

Fisioterapia Brasil 2018;19(1):118-26

## REVISÃO

### Treinamento de resistência para hipertrofia muscular em idosos

#### *Resistance training for muscular hypertrophy in elderly*

Hudson Azevedo Pinheiro, M.Sc.\*, Leonardo Costa Pereira, M.Sc.\*, Frederico Santos de Santana, M.Sc.,\*\*, Aline Teixeira Alves, D.Sc.\*\*\*, Emerson Fachin-Martins, D.Sc.,\*\*\*\*, Margô Gomes de Oliveira Karnikowski, D.Sc.\*\*\*\*, Ruth Losada de Menezes, D.Sc.\*\*\*\*

*\*Pós-Graduação Strictu Sensu em Ciências e Tecnologias da Saúde, Faculdade de Ceilândia/ Universidade de Brasília, Docente do Centro Universitário EuroAmericano de Brasília, \*\*Docente do Centro Universitário EuroAmericano de Brasília, \*\*\*Pós-Graduação Strictu Sensu em Ciências da Reabilitação, Faculdade de Ceilândia/ Universidade de Brasília. \*\*\*\*Pós-Graduação Strictu Sensu em Ciências e Tecnologias da Saúde, Faculdade de Ceilândia/ Universidade de Brasília*

Recebido em 25 de junho de 2017; aceito em 25 de agosto de 2017.

**Endereço para correspondência:** Hudson Azevedo Pinheiro, Rua 37 norte lote 05 bl A apto 401 Águas Claras 71919-360 Brasília DF, E-mail: hudsonap@gmail.com; Leonardo Costa Pereira: leonardopclcp@gmail.com; Frederico Santos de Santana: fredericosantosdesantana@gmail.com; Aline Teixeira Alves: aline.urogineco@gmail.com; Emerson Fachin-Martins: emersonntaai@gmail.com; Margô Gomes de Oliveira Karnikowski: margounb@gmail.com; Ruth Losada de Menezes: ruthlosada@unb.br

## Resumo

**Objetivo:** Buscar sistematicamente na literatura evidências de hipertrofia muscular em pessoas idosas por meio do treinamento de resistência. **Métodos:** Trata-se de uma revisão sistemática de literatura levando em consideração os preceitos do PRISMA. Consultaram-se os bancos de dados Pubmed, Scielo e Pedro nos idiomas português e inglês, por meio dos descritores: idoso, envelhecimento, ganho de massa muscular e hipertrofia muscular. **Resultados:** Não ocorreram estudos na plataforma Scielo, e após filtro com base nos critérios de inclusão e exclusão obtiveram-se 24 estudos. Os estudos demonstram que é possível melhorar a massa muscular em treinamento de resistência em idosos, uma vez que os exercícios apresentem a dose correta: intensidade, volume, carga apropriada, utilizando uma investigação sensível. **Conclusão:** Sugere-se que para hipertrofia muscular em idosos, os protocolos de treinamento resistidos tenham em média 12 semanas de treinamento, com frequência de duas a três vezes por semana, que apresentem cinco exercícios realizados em três séries de oito a 12 repetições e cargas superiores a 60% 1RM para que ocorra a hipertrofia muscular.

**Palavras-chave:** envelhecimento, hipertrofia muscular, treinamento de resistência.

## Abstract

**Objective:** To systematically seek evidence in the literature for muscular hypertrophy in older people through resistance training. **Methods:** This is a systematic review of literature taking into account the precepts of PRISMA. The Pubmed, Scielo and Pedro databases were consulted in the Portuguese and English languages, using the descriptors: elderly, aging, muscle mass gain and muscle hypertrophy. **Results:** There were no studies in the Scielo platform, after filtering based on the inclusion and exclusion criteria, 24 studies were obtained. It show that is possible to improve muscle mass in endurance training in the elderly, once the exercises present the correct dose: intensity, volume, appropriate load, using a sensitive investigation. **Conclusion:** It is suggested that for muscular hypertrophy in the elderly, the resistance training protocols have, on average, 12 weeks of training, two to three times a week, with five exercises performed in three sets of eight to 12 repetitions and higher loads to 60% 1RM for muscle hypertrophy to occur.

**Key-words:** aging, muscular hypertrophy, resisted training.

## Introdução

O envelhecimento humano é marcado por uma série de alterações fisiológicas, psicológicas e socioeconômicas e dentre as principais modificações encontram-se aquelas que ocorrem no tecido muscular, que estão associados a diversos fatores limitantes na vida do idoso, como imobilidade, dependência para atividades de vida diária (AVD) e risco de quedas [1].

A diminuição de massa magra vem sendo amplamente estudada por vários seguimentos da área de saúde uma vez que o acometimento do tecido musculoesquelético pode gerar um déficit de força que por sua vez está associado à diminuição do desempenho físico-funcional do idoso, alteração esta denominada sarcopenia [2,3].

O treinamento de força é uma alternativa não farmacológica para a diminuição dos impactos de vários aspectos atribuídos ao envelhecimento humano, principalmente no tratamento da sarcopenia [4]. A interação das variáveis de treinamento, intensidade, volume e frequência possibilita a aplicação de inúmeros protocolos de treinamento de força, gerando assim dúvidas quanto a qual protocolo seria mais eficiente para essa população acometida pela sarcopenia e com idade igual ou superior a 60 anos [5].

O protocolo de treino deve promover a hipertrofia muscular que é definida como o ganho de massa muscular, no entanto sua magnitude depende de diversos fatores, desde as características do treinamento físico executado, dieta adequada, quantidade e qualidade de descanso, sono reparador, status hormonal e meio ambiente [6].

Assim, desenvolveu-se a hipótese de que, apesar do processo de envelhecimento ser compulsório, pode ocorrer hipertrofia muscular induzida pelo treinamento de força. Logo, o objetivo deste estudo é avaliar as evidências da literatura sobre a hipertrofia muscular em idosos induzida pelo treinamento de força.

## Material e métodos

O processo de construção desta revisão sistemática adotou como guia as orientações do grupo PRISMA fundado pelo *Canadian Institutes of Health Research*, com a finalidade de criar padrões metodológicos para a construção de uma revisão sistemática, que se caracteriza por uma questão concisa e formulada, usando métodos objetivos de identificação, seleção e crítica dos principais estudos em resposta ao questionamento principal [7]. Com relação à identificação do problema de revisão, o presente estudo teve seu início pela pergunta: Quais as condições de força praticadas pelos idosos que estão relacionadas à hipertrofia muscular?

Foi realizada busca nas bases de dados e bibliotecas, Pubmed (*National Center for Biotechnology Information*), Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e Pedro (*Physiotherapy Evidence Database*), Lilacs e Medline (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*). A primeira base de dados caracteriza-se por possuir um dos maiores e melhores bancos de dados (evidências científicas) publicados na área da saúde do mundo, a segunda é uma biblioteca eletrônica que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos brasileiros, a Pedro contempla apenas evidências originais oriundas de ensaios clínicos aleatorizados, revisões sistemáticas e diretrizes de práticas clínicas em fisioterapia, com elevado rigor, em termos de metodologia científica.

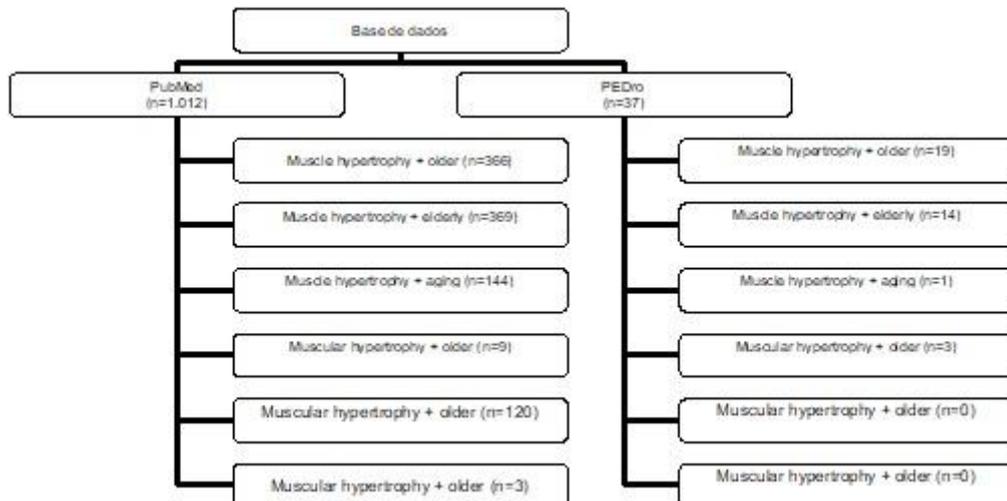
A busca foi feita por dois examinadores independentes, entre 1 de outubro e 31 de dezembro de 2016, utilizando a combinação dos *descritores idosos, hipertrofia muscular e ganho de massa muscular* e em língua inglesa *older, muscle hypertrophy, muscular hypertrophy, elderly e aging*. Esses deveriam estar presentes no título e/ou resumo de cada artigo a ser analisado. Como critérios de inclusão foram considerados artigos escritos em português ou inglês, que necessariamente apresentassem protocolos de treinamento de força muscular, realizado por indivíduos com 60 anos ou mais, e que investigaram hipertrofia do músculo estriado por meio de testes específicos. Por outro lado, artigos de revisão (revisões sistemáticas, metanálises), artigos de correlação, incidência ou prevalência, estudos com animais, estudos de caso, cartas aos editores, artigos de ponto de vista foram excluídos, para melhorar a homogeneidade da amostra.

Após este processo, os dois examinadores se reuniram e discutiram os manuscritos selecionados e um terceiro examinador cego ratificou os estudos selecionados para a presente revisão.

## Resultados

Não houve estudos que atenderam os critérios de inclusão e exclusão na plataforma Scielo para a presente revisão sistemática. Na tabela I está demonstrada a frequência dos artigos excluídos.

Quanto às demais bases de dados, a figura 1 apresenta um desenho esquemático detalhando o número de estudos encontrados, excluídos e incluídos.



**Figura 1** - Esquema ilustrando artigos incluídos, excluídos e duplicatas por combinação de descritores nas bases de dados.

Após análise dos examinadores e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram inseridos 24 artigos publicados. A tabela I apresenta de forma detalhada os motivos pelos quais os artigos foram excluídos do estudo.

**Tabela I** – Frequência dos critérios de exclusão individuais e combinados em cada base de dados.

<b>Critério (s)</b>	<b>Pubmed (n)</b>	<b>Pedro (n)</b>
<b>Amostra &lt; 60 anos</b>	87	0
<b>Sem Protocolo de Treinamento Resistido</b>	495	7
<b>Revisão</b>	74	4
<b>Suplementação nutricional</b>	52	1
<b>Disfunções clínicas, ortopédicas e/ou neurológicas</b>	115	5
<b>Estudos com animais</b>	97	0
<b>Outros</b>	66	9
<b>Total</b>	986	26

Dos 24 estudos selecionados 10 artigos (40%) foram realizados na América do Norte, dois artigos publicados na Austrália, mais três no Brasil, três no Japão e sete na Europa. Os detalhes sobre cada um dos artigos selecionados, seus respectivos métodos de mensuração e protocolos de treinamento estão disponíveis na tabela II.

**Tabela II** - Descrição dos protocolos de treinamento resistido dos estudos selecionados. (ver anexo em PDF).

Observou-se que em todos os protocolos houve aumento de massa muscular. Em relação à dosimetria: frequência semanal, número treino, carga, séries de exercícios por repetições e período de acompanhamento, as proporções estão descritas na tabela III. Pode-se perceber que todos os protocolos tinham frequência semanal de duas ou três vezes por

semana, os treinos mais frequentes tinham até oito exercícios, e cada exercício era realizado em duas ou três séries com oito a doze repetições cada e com cargas superiores a 70% de 1RM. A duração do protocolo mais frequente foi 12 semanas.

**Tabela III - Características dos protocolos de treinamento resistidos em idosos.**

Dosimetria do protocolo		Frequência (%)
<b>Frequência semanal</b>		
	2x na semana	12 (50%)
	3x na semana	12 (50%)
<b>Semanas de treinamento</b>		
	Até 10 semanas	4 (16,6%)
	11-12 semanas	8 (33,33%)
	13-16 semanas	6 (25%)
	17-20 semanas	1 (4,16%)
	>20 semanas	5 (20,83%)
<b>Número de exercícios</b>		
	Até 4 exercícios	9 (37,5%)
	5-8 exercícios	9 (37,5%)
	9-10 exercícios	3 (12,5%)
	>10 exercícios	3 (12,5%)
<b>Séries</b>		
	2 ses	8 (33,33%)
	3 ses	11 (45,8%)
	≥4 ses	4 (16,7%)
<b>Repetição</b>		
	<8	0
	8-10	9 (37,5%)
	10-12	8 (33,33%)
	>12	5 (20,83%)
	Progressiva	2 (8,4%)
<b>Carga</b>		
	50-70% 1RM	7 (29,16%)
	>70% 1RM	11 (45,8%)
	Progressiva	6 (25%)
	Outro	2 (8,4%)

## Discussão

A literatura traz relatos de que tanto a perda da massa muscular quanto a perda da força muscular podem ser adiadas com o exercício físico, principalmente pelo treinamento contra resistência, contudo há questionamentos se de fato, ele conseguiria evitar as manifestações fenotípicas do músculo em envelhecimento por meio da hipertrofia muscular [4].

O músculo esquelético apresenta efeitos crônicos do envelhecimento como denervação, perda de fibras tipo II e fadiga muscular. Sabe-se que o músculo esquelético é o maior tecido corporal, responsável pela homeostase e gasto energético de repouso, sob coordenação de unidades motoras (motoneurônio inferior, fibras nervosas e musculares por ele inervadas) e são responsáveis pela aptidão física e autonomia funcional do indivíduo [32-34].

Pedrinelli *et al.* [32] apontaram na literatura apenas pequeno suporte empírico, que combina o fortalecimento muscular com outros modos de treinamento (aeróbico, exercícios de equilíbrio e de coordenação), não observando na ocasião questões relacionadas à intensidade, duração, frequência e a progressão do programa de treinamento por meio de atividade física.

As principais características observadas estão descritas e comentadas a seguir.

### Sexo

A variável sexo apresentou-se com a inclusão de homens e mulheres em 13 estudos selecionados, e o número de indivíduos do sexo masculino e feminino foi balanceado na maioria dos trabalhos (oito artigos). Sete artigos selecionaram apenas mulheres, assim como

quatro artigos incluíram apenas homens em suas amostras, um dos estudos não deixa claro em seus métodos se as análises foram feitas com homens ou mulheres ou se foram grupos mistos [28].

Destacou-se nessa análise, a diferença de comportamento da hipertrofia muscular após o treinamento de força nos trabalhos realizados por Bamman *et al.* [27] e Kosek *et al.* [29] que, além de serem os únicos que separaram os idosos por sexo, mostraram respostas diferentes com relação à magnitude do ganho de massa muscular. No primeiro estudo, os homens tiveram hipertrofia muscular estatisticamente superior em todos os testes de composição corporal, [biópsia (fibras tipo 1, tipo 2a e 2x)], exceto na plestismografia, quando comparados às mulheres. Entretanto, o segundo demonstrou comportamento contrário, em todos os testes realizados [DEXA e biópsia (fibras tipo 1, tipo 2a e 2x)], mas sem significância estatística. Apesar de algumas diferenças nos protocolos de treinamento, como a menor amostra, duração do protocolo (10 semanas a menos), número de exercícios (8 a mais) e uma série a mais do estudo de Bamman *et al.* [27], normalmente acredita-se que os homens são capazes de hipertrofiar mais do que as mulheres em decorrência de questões hormonais.

### *Teste de composição corporal*

Nesta revisão, sete tipos diferentes de testes de composição corporal para rastrear a hipertrofia muscular em idosos foram observados: bioimpedância elétrica (BIA), a pletismografia (PG), a biópsia muscular (BM), o DXA, a ultrassonografia (US), a ressonância magnética (RNM) e a tomografia computadorizada (CT).

Nos resultados mostrados por meio da BIA, as variações percentuais da massa muscular foram bem discretas, oscilando entre -2,29 e 1,53. A amostra desses estudos foi composta predominantemente por mulheres. Os piores resultados podem estar relacionados ao estímulo físico proposto, especialmente, no trabalho de Kim *et al.* com uso de bandas elásticas (o que pode dificultar o controle da intensidade e sua progressão) e o número de sessões realizadas (1 a 2) [9].

Os artigos que utilizaram a PG como teste para determinar a composição corporal de idosos obtiveram uma variação de 3,6 a 4,5% na massa muscular. De modo geral, nesses estudos, Bamman *et al.* e Candow *et al.* são bastante semelhantes, destacando-se apenas que no segundo, a amostra é maior, o que, certamente, atribui maior confiabilidade aos dados coletados [26,27].

A BM foi executada em cinco trabalhos, todos realizados em musculatura do quadríceps femoral. De modo geral, os protocolos de treinamento de força mais frequentes nestes estudos tiveram frequência semanal de três vezes, duração maior do que 16 semanas, dois a três exercícios específicos para quadríceps femoral, três séries de oito a 12 repetições e carga progressiva de 40 a 80% de 1RM (repetição máxima), além de serem realizados por idosos de ambos os sexos.

A mediana dos aumentos no tamanho das fibras do tipo 1 e tipo 2 foram, respectivamente, 16,45% e 24,51%. O comportamento mais sensível à adaptação das fibras do tipo 2 também ocorre em indivíduos mais jovens, com variações percentuais semelhantes [28,29].

O DXA foi realizado como instrumento para análise de composição corporal em seis estudos coletando a massa muscular total. Além disso, em dois trabalhos [28,30] testou-se apenas a massa muscular dos MMII. No primeiro contexto, a frequência semanal mais utilizada foi de três vezes, com duração do protocolo de treinamento de aproximadamente 16 semanas (oscilando entre 12-24 semanas). Nesse, os participantes realizaram um número em torno de quatro exercícios (2-7 exercícios), com três séries de oito a 12 repetições e cargas variando entre 60 e 80% de 1RM.

A variação percentual da massa muscular total foi de 1,43% (1,04-4,17%). Por outro lado, nos dois estudos que analisaram isoladamente a massa muscular de MMII, o incremento foi de 3,5% (1,55-5,46%) [28,30].

Em relação à US, apenas um estudo foi executado com amostra do sexo feminino. De modo geral, os protocolos de treinamento de força muscular apresentaram uma frequência de duas vezes por semana (1-3), durante aproximadamente 12 semanas (10-22 sem), em que as amostras executaram oito exercícios, três sessões e 10 reps.

A maior frequência de testagem do US foi executada em MMII e seus resultados mostraram uma variação de 11% na massa muscular (oscilando de -2,8 a 28, 13%). Variação semelhante ocorreu nos testes realizados no tronco (9,05%). Por outro lado, parece que em

membros superiores houve maior efeito na hipertrofia muscular esquelética, com variação de aproximadamente 16,1% (-1,44 a 19,51%). Por fim, mais uma vez, o uso de bandas elásticas para geração de sobrecarga foi contraproducente quando intencionado o aumento da massa muscular.

Nos estudos em que foi utilizada a RNM, a amostra realizou o protocolo de treinamento de força duas ou três vezes por semana, durante aproximadamente 11 semanas (nove a 21 semanas). Os programas de treinamento consistiram de um a dois exercícios apenas (exceto, Valkeinen *et al.* [24]), três a seis com cinco a 20 reps e carga que variou de 30 a 80% de 1RM. A progressão da sobrecarga foi observada em metade desses estudos, tanto na carga, quanto no número de sets e reps. Todas as análises foram realizadas na coxa dos indivíduos [24].

#### *Duração do protocolo*

No tocante à duração dos protocolos de treinamento, o tempo de intervenção mais frequente foi de 12 semanas, presente em 34,75% dos estudos analisados. Apenas um estudo realizou treinamento contra resistência durante nove semanas, que foi o estudo de Ivey *et al.* [23] que foi o estudo com o menor tempo de treinamento na presente revisão, e seis estudos apresentaram protocolos superiores a 20 semanas de treinamento, sendo o estudo Bamman *et al.* [27], o mais longo com 26 semanas. Um fato interessante observado foi que a partir de nove semanas já se nota ganhos de massa muscular segundo os estudos analisados e aparentemente tempos maiores de intervenção, não demonstram ganhos mais significativos no que diz respeito à massa muscular [23,27].

#### *Número de exercícios*

Os protocolos mais frequentes para ganhos de massa muscular em idosos englobam seis a oito exercícios representando 30,44% dos estudos selecionados. Pensando em fortalecimento muscular global, utilizando os grandes grupos musculares, dentre estes o quadríceps femoral, acaba sendo o mais citado, com treinamentos utilizando cadeira extensora e leg press como os exercícios mais frequentes. Em 26,1% dos casos, o protocolo de treinamento foi exclusivamente por meio dos exercícios de leg press e cadeira extensora (fortalecimento de quadríceps femoral).

Uma justificativa plausível para o treinamento específico deste grupo muscular se deve à repercussão na funcionalidade por meio de atividades como o sentar e levantar, presente na grande maioria das AVD, sobretudo as mais básicas, uma vez que há a necessidade para tal realização de um bom controle muscular do quadríceps femoral quer seja de forma concêntrica, para levantar-se e de forma excêntrica, para assentar-se [35].

Outro fato importante quanto ao predomínio de exercícios para membros inferiores (MMII) tem justificativa anatômica, uma vez que a maior área muscular se localiza justamente nessa área corporal, uma vez que testes funcionais como o time up and go, velocidade usual de marcha, short physical performance battery (SPPB) e Rickly Jones são influenciados diretamente por força muscular em MMII.

#### *Séries*

Em relação à série de exercícios propostos, três séries foram o mais frequente e presente em 56,55% dos estudos, sendo observado que em 21,7% houve protocolos com menor número, e em 21,7% protocolos com maior número.

Pelo que foi observado no presente estudo a escolha do número de séries por exercício é diretamente proporcional ao número de repetições e à carga proposta para cada exercício, sendo esta relação entre esses três componentes a determinante para o volume do treinamento proposto, o que, segundo a literatura, está diretamente relacionada a protocolos para hipertrofia muscular [36].

Em dois estudos, o treinamento resistido foi ofertado por meio de bandagens elásticas e ambos realizados apenas em mulheres: Ogawa *et al.* [16] observaram em um protocolo de 12 semanas, utilizando quatro exercícios, uma a duas séries de dez repetições incremento muscular apenas para músculos estabilizadores de tronco e perda de massa muscular, após análise por ultrassonografia, de massa muscular tanto em MMII como em membros superiores (MMSS).

Já estudo de Kim *et al.* [9], a análise de composição corporal foi feita pela BIA, o protocolo de exercícios também foi semelhante diferindo apenas quanto ao número de exercícios, nesse caso seis, também houve perda de massa muscular após o protocolo de treinamento.

Nessa revisão apenas foram encontrados dois estudo com bandagem elástica e a priori, aparentemente estes não ofereceram ganhos de massa muscular, muito pelo contrário, houve perdas musculares [9,16].

Pode-se perceber que, levando em consideração as medianas de protocolos, as questões mais evidentes apontadas no tocante ao treinamento resistido em idosos são de protocolos com frequência semanal de duas a três vezes, por pelo menos 12 semanas, em torno de cinco exercícios para fortalecimento global sendo realizados em três séries de oito a 12 repetições cada um, e com cargas superiores a 60% de 1RM. No tocante ao método de análise, a BIA tem uma boa aplicabilidade clínica, entretanto não foi possível observar resultados tão significativos quando comparado, por exemplo, aos estudos que utilizaram o DXA, que é considerado o teste de padrão ouro para a análise de composição corporal. As dificuldades apontadas por testes de imagem como US, CT e RNM se devem ao fato de que estes são realizados por segmentos corporais, não sendo possível avaliar, por exemplo, efeitos sistêmicos referentes à hipertrofia e sim locais. A biópsia, por se tratar de um método invasivo, muitas vezes se limita a pesquisas e tem pouca aplicabilidade na prática clínica.

O estudo tem como limitação o fato de as investigações serem puramente em idosos da comunidade e entre 60-75 anos, descartando os institucionalizados e aqueles mais longevos, que poderiam se beneficiar com o treinamento resistido, além de agravos crônicos presentes nessa população tais como artroses, dores e demências, além dos sujeitos com sarcopenia grave ou mesmo com fragilidade, uma vez que nos estudos selecionados para esta revisão, esses agravos foram critérios de exclusão.

## Conclusão

Esta revisão sistemática mostrou que é possível melhorar a massa muscular em treinamento de resistência em pessoas idosas, sobretudo os mais longevos, uma vez que os exercícios apresentem a dose correta: intensidade, volume, carga apropriada, utilizando uma investigação sensível.

Sugere-se para esse fim protocolos em média com 12 semanas de treinamento, com frequência de duas a três vezes por semana, que apresentem cinco exercícios realizados em três séries de oito a 12 repetições e cargas superiores a 60%1RM para que ocorra a hipertrofia muscular.

## Referências

1. Pinheiro HA, Macedo ALL. Análise dos aspectos gerontológicos na canção “Filho adotivo”. *Rev Bras Geriat Gerontol* 2011;5(2):99-105.
2. Pinheiro HA, Carvalho GDA. Assessment of muscle mass, risk of falls and fear of falling in elderly people with diabetic neuropathy. *Fisioter Mov* 2015;28(4):677-83.
3. Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G, et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: Joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics” *Clin Nutr* 2010;29(2):154-9.
4. Landi F, Marzetti E, Martone AM, Bernabei R, Onder G. Exercise as a remedy for sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2014;17(1):25-31.
5. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exercise* 2004;36(4):674-88.
6. Freiburger E, Sieber C, Pfeifer K. Physical activity, exercise, and sarcopenia - future challenges. *Wien Med Wochenschr* 2011;161(17-18):416-25.
7. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Altman D, Antes G, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement (Chinese edition). *Journal of Chinese Integrative Medicine* 2009;889-96.
8. Balachandran A, Krawczyk SN, Potiaumpai M, Signorile JF. High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol* 2014;60:64-1.

9. Kim H, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kojima N, Kim M et al. Effects of exercise and tea catechins on muscle mass, strength and walking ability in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int* 2013;13(2):458-65.
10. Chalé A, Cloutier GJ, Hau C, Phillips EM, Dallal GE, Fielding R. Efficacy of whey protein supplementation on resistance exercise-induced changes in lean mass, muscle strength, and physical function in mobility-limited older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2013;68(6):682-90.
11. Galvão D, Taaffe DR. Resistance exercise dosage in older adults: Single- versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc* 2005;53(12):2090-7.
12. Correa CS, Baroni BM, Radaelli R, Lanferdini FJ, Dos Santos Cunha G, Reischak-Oliveira A et al. Effects of strength training and detraining on knee extensor strength, muscle volume and muscle quality in elderly women. *Age* 2013;35(5):1899-904.
13. Fragala MS, Jajtner AR, Beyer KS, Townsend JR, Emerson NS, Scanlon TC et al. Biomarkers of muscle quality?: N-terminal propeptide of type III procollagen and C-terminal agrin fragment responses to resistance exercise training in older adults. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2014;5(2):139-48.
14. Izquierdo M, Ibañez J, Häkkinen K, Kraemer WJ, Larrión JL, Gorostiaga EM. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(3):435-43.
15. Nogueira W, Gentil P, Mello SNM, Oliveira RJ, Bezerra AJC, Bottaro M. Effects of power training on muscle thickness of older men. *Int J Sports Med* 2009; 30(03):200-4.
16. Ogawa K, Sanada K, MacHida S, Okutsu M, Suzuki K. Resistance exercise training-induced muscle hypertrophy was associated with reduction of inflammatory markers in elderly women. *Mediators Inflamm* 2010;2010.
17. Radaelli R, Botton CE, Wilhelm EN et al. Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Exp Gerontol* 2013;48(8):710-16.
18. Kalapotharakos VI, Diamantopoulos K, Tokmakidis SP. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and functional performance of older adults aged 80 to 88 years. *Aging Clin Exp Res* 2010;22(2):134-40.
19. Reid KF, Martin KI, Doros G, Clark DJ, Hau C, Patten C et al. Comparative effects of light or heavy resistance power training for improving lower extremity power and physical performance in mobility-limited older adults. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci* 2014;70(3):374-80.
20. Suetta C, Clemmensen C, Andersen JL, Magnusson SP, Schjerling P, Kjaer M. Coordinated increase in skeletal muscle fiber area and expression of IGF-I with resistance exercise in elderly post-operative patients. *Growth Horm IGF Res* 2010;20(2):134-40.
21. Van Roie E, Delecluse C, Coudyzer W, Boonen S, Bautmans I. Strength training at high versus low external resistance in older adults: Effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Exp Gerontol* 2013;48(11):1351-61.
22. Cannon J, Marino F, Cannon J, Kay D, Tarpenning KM, Marino FE. Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. *Clin Physiol Funct Imaging* 2007;27(2):91-100.
23. Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55(11):M641-8.
24. Valkeinen H, Ha K. Muscle hypertrophy, strength development, and serum hormones during strength training in elderly women with fibromyalgia. *Scand J Rheumatol* 2005;34(4):309-14.
25. Watanabe Y, Madarame H, Ogasawara R, Nakazato K, Ishii N. Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and strength in healthy older adults. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014;34(6):463-70.
26. Candow DG, Chilibeck PD, Abeysekara S, Zello GA. Short-term heavy resistance training eliminates age-related deficits in muscle mass and strength in healthy older males. *J Strength Cond Res* 2011;25(2):326-33.

27. Bamman MM, Hill VJ, Adams GR, Haddad F, Wetzstein CJ, Gower BA et al. Gender differences in resistance-training-induced myofiber hypertrophy among older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58(2):108-16.
28. Bickel CS, Cross JM, Bamman MM. Exercise dosing to retain resistance training adaptations in young and older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1177-87.
29. Kosek DJ, Kim J-S, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. *J Applied Physiol* 2006;101(2):531-44.
30. Verdijk LB, Jonkers RAM, Gleeson BG, Beelen M, Meijer K, Savelberg HHCM, et al. Protein supplementation before and after exercise does not further augment skeletal muscle hypertrophy after resistance training in elderly men. *Am J Clin Nutr* 2009;89(2):608-16.
31. Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, Valkeinen H, Alen M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* 2001;91(2):569-80.
32. Pedrinelli A, Garcez-Leme LE, Nobre RDSA. O efeito da atividade física no aparelho locomotor do idoso. *Rev Bras Ortop* 2009;44(2):96-101.
33. Khamseh ME, Malek M, Aghili R, Emami Z. Sarcopenia and diabetes: pathogenesis and consequences. *The British Journal of Diabetes & Vascular Disease* 2011;230-4.
34. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjær M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: Strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sport* 2010;20(1):49-64.
35. Marques NR, Hallal CZ, Gonçalves M. Características biomecânicas, ergonômicas e clínicas da postura sentada?: uma revisão Biomechanic, ergonomic, and clinical features of the sitting posture?: a review. *Fisioter Pesqui* 2010;17(3):270-6.
36. Silva NL, Farinatti PTV. Influência de variáveis do treinamento contra-resistência sobre a força muscular de idosos?: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13(1):60-6.