultados desses dois estudos são apresentados no quadro 1. Note-se que não houve diferença significativa entre os grupos de treinamento, o que pode sugerir que os membros superiores necessitariam de maior volume de trabalho. No entanto, nenhum estudo comparou os resultados obtidos com um número igual de séries para MS e MI. Outra dúvida remete a possíveis diferenças de resposta em homens e mulheres, pois os dois estudos foram desenvolvidos somente com o sexo masculino.

QUADRO 1 Estudos que compararam ganhos de força em idosos mediante diferentes números de séries			
Estudo	Amostra	Tratamento	Resultado (ganho de força)
Harris <i>et al.</i> <sup>(23)</sup>	N 51 ♂ ♀ Membros inferior e superior	<b>2 séries</b> de 15RM <b>3 séries</b> de 9RM <b>4 séries</b> de 6RM 2x semana/18 semanas	2 séries = 44% 3 séries = 51% 4 séries = 50% (Média de 8 exercícios)
Menkes <i>et al.</i> <sup>(24)</sup>	N 18 ♂ Membros inferior e superior	<b>1 série</b> de 15RM para MS <b>2 séries</b> de 15RM para MI 3x semana/16 semanas	1 série = 43% 2 séries = 47% (Média de 6 exercícios)
Treuth <i>et al.</i> <sup>(25)</sup>	N 22 ♂ Membros inferior e superior	<b>1 série</b> de 15RM para MS <b>2 séries</b> de 15RM para MI 3x semana/16 semanas	1 série = 39% 2 séries = 42% (Média de 6 exercícios)

Participaram do estudo desenvolvido por Harris *et al.*<sup>(23)</sup> homens e mulheres. Foram comparadas duas séries de 15RM, três de 9RM e quatro de 6RM, mas nenhuma diferença significativa entre os grupos foi identificada. Esse resultado poderia sugerir que, em idades avançadas, o número de séries não influiria nos ganhos de força. Todavia, por se tratar de um único estudo com tal delineamento, seria precipitado qualquer tipo de afirmação. A falta de informações quanto à melhor quantidade de séries para o desenvolvimento de força, no entanto, não é exclusividade do treinamento com idosos. Apenas para ilustrar, em revisão recente, Gomes e Pereira<sup>(19)</sup> demonstraram não haver evidências suficientes para se afirmar que múltiplas séries são melhores do que série simples, isso ao revisarem os estudos disponíveis sobre treinamento para adultos jovens.

Apesar de ainda não se ter uma evidência muito forte quanto ao melhor número de séries para se desenvolver a força muscular no idoso, a grande maioria dos estudos analisados apostou na utilização de três séries em seu tratamento, perfazendo um total de 13 estudos. Apenas três adotaram duas séries e dois, uma única série (quadro 2).

QUADRO 2  
Estudos considerados para cálculo dos ganhos médios associados a diferentes nºs de séries

Estudo	Amostra	Tratamento	Resultado (ganho de força)
Kalapocharakos <i>et al.</i> <sup>(3)</sup>	N 33 Membros inferior e superior	<b>3 séries</b> 80% de 1RM 60% de 1RM 3x semana/12 semanas	80% de 1RM = 41,82% 60% de 1RM = 30,37% (Média de 8 exercícios)
Hagerman <i>et al.</i> <sup>(4)</sup>	N 22 Membro inferior	<b>3 séries</b> 85-90% de 1RM 2x semana/16 semanas	68,7% (Média para extensão de joelho, <i>leg-press</i> e agachamento)
Rhodes <i>et al.</i> <sup>(9)</sup>	N 38 Membros inferior e superior	<b>3 séries</b> 86% de 1RM 3x semana/12 meses	53% (Média de 6 exercícios)
Judge <i>et al.</i> <sup>(10)</sup>	N 31 Membro inferior	<b>3 séries</b> 75-80% de 1RM 3x semana/12 semanas	32% (Média para extensão de joelho)
Frontera <i>et al.</i> <sup>(11)</sup>	N 14 Membro inferior	<b>3 séries</b> 80% de 1RM 3x semana/12 semanas	40% (Média para extensão de joelho)
Seynnes <i>et al.</i> <sup>(27)</sup>	N 22 Membro inferior	<b>3 séries</b> 80% de 1RM 40% de 1RM 3x semana/10 semanas	80% de 1RM = 57,3% 40% de 1RM = 36% (Média para extensão de joelho)
Reeves <i>et al.</i> <sup>(28)</sup>	N 18 Membro inferior	<b>3 séries</b> 70-75% de 1RM 3x semana/14 semanas	19% (Média para extensão de joelho e <i>leg-press</i> )
Miszko <i>et al.</i> <sup>(29)</sup>	N 39 Membros superior e inferior	<b>3 séries</b> 50% a 70% de 1RM 80% de 1RM 3x semana/16 semanas	80% de 1RM = 18,72% 50 a 70% de 1RM = 12,23% (Média para supino reto e <i>leg-press</i> )
Brandon <i>et al.</i> <sup>(30)</sup>	N 85 Membro inferior	<b>3 séries</b> 50%, 60% e 70% de 1RM 3x semana/16 semanas	51,7% (Média para extensão e flexão de joelho e flexão plantar)
Taaffe <i>et al.</i> <sup>(31)</sup>	N 53 Membros inferior e superior	<b>3 séries</b> 80% de 1RM 1, 2, 3x sem/ 24 semanas	1x sem = 37,0% 2x sem = 41,9% 3x sem = 39,7% (Média de 8 exercícios)
Morganti <i>et al.</i> <sup>(32)</sup>	N 39 Membro inferior	<b>3 séries</b> 84% de 1RM 3x semana/12 meses	61,9% (Média para extensão de joelho, <i>leg-press</i> e adução de quadril)
Judge <i>et al.</i> <sup>(33)</sup>	N 48 Membro inferior	<b>3 séries</b> 75% de 1RM 3x semana/12 semanas	62% (Média de 8 exercícios)
Pika <i>et al.</i> <sup>(34)</sup>	N 14 Membros inferior e superior	<b>3 séries</b> 70% a 75% de 1RM 3x semana/52 semanas	62,39% (Média de 12 exercícios)
Hunter <i>et al.</i> <sup>(2)</sup>	N 36 Membros inferior e superior	<b>2 séries</b> 80% de 1RM 50, 65 e 80% 1RM 3x semana/25 semanas	80% de 1RM = 32,8% 50/65/80% de 1RM = 32,8% (Média de 4 exercícios)
Tsutsumi <i>et al.</i> <sup>(35)</sup>	N 42 Membros superior e inferior	<b>2 séries</b> 75% a 85% de 1RM 55% a 65% de 1RM 3x semana/12 semanas	75% a 85% de 1RM = 48,2% 55% a 65% de 1RM = 39,7% (Média de 12 exercícios)
Schlicht <i>et al.</i> <sup>(36)</sup>	N 22 Membro inferior	<b>2 séries</b> 75% de 1RM 3x semana/8 semanas	27,5% (Média de 6 exercícios)
Vincent e Braith <sup>(37)</sup>	N 62 Membros inferior e superior	<b>1 série</b> 50% de 1RM 80% de 1RM 3x semana/24 semanas	50% de 1RM = 52,4% 80% de 1RM = 79,0% (Média de 10 exercícios)
Hurley <i>et al.</i> <sup>(38)</sup>	N 35 Membros inferior e superior	<b>1 série</b> 15RM 3x semana/16 semanas	43% (Média de 6 exercícios)

Se pudesse ser feita uma média dos resultados em incrementos de força de todos os estudos que utilizaram três séries, encontrar-se-ia um resultado de 40%; no caso dos que utilizaram duas séries, 37,3%; e dos que utilizaram somente uma série, 58%. Esse tipo de análise é questionável, já que os estudos analisados apresentam delineamentos diferentes (intensidade do esforço, frequência semanal, grupamentos musculares envolvidos e duração do treinamento). Por outro lado, em que pesem tais restrições, não se pode negar que a abordagem é ilustrativa da pouca relação do número de séries com ganhos efetivos de força nessa população.

Um único estudo localizado não foi considerado para o cálculo do ganho médio mencionado: trata-se do trabalho desenvolvido por Lamoureux *et al.*<sup>(26)</sup>. Explica-se tal opção pelo fato de a pesquisa apresentar delineamento completamente diferente das demais. Os autores investigaram o efeito do aumento progressivo da intensidade da carga e do número de séries ao longo de seis meses de treino, o que levou a aumento de 235% na força dos sujeitos envolvidos. Não se localizou outro estudo com propósito e métodos similares, dificultando uma análise comparativa.

### Frequência semanal

Localizou-se apenas um estudo com a preocupação de investigar a influência da variável 'frequência semanal' no ganho de força muscular em idosos. Taafe *et al.*<sup>(31)</sup> desenvolveram um estudo com 53 indivíduos distribuídos em quatro grupos: um que treinou uma vez por semana; outro que treinou duas vezes; um terceiro que treinou três vezes por semana; e um quarto que se caracterizou como grupo controle. Os treinamentos duraram 24 semanas e os autores não encontraram diferenças significativas entre os grupos experimentais.

Mesmo não havendo estudos comparativos que apoiem a hipótese de que rotinas envolvendo três sessões semanais sejam melhores do que aquelas envolvendo uma ou duas sessões, 19 dos 22 estudos analisados utilizaram uma frequência de três vezes semanais em suas pesquisas (quadro 3). Somente um valeu-se de duas sessões, enquanto nenhum realizou pesquisas com uma única sessão de treinamento na semana.

Adotando-se a mesma abordagem mencionada para o número de séries, ao calcular-se a média dos resultados obtidos nos 19 que utilizaram em seus tratamentos frequência de treinamento de três vezes semanais, encontrar-se-á como resultado valor aproximado de 45,03% em ganho de força em idosos. Harris *et al.*<sup>(23)</sup>, em estudo desenvolvido com aplicação de somente duas sessões semanais, encontraram média bem similar, de 47,5%. De certa forma, isso tende a reforçar os achados de Taafe *et al.*<sup>(31)</sup>. No entanto, a consistência da análise fica prejudicada por se tratar de estudos com delineamentos distintos.

Vale ressaltar que, mais uma vez, o estudo desenvolvido por Lamoureux *et al.*<sup>(26)</sup>, por apresentar características metodológicas completamente diferentes dos demais, não foi levado em conta para determinação do ganho médio de força. Além de aplicar aumento progressivo da intensidade da carga e do número de séries ao longo de seis meses de treinamento, os autores também variaram a frequência semanal, começando nos primeiros três meses com frequência de três dias, terminando os últimos três com somente duas sessões de treino na semana. Como dito, essa variação no tratamento dos sujeitos, bem como o fato de não se encontrar outro estudo similar, impede maiores conclusões. Os ganhos de força, porém, e cabe ressaltar esse aspecto, foram bastante superiores aos observados pelos demais estudos.

### Intensidade da carga

A intensidade da carga no treinamento de força, representada pelo percentual de 1RM ou pelo número de repetições máximas que o indivíduo executa a cada série desenvolvida no programa contra-resistência, é a variável que mais tem tomado espaço nas pautas de estudo dos especialistas da área, em comparação com as demais.

QUADRO 3 Estudos considerados para cálculo dos ganhos médios associados a diferentes frequências semanais			
Estudo	Amostra	Tratamento	Resultado (ganho de força)
Hunter <i>et al.</i> <sup>(2)</sup>	N 36 Membros inferior e superior	2 séries 80% de 1RM 50, 65 e 80% de 1RM <b>3x semana</b> /25 semanas	80% de 1RM = 32,8% 50/65/80% 1RM = 32,8% (Média de 4 exercícios)
Kalopotharakos <i>et al.</i> <sup>(3)</sup>	N 33 Membros inferior e superior	3 séries 80% de 1RM 60% de 1RM <b>3x semana</b> /12 semanas	80% de 1RM = 41,82% 60% de 1RM = 30,37% (Média de 8 exercícios)
Rhodes <i>et al.</i> <sup>(9)</sup>	N 38 Membros inferior e superior	3 séries 86% de 1RM <b>3x semana</b> /12 meses	53% (Média de 6 exercícios)
Frontera <i>et al.</i> <sup>(11)</sup>	N 14 Membros inferior	80% de 1RM 3 séries <b>3x semana</b> /12 semanas	40% (Média para extensão de joelho)
Menkes <i>et al.</i> <sup>(24)</sup>	N 18 ♂ Membros inferior e superior	1 série de 15RM para MS 2 séries de 15RM para MI <b>3x semana</b> /16 semanas	1 série = 43% 2 séries = 47% (Média de 6 exercícios)
Treuth <i>et al.</i> <sup>(25)</sup>	N 22 ♂ Membros inferior e superior	1 série de 15RM para MS 2 séries de 15RM para MI <b>3x semana</b> /16 semanas	1 série = 39% 2 séries = 42% (Média de 6 exercícios)
Seynnes <i>et al.</i> <sup>(27)</sup>	N 22 Membro inferior	3 séries 80% de 1RM 40% de 1RM <b>3x semana</b> /10 semanas	80% de 1RM = 57,3% 40% de 1RM = 36% (Média para extensão de joelho)
Reeves <i>et al.</i> <sup>(28)</sup>	N 18 Membro inferior	70-75% de 1RM 3 séries <b>3x semana</b> /14 semanas	19% (Média para extensão de joelho e leg-press)
Miszko <i>et al.</i> <sup>(29)</sup>	N 39 Membros superior e inferior	3 séries 50% a 70% de 1RM 80% de 1RM <b>3x semana</b> /16 semanas	80% de 1RM = 18,72% 50 a 70% de 1RM = 12,23% (Média para supino reto e leg-press)
Brandon <i>et al.</i> <sup>(30)</sup>	N 85 Membro inferior	3 séries 50%, 60% e 70% de 1RM <b>3x semana</b> /16 semanas	51,7% (Média para extensão e flexão de joelho e flexão plantar)
Morganti <i>et al.</i> <sup>(32)</sup>	N 39 Membro inferior	3 séries 84% de 1RM <b>3x semana</b> /12 meses	61,9% (Média para extensão de joelho, leg-press e adução de quadril)
Judge <i>et al.</i> <sup>(33)</sup>	N 48 Membro inferior	3 séries 75% de 1RM <b>3x semana</b> /12 semanas	62% (Média de 8 exercícios)
Pika <i>et al.</i> <sup>(34)</sup>	N 14 Membros inferior e superior	3 séries 70% a 75% de 1RM <b>3x semana</b> /52 semanas	62,39% (Média de 12 exercícios)
Judge <i>et al.</i> <sup>(10)</sup>	N 31 Membro inferior	3 séries 75-80% de 1RM <b>3x semana</b> /12 semanas	32% (Média para extensão de joelho)
Tsutsumi <i>et al.</i> <sup>(35)</sup>	N 42 Membros superior e inferior	2 séries 75% a 85% de 1RM 55% a 65% de 1RM <b>3x semana</b> /12 semanas	75% a 85% de 1RM = 48,2% 55% a 65% de 1RM = 39,7% (Média de 12 exercícios)
Schlicht <i>et al.</i> <sup>(36)</sup>	N 22 Membro inferior	2 séries 75% de 1RM <b>3x semana</b> /8 semanas	27,5% (Média de 6 exercícios)
Vincent e Braith <sup>(37)</sup>	N 62 Membros inferior e superior	1 série 50% de 1RM 80% de 1RM <b>3x semana</b> /24 semanas	50% de 1RM = 52,4% 80% de 1RM = 79,0% (Média de 10 exercícios)
Hagerman <i>et al.</i> <sup>(4)</sup>	N 22 Membro inferior	3 séries 85-90% de 1RM <b>2x semana</b> /16 semanas	68,7% (Média para extensão de joelho, leg-press e agachamento)
Harris <i>et al.</i> <sup>(23)</sup>	N 51 ♂ ♀ Membros inferior e superior	2 x 15RM; 3x 9RM; 4 x 6RM <b>2 x semana</b> /18 semanas	2 séries = 44%; 3 séries = 51%; 4 séries = 50% (Média de 8 exercícios)
Hurley <i>et al.</i> <sup>(38)</sup>	N 35 Membros inferior e superior	1 série 15RM <b>3x semana</b> /16 semanas	43% (Média de 6 exercícios)

Dos 22 estudos analisados, seis adotaram como objeto central a comparação entre intensidades baixas e altas, dentre os quais, quatro encontraram diferenças significativas com vantagem para as altas cargas, na maior parte das vezes fixada em limiar de 80% de 1RM<sup>(3,27,37)</sup>. Somente o estudo de Tsutsumi *et al.*<sup>(35)</sup> trabalhou com cargas que se mantiveram entre 75 e 85%. São usualmente consideradas como cargas baixas aquelas entre 40% e 65% de 1RM, como pode ser visualizado no quadro 4.

<b>QUADRO 4</b> <b>Estudos que compararam ganhos de força em idosos mediante diferentes intensidades de carga</b>			
Estudo	Amostra	Tratamento	Resultado (ganho de força)
Kalopotharakos <i>et al.</i> <sup>(3)</sup>	N 33 Membros inferior e superior	3 séries/8 rep/ <b>80%</b> de 1RM 3 séries/15 rep/ <b>60%</b> de 1RM 3x semana/12 semanas	80% de 1RM = 41,82% 60% de 1RM = 30,37% (Média de 8 exercícios)
Tsutsumi <i>et al.</i> <sup>(35)</sup>	N 42 Membros superior e inferior	2 séries/8-12 rep/ <b>75-85%</b> de 1RM 2 séries/12-16 rep/ <b>55-65%</b> de 1RM 3x semana/12 semanas	75% a 85% de 1RM = 48,2% 55% a 65% 1RM = 39,7% (Média de 12 exercícios)
Hunter <i>et al.</i> <sup>(2)</sup>	N 36 Membros inferior e superior	2 séries x 10 rep. x <b>80%</b> de 1RM 2 séries x 10 rep. x <b>50, 65 e 80%</b> de 1RM 3x semana/25 semanas	80% de 1RM = 32,8% 50/65/80% 1RM = 32,8% (Média de 4 exercícios)
Vincent e Braith <sup>(37)</sup>	N 62 Membros inferior e superior	1 série <b>50%</b> de 1RM <b>80%</b> de 1RM 3x semana/24 semanas	50% de 1RM = 52,4% 80% de 1RM = 79,0% (Média de 10 exercícios)
Seynnes <i>et al.</i> <sup>(27)</sup>	N 22 Membro inferior	3 séries <b>80%</b> de 1RM <b>40%</b> de 1RM 3x semana/10 semanas	80% de 1RM = 57,3% 40% de 1RM = 36% (Média para extensão de joelho)
Harris <i>et al.</i> <sup>(23)</sup>	N 51 ♂ ♀ Membros inferior e superior	<b>2 de 15RM; 3 de 9RM;</b> <b>4 de 6RM</b> 2x semana/18 semanas	2 séries = 44%; 3 séries = 51%; 4 séries = 50% (Média de 8 exercícios)

Valendo-se da mesma abordagem utilizada para as variáveis anteriores, os ganhos médios obtidos pelos indivíduos que treinaram com alta intensidade mantiveram-se em torno de 55,6%, enquanto que os que treinaram com baixa intensidade ficaram por volta de 39,9% (quadro 5).

É interessante verificar, no quadro 4, que dois estudos, Kalopotharakos *et al.*<sup>(3)</sup> e Seynnes *et al.*<sup>(27)</sup>, apresentaram um delineamento bastante semelhante quando se tratava da frequência semanal (3x semana), percentual de 1RM (80%) e tempo de treinamento (12 e 10 semanas, respectivamente). Os outros dois estudos, de Tsutsumi *et al.*<sup>(35)</sup> e Vincent e Braith<sup>(37)</sup>, trabalharam com uma e duas séries e com tempo de treinamento de 24 e 25 semanas, respectivamente. Vale ressaltar que Vincent e Braith<sup>(37)</sup>, utilizando o menor número de séries, encontraram os maiores ganhos de força com alta intensidade de carga (79%).

Dois estudos não encontraram diferenças significativas no incremento de força de idosos, quando comparados treinamentos com cargas elevadas e baixas. O de Hunter *et al.*<sup>(2)</sup> comparou um grupo que treinou com duas séries à intensidade de 80% de 1RM, com um grupo que treinou um dia da semana a 50%, outro dia a 65% e no terceiro dia a 80%. Os autores encontraram para um incremento de força média de 28,5% e 37,1% para membros superiores e inferiores, respectivamente, para o primeiro e segundo grupos. Cabe notar, porém, que talvez não se possa caracterizar o segundo grupo como treinado apenas com cargas baixas, mas antes variadas. Não há outros estudos que possam auxiliar na discussão do papel da variação das cargas no aumento potencial da força em treinamentos de curto e médio prazos. Contudo, pode-

se pensar que os ganhos de força decorrentes de adaptações coordenativas, predominantes nesse tipo de programa, estejam na origem dos resultados obtidos. Talvez o componente neural seja sensível a esse tipo de manipulação, uma vez que se reflete no padrão de recrutamento das unidades motoras<sup>(1-2)</sup>. Com isso, o repertório motor associado ao programa apresentar-se-ia enriquecido, com possível efeito sobre a otimização da contração nos exercícios propostos<sup>(1)</sup>.

O estudo de Harris *et al.*<sup>(23)</sup> não encontrou diferenças significativas entre diferentes intensidades de trabalho, comparando grupos que treinaram com duas séries de 15RM, três séries de 9RM e quatro séries de 6RM. Os ganhos observados pelos autores, respectivamente para cada grupo, foram de 44, 51 e 50% da força medida na linha de base. Como o número de séries também variou, o trabalho total dos grupos manteve-se similar, o que torna difícil concluir que as diferentes intensidades embutidas nos números de repetições máximas realizadas teriam o mesmo potencial de desenvolvimento da força.

De forma geral, portanto, há evidências de que cargas de alta intensidade proporcionam incremento significativamente maior nos ganhos de força em idosos, em comparação com cargas menores. Esses achados podem ser explicados pelo fato de que os principais fatores que contribuem para o incremento da força em função do treinamento são as adaptações neurais e as hipertróficas<sup>(39)</sup>. Em um momento precoce do treinamento, o desenvolvimento neural tende a ser a via preferencial para melhorar a capacidade de mobilizar cargas, pois um nível maior de força pode ser criado aumentando a frequência e o recrutamento de unidades motoras dos grupos musculares envolvidos no movimento<sup>(40-41)</sup>. Kraemer *et al.*<sup>(42)</sup>, nesse sentido, apontam que o recrutamento das unidades motoras através da alta intensidade do trabalho neural pode habilitar previamente fibras musculares subutilizadas para serem treinadas.

Essa possibilidade parecer ter boa aceitação na literatura: dos 16 estudos encontrados que não tiveram como objetivo comparar diferentes intensidades de treinamento sobre os ganhos de força, 12 utilizaram cargas acima de 75% de 1RM em seus tratamentos, enquanto somente quatro aplicaram cargas abaixo desse patamar (quadro 5). Destacam-se, mais uma vez separadamente, os resultados expressivos obtidos no estudo de Lamoureux *et al.*<sup>(26)</sup>: os autores encontraram, em resposta a treinamento com carga elevada (85% de 1RM), incremento de 235% na força de idosos. Isso reforça, apesar de um delineamento muito diferente dos demais estudos, a evidência de que cargas intensas proporcionam acréscimos maiores de força, em comparação com cargas reduzidas.

### Intervalos e ordens dos exercícios

Recebendo atenção menor por parte dos estudiosos, a variável 'intervalo entre as séries e exercícios' não foi objeto central de investigação em nenhum dos 22 estudos incluídos nesta revisão sistemática. Outrossim, nem todos os estudos investigados descreveram o tempo de intervalo adotado no tratamento como parte dos procedimentos experimentais. Dos 22 estudos analisados, somente 14 descreveram os intervalos utilizados, que variaram de um a três minutos. Independentemente da intensidade e volume de séries utilizadas no treinamento, a grande maioria (10 estudos) adotou, mesmo sem evidências de que esse seja o parâmetro ideal para idosos, o tempo médio de dois minutos para a recuperação entre séries e exercícios.

Quanto à ordem dos exercícios, de todas as variáveis envolvidas no treinamento contra-resistência, parece ser a que recebe menor atenção. Além de não ter sido alvo de investigação específica em nenhum dos 22 estudos localizados, não houve sequer o cuidado de se relatar qual a ordem utilizada em seus tratamentos. Isso torna impossível qualquer tipo de inferência ou comentário sobre a influência relativa dessa variável no contexto de uma relação dose-resposta.

**QUADRO 5**  
**Estudos considerados para cálculo dos ganhos médios associados a diferentes intensidades**

Estudo	Amostra	Tratamento	Resultado (ganho de força)
Hagerman <i>et al.</i> <sup>(14)</sup>	N 22 Membro inferior	<b>85-90%</b> de 1RM 3 séries 2x semana/16 semanas	68,7% (Média para extensão de joelho, <i>leg-press</i> e agachamento)
Rhodes <i>et al.</i> <sup>(9)</sup>	N 38 Membros inferior e superior	<b>86%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/12 meses	53% (Média de 6 exercícios)
Frontera <i>et al.</i> <sup>(11)</sup>	N 14 Membro inferior	<b>80%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/12 semanas	40% (Média para extensão de joelho)
Miszko <i>et al.</i> <sup>(29)</sup>	N 39 Membros superior e inferior	<b>50% a 70%</b> de 1RM <b>80%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/16 semanas	80% de 1RM = 18,72% 50 a 70% de 1RM = 12,23% (Média para supino reto e <i>leg-press</i> )
Taaffe <i>et al.</i> <sup>(31)</sup>	N 53 Membros inferior e superior	<b>80%</b> 1RM 3 séries 1, 2, 3x sem/ 24 semanas	1x sem = 37,0% 2x sem = 41,9% 3x sem = 39,7% (Média de 8 exercícios)
Morganti <i>et al.</i> <sup>(32)</sup>	N 39 Membro inferior	<b>84%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/12 meses	61,9% (Média para extensão de joelho, <i>leg-press</i> e adução de quadril)
Lamoureux <i>et al.</i> <sup>(26)</sup>	N 45 Membro inferior	<b>85%</b> 1RM 2 a 5 séries 3x semana (3 meses) 2x semana (3 meses) 24 semanas	235% (Média de 5 exercícios)
Judge <i>et al.</i> <sup>(10)</sup>	N 31 Membro inferior	<b>75-80%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/12 semanas	32% (Média para extensão de joelho)
Judge <i>et al.</i> <sup>(33)</sup>	N 48 Membro inferior	<b>75%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/12 semanas	62% (Média de 8 exercícios)
Pika <i>et al.</i> <sup>(34)</sup>	N 14 Membros inferior e superior	<b>70% a 75%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/52 semanas	62,39% (Média de 12 exercícios)
Reeves <i>et al.</i> <sup>(28)</sup>	N 18 Membro inferior	<b>70-75%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/14 semanas	19% (Média para extensão de joelho e <i>leg-press</i> )
Schlicht <i>et al.</i> <sup>(36)</sup>	N 22 Membro inferior	<b>75%</b> de 1RM 2 séries 3x semana/8 semanas	27,5% (Média de 6 exercícios)
Brandon <i>et al.</i> <sup>(30)</sup>	N 85 Membro inferior	<b>50%, 60% e 70%</b> de 1RM 3 séries 3x semana/16 semanas	51,7% (Média para extensão e flexão de joelho e flexão plantar)
Menkes <i>et al.</i> <sup>(24)</sup>	N 18 ♂ Membros inferior e superior	1 de <b>15RM</b> para MS 2 de <b>15RM</b> para MI 3x semana/16 semanas	1 série = 43% 2 séries = 47% (Média de 6 exercícios)
Treuth <i>et al.</i> <sup>(25)</sup>	N 22 ♂ Membros inferior e superior	1x <b>15RM</b> para MS 2x <b>15RM</b> para MI 3x semana/16 semanas	1 série = 39% 2 séries = 42% (Média de 6 exercícios)
Hurley <i>et al.</i> <sup>(38)</sup>	N 35 Membros inferior e superior	<b>15RM</b> 1 série 3x semana/16 semanas	43% (Média de 6 exercícios)

Faz-se interessante notar que Simão Júnior<sup>(39)</sup>, revisando estudos realizados com adultos jovens, encontrou as mesmas dificuldades em identificar consenso quanto a essas variáveis do treinamento. Em outras palavras, apesar da aceitação de que os exerci-

cios que envolvem grandes grupamentos musculares deveriam ser posicionados no início das sessões de treinamento, essa recomendação parece não ter respaldo em muitas evidências científicas. O mesmo se deu para a variável 'intervalo entre as séries e exercícios' – o autor encontrou apenas estudos analisando intervalos em testes de carga máxima, mas nenhum que os tivesse abordado como objeto de estudo em uma seqüência de exercícios.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os benefícios promovidos pelo treinamento contra-resistência dependem da combinação de variáveis como o número de repetições, séries, sobrecarga, seqüência e intervalos entre as séries e os exercícios<sup>(16)</sup>.

Revisando os estudos publicados até o momento, com o objetivo de verificar a existência de tendências comuns em relação às variáveis metodológicas do treinamento de força para indivíduos idosos (intensidade da carga, número de repetições, número de séries, intervalo entre as séries, ordem dos exercícios e frequência semanal), verificou-se uma incerteza com relação à melhor combinação dessas variáveis para uma ótima relação dose-resposta, o que aliás reproduz em maior escala o que se observa em relação ao treinamento de adultos jovens. Logo, os resultados encontrados na presente revisão caminham para uma conclusão similar àquela do estudo de revisão realizado por Gomes e Pereira<sup>(19)</sup>, qual seja: diferentes combinações das variáveis do treinamento podem ser igualmente eficientes para o alcance do desenvolvimento de força de idosos.

Analisando-se as variáveis isoladamente, nota-se que poucas pesquisas comparativas foram desenvolvidas com população de adultos mais velhos, visando determinar os efeitos sobre o ganho de força desta ou daquela estratégia. No caso do número de séries e frequência semanal, somente um estudo envolvendo cada uma dessas variáveis foi encontrado. Ambos não apresentaram diferenças significativas entre os resultados dos grupos que trabalharam com diferentes manipulações, o que tende a reforçar a idéia de que existem muitos aspectos obscuros quanto às relações dose-resposta no treinamento da força com idosos. Os resultados disponíveis na literatura, portanto, não dão respaldo para a escolha quase consensual, por parte dos estudos analisados, do regime de três séries realizadas em frequência de três dias semanais para o delineamento dos seus programas de treinamento. Parece que essa escolha vem sendo pautada tão-somente nas recomendações da ACSM para o treinamento de adultos jovens, independentemente das diferenças biológicas que podem, de alguma forma, influenciar o potencial de treinabilidade dos sujeitos com idade avançada.

No caso da intensidade do esforço, seis estudos compararam ganhos de força em idosos submetidos a treinamentos com intensidades altas e baixas, dos quais quatro encontraram diferenças significativas, mostrando evidências de que cargas maiores seriam mais eficazes para induzir aumento de força nessa faixa etária. Esses achados dão suporte à adoção quase exclusiva de intensidades elevadas de treinamento por parte dos estudos localizados. Entretanto, zonas pouco claras permanecem, principalmente no que diz respeito a programas com carga variada ou aos efeitos decorrentes de períodos curtos e longos de treinamento – em outras palavras, a manipulação da intensidade de trabalho e a magnitude dos ganhos de força atribuídos a adaptações coordenativas e hipertroficas, em pessoas idosas, ainda suscitam dúvidas que merecem investigações futuras.

Não foi possível tecer considerações sobre a manipulação das variáveis associadas aos intervalos entre exercícios e séries e a ordenação dos exercícios. Nenhuma delas consistiu em objeto central de investigação, em quaisquer dos 22 estudos incluídos na presente revisão sistemática. Com relação à 'ordem dos exer-

cícios', além de não ter sido investigada, percebe-se que os estudos não tiveram sequer o cuidado de descrevê-la. Essa constatação apresenta-se como uma lacuna a ser explorada, já que os procedimentos usualmente adotados remetem às recomendações do ACSM<sup>(17)</sup>, no sentido de que os exercícios envolvendo grandes grupamentos musculares sejam realizados antes daqueles que solicitam grupamentos menores. Estudos de nosso laboratório indicam que nem sempre isso é o mais adequado, dependendo do propósito das sessões de treinamento e nível de condicionamento do praticante<sup>(39)</sup>. Informações sobre a forma pela qual os indivíduos idosos respondem a diferentes ordenações de exercícios, em termos agudos e crônicos, não foram encontradas na literatura pesquisada.

Pode-se concluir, então, que existem lacunas a serem investigadas no que tange às diferentes combinações de variáveis do treinamento de força para idosos. Nesse sentido, fica a sugestão de que esforços sejam despendidos para torná-las mais claras, sobretudo no que diz respeito ao delineamento de programas de treinamento que aliem, ao mesmo tempo, efetividade e segurança.

---

*Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.*

---

## REFERÊNCIAS

1. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.
2. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004;34:329-48.
3. Kalopotharakos VI, Michalopoulou M, Godolias G, Tokmakidis SP, Malliou PV, Gourgoulis V. The effects of high- and moderate-resistance training on muscle function in the elderly. *J Aging Phys Act*. 2004;11:131-43.
4. 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 Biol Sci*. 2000;55A:B336-46.
5. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91:450-72.
6. Kamel HK. Sarcopenia and aging. *Nutr Rev*. 2003;61:157-67.
7. Posner J, McCully KK, Landsberg LA, Sands LP, Tycenski P, Hofmann MT, et al. Physical determinants of independence in mature women. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76:373-80.
8. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol Med Sci*. 2004;54:48-61.
9. Rhodes EC, Martin AD, Taunton JE, 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. *Br J Sports Med*. 2000;34:18-22.
10. Judge JO, Underwood M, Gennosa T. Exercise to improve gait velocity in older persons. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74:400-6.
11. Frontera WR, Hughes VA, Krivickas LS, Kim, SK, Foldvari M, Roubenoff R. Strength training in older women: early and late changes in whole muscle and single cells. *Muscle Nerve*. 2003;28:601-8.
12. Frontera W, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older man: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*. 1988;64:1038-44.
13. Fiantarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA*. 1990; 264:3029-34.
14. Valkeinen H, Alen M, Hannonen P, Hakkinen A, Airaksinen O, Hakkinen K. Changes in knee extension and flexion force, EMG and functional capacity during strength training in older females with fibromyalgia and healthy controls. *Rheumatology*. 2004;43:225-8.
15. Latham N, Anderson C, Bennett D, Stretton C. Progressive resistance strength training for physical disability in older people. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003; CD002759.
16. Wolfe BL, Lemura LM, Cole PJ. Quantitative analysis of single- vs. multiple set programs in resistance training. *J Strength Cond Res*. 2004;18:35-47.
17. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:364-80.
18. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;456-64.
19. Gomes PS, Pereira MIR. Treinamento contra resistência: revisitando frequência semanal, número de séries, número de repetições, intervalo de recuperação e velocidade de execução. *Rev Bras Fisiol Exerc*. 2002;1:16-32.
20. Pearson D, Faigenbaum A, Conley MMD, Kraemer WJ. The National Strength and Conditioning Association's basic guidelines for the resistance training of athletes. *J Strength Cond*. 2000;22:14-27.
21. Todd J, Todd T, Peter V, Karpovich: transforming the strength paradigm. *J Strength Cond Res*. 2003;17:213-20.
22. Westcott W, Baechle T. Treinamento de força para a terceira idade. São Paulo: Manole, 2001.
23. Harris C, DeBeliso M, Spitzer-Gibson TA, Adams KJ. The effect of resistance-intensity on strength-gain response in the older adult. *J Strength Cond Res*. 2004; 18:833-8.
24. Menkes A, Mazel S, Redmond RA, Koffler K, Libanati CR, Gundberg CM, et al. Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. *J Appl Physiol*. 1993;74:2478-84.
25. Treuth MS, Ryan AS, Pratley RE, Rubin MA, Miller JP, Nicklas BJ, et al. Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *J Appl Physiol*. 1994;77:614-20.
26. Lamoureux E, Sparrow WA, Murphy A, Newton RU. The effects of improved strength on obstacle negotiation in community-living older adults. *Gait Posture*. 2003;17:273-83.
27. Seynnes O, Singh MAF, Hue O, Pras P, Legros P, Bernard PL. Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J Gerontol Med Sci*. 2004;59:503-9.
28. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. *J Appl Physiol*. 2004;96:885-92.
29. Miszko TA, Cress ME, Slade JM, Covey CJ, Agrawal SK, Doerr CE. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol*. 2003;58:171-5.
30. Brandon LJ, Boyette LW, Gaasch DA, Lloyd A. Effects of lower extremity strength training on functional mobility in older adults. *J Aging Physical Activity*. 2000;8: 214-27.
31. Taaffe DR, Duret C, Wheeler S, Marcus R. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 1999;47:1208-14.
32. Morganti CM, Nelson ME, Fiatarone MA, Dallal GE, Economos CD, Crawford BM, et al. Strength improvements with 1 yr of progressive resistance training in older women. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27:906-12.
33. Judge JO, Whipple RH, Wolfson LI. Effects of resistive and balance exercises on isokinetic strength in older persons. *J Am Geriatr Soc*. 1994;42:937-46.
34. Pika G, Lindenberg E, Charette S, Marcus R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J Gerontol Med Sci*. 1994;49:23-7.
35. Tsutsumi T, Don BM, Zaichkowsky LD, Delizonna LL. Physical fitness and psychological benefits of strength training in community dwelling older adults. *Appl Human Sci*. 1997;16:257-66.
36. Schlicht J, Camaione DN, Owen SV. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *J Gerontol Med Sci*. 2001;56:281-6.
37. Vincent KR, Braith RW. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:17-23.
38. Hurley BF, Redmond RA, Pratley RE, Treuth MS, Rogers MA, Goldberg AP. Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. *J Sports Med*. 1995;16:378-84.
39. Simão Junior RF. Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições, percepção subjetiva de esforço e consumo de oxigênio em sessões de treinamento resistido [Tese de Doutorado]. Rio de Janeiro: Universidade Gama Filho, 2004.
40. Bloomer RJ, Ives JC. Varying neural and hypertrophic influences in a strength program. *J Strength Cond Res*. 2000;22:30-5.
41. Burke RE. Selective recruitment of motor units. West Sussex: Sons, 1991.
42. Kraemer WJ, Fleck SJ, Evans WJ. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc Sport Sci Rev*. 1996;24:363-97.