

EXERCÍCIOS RESISTIDOS PARA IDOSOS. REVISÃO SISTEMATIZADA DA LITERATURA

ENDURANCE EXERCISES FOR THE ELDERLY. SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

RESUMO

Elyane Saraiva do Carmo¹
Vivian Bertoni Xavier²
Vera Lúcia dos
Santos Alves^{1,2,3}

1. Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Mogi das Cruzes, SP, Brasil.
2 Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP). São Paulo, SP, Brasil.
3. Instituto de Pesquisa e da Especialização em Cardiorrespiratória e Metabólica na ISCMSP. São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: Vera Lúcia dos Santos Alves . Rua Dr. Cesário Mota Júnior, 112 - Vila Buarque. CEP 01221-900 - São Paulo, SP, Brasil. fisioterapiasc@uol.com.br

Recebido em 15/12/2017,
Aceito em 28/02/2019

Os programas de exercícios que incluem a modalidade resistida ainda encontram pouca adesão dos profissionais que prescrevem à população idosa e a literatura apresenta uma diversidade de quantidade de carga e repetição dos exercícios. Assim, objetivamos descrever evidências sobre os programas de treinamento resistido para idosos. Para tanto, foi realizada uma revisão sistematizada da literatura através de pesquisa em base de dados eletrônicos. Foram utilizados os seguintes descritores: idosos, força muscular e exercício resistido. O critério de inclusão consistiu em estudos que tinham utilizado protocolo de exercícios resistidos em idosos com 60 anos ou mais. Foram excluídos os estudos com intervenção de treinamento exclusivo ou concomitante na modalidade aeróbica realizado de forma contínua ou intervalada ou, ainda, que incluíssem atividades aquáticas; estudos em que os participantes tivessem limitações neurológicas, psíquicas ou físicas que impedissem a prática de treinamento resistido; ou os que não demonstrassem variáveis da prescrição do exercício, tais como, número de séries, repetições em cada série, carga e frequência semanal. Foram localizados 20 artigos que listaram os exercícios e a forma com que deviam ser executados, assim como os cuidados com o treino resistido na população idosa. O exercício resistido é seguro e aponta evidência para a melhora física dos idosos.

Descritores: Idoso; Força Muscular; Atividade Física para Idoso.

ABSTRACT

Exercise programs that include the resistance modality still find little adherence by professionals who prescribe to the elderly population and the literature presents diversity in the amount of exercise load and repetition. Thus, we aimed to describe evidence about resistance training programs for the elderly. For this, a systematic review of the literature was performed through a search in electronic databases. The following descriptors were used: elderly, muscle strength and resistance exercise. The inclusion criterion consisted in studies that had used resistance exercise protocol in elderly aged 60 years or older. Studies with exclusive or concomitant aerobic training performed continuously or at intervals or even including water activities were excluded; studies in which participants had neurological, psychic or physical limitations that prevented the practice of resistance training; or those that did not demonstrate exercise prescription variables, such as number of sets, repetitions in each set, load and weekly frequency. We found 20 articles that listed the exercises and how they should be performed, as well as the care with resistance training in the elderly population. Resistance exercise is safe and points to evidence for the physical improvement of the elderly.

Keywords: Aged; Muscle Strength; Exercise.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem ocorrido a evolução do conhecimento sobre as ciências básicas do exercício e a importância da atividade física como promotora de saúde, intervenção terapêutica e reabilitação. O exercício é ferramenta eficiente e segura, com adequação a cada necessidade de condicionamento o que inclui os idosos.^{1,2}

O exercício físico é indicado para os idosos pois promove diversos aspectos que interagem e influenciam no processo de senescência. A quantidade de massa muscular por exemplo, perdida com o envelhecimento depende da atividade física realizada ao longo da vida. A taxa de perda é menor naquelas pessoas que mantêm um regime regular de atividade. Em especial quando o treinamento é realizado com pesos,

o que minimiza ou mesmo reverte a síndrome da fragilidade física que prevalece entre indivíduos mais velhos.^{3,4}

Os indivíduos que fazem um programa de treinamento de força apresentam em repouso, frequência cardíaca e pressão arterial, menores, como efeito do treinamento, mesmo após poucas semanas de protocolo de treino, sendo observada a necessidade de exercícios resistidos padronizados.⁵

Apesar disso, a modalidade ainda encontra a resistência de alguns profissionais que questionam a segurança de realização das séries com carga já que essas podem originar a manobra de valsava durante o gesto físico e criar picos de pressão arterial com consequente instabilidade clínica.^{6,7}

Com a análise desse cenário faz-se necessária a evolução do conhecimento sobre as vantagens e a segurança para a prescrição dos exercícios resistidos em idosos.⁸⁻¹² Assim o objetivo desse estudo foi descrever evidências sobre os programas de treinamento resistido para idosos.

MÉTODO

Este estudo foi uma revisão sistematizada da literatura. Para realizá-lo foi feita a busca eletrônica preliminar na base de dados *PUBMED* (Biblioteca Nacional de Medicina da US) de janeiro a maio de 2017.

A estrutura de busca contou com o uso dos seguintes descritores: “aged”, “muscle strength” e “resistance exercise”. Os descritores foram utilizados no campo de busca avançada da base de dados e unidos pelo operador booleano AND e foram considerados artigos publicados a partir do ano de 2000.

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: ensaios clínicos realizados em humanos, estudos nos quais eram utilizados somente protocolos com exercício resistido em idosos com 60 anos ou mais.

Foram excluídos os artigos com intervenção realizada em ambiente aquático; estudos com participantes com doenças neuromusculares, ósseas, musculares, cardíacas ou em uso de órteses que impedissem a realização do exercício padronizado e os estudos que não descrevessem as variáveis da prescrição do exercício resistido (série, repetições, intensidade, frequência semanal, volume ou número de exercícios prescritos).

Após a primeira seleção do material, que foi realizada com a leitura do título e resumo de todos os artigos localizados, realizou-se a análise do texto completo após ser aplicados os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Com o intuito de identificar informações, estabelecer relações e analisar sua consistência os dados dos artigos selecionados após a leitura completa foram tabulados por dois pesquisadores independentes, caso houvesse divergências a análise de um terceiro avaliador era solicitada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 1126 artigos dos quais 339 tratavam somente do treinamento resistido e utilizavam sobrecarga externa em idosos com intuito do treinamento. Desses, somente 45 respondiam a todos os critérios de inclusão, com a exclusão de 25 devido a consonância com os critérios de exclusão. Assim, 20 atendiam ao objetivo da pesquisa e foram analisados para composição de resultado e discussão. Os 20 artigos incluídos seguem apresentados na Tabela 1.

A Tabela 2 contém o delineamento dos estudos selecionados, tipo de avaliação realizada e resultados mais importantes dos 20 estudos da pesquisa. A amostra presente nas Tabelas 1 e 2 foi composta por participantes homens idosos e mulheres idosas. O número de voluntários dos estudos variou de dez a 535 idosos. Os estudos utilizaram intensidade de treino entre 30 a 80% por se tratar de um público que requer cuidados ao trabalhar com treinamento resistido. O número de séries variou de acordo com o protocolo escolhido por cada pesquisador, entre oito a 10 repetições, salvo exceções que aplicam isometria com a prescrição de 20 repetição ou até a exaustão. A frequência de treino ficou entre duas a três vezes por semana.

Após análise dos artigos, observou-se que estudo de Frontera *et al.*² mostrou forte preocupação com as respostas cardiovascular e do sistema nervoso central (SNC) com o uso dos exercícios resistidos. Dentre os estudos de Miszko *et al.*,¹⁴ Kalapotharakos *et al.*,²⁰ Kimura *et al.*²⁴ e Granacher *et al.*²⁵ foram encontradas prescrições que não foram norteadas segundo as recomendações do *American College of Sports Medicine*²⁷ e um estudo de Shirazi *et al.*¹⁷ não apresentou a descrição exata do protocolo de treino utilizado.

Onze estudos apresentaram em suas conclusões que o treinamento resistido melhorou a mobilidade funcional, força e potência muscular dos idosos submetidos a protocolo de treino. Um relatou diminuição nos níveis pressóricos dos idosos, e por fim, um estudo relatou que é necessário a individualização do método para homens e mulheres por terem diferentes estímulos, após treinamento resistido de 48 semanas. Essa variabilidade na literatura dificulta a prescrição da atividade para os idosos porém não há impedimento já que mais da metade dos trabalhos observa aumento de força e habilidade funcional em uma faixa etária onde esses benefícios são desejados.

Diante do grande número de estudos destinados à investigação do efeito do treinamento resistido sobre a capacidade funcional de pessoas idosas, podemos notar a grande preocupação dos estudos em buscar maneiras de ampliar a autonomia dessa população, o que pode gerar impacto positivo inclusive sobre os gastos com saúde pública.

Pode-se notar associação positiva entre o treinamento resistido e a capacidade funcional, porém houveram diferenças nos resultados de acordo com o tempo de aplicação dos protocolos. Lixandrão *et al.*⁴ investigaram a hipertrofia muscular após 10 semanas (20 sessões) com programa de fortalecimento composto de quatro séries com 10 repetições (carga de 70-80% de 1RM). Houve aumento significativo no vasto lateral. Entretanto, Henwood *et al.*¹⁵ com um tempo de oito semanas de treino e comparação de três variados protocolos observaram aumento da força em seis grupos musculares de até 12,5% em comparação com grupo controle.

Apesar da força muscular ser o principal desfecho avaliado nos trabalhos, ela não é o único item de análise dos resultados. Ochala *et al.*¹⁹ aplicaram um protocolo de exercícios em idosos e analisaram alterações na elasticidade muscular, articular e influência do sexo. Os indivíduos foram submetidos ao programa de força realizado duas vezes por semana com três séries e 10 repetições. Os resultados mostraram diminuição no índice de rigidez muscular entre

Tabela 1. Identificação dos 20 artigos da pesquisa, aspectos dos sujeitos e parâmetros utilizados para o treino nos idosos.

Autor(es)	Características dos sujeitos	Parâmetros dos exercícios
1. Schlicht et al (2001) ¹⁰	61 a 87 anos 12 idosos que treinaram e 12 controle	3x semana (6 semanas) 2 séries com 10 repetições (70% de 1RM)
2. Vicent et al (2002) ¹¹	60 a 83 anos n=24 (baixa intensidade) n=24 (alta intensidade)	24 semanas 12 exercícios com 50% e 90% de 1RM
3. Talbot et al (2003) ¹³	idosos com osteoartrite n=34 (treinaram)	12 semanas Exercícios de isometria e dinâmicos
4. Miszko et al (2003) ¹⁴	3 grupos: n=13 (treino força); n=11 (powertraining) e n=15 (controle)	3x semana 16 semanas
5. Frontera et al (2003) ²	idosos com 68 a 79 anos n=14 (grupo de treino) e n=7 (controle)	2x semana 12 semanas
6. Vicent et al (2003) ¹¹	3 grupos: G1 (n=16, controle); G2 (n=22, 50% de carga) e G3 (n=24, 80% de carga)	24 semanas de treino G2 - 13 exercícios G3 - 8 exercícios
7. Henwood e Taaffe (2006) ¹⁵	65 a 84 anos n=69 idosos	8 semanas (2x semana)
8. Di Francisco-Donoghue et al (2007) ¹⁶	65 a 79 anos n=18	9 semanas (exercícios até a fadiga); G1 - 1x semana; G2 - 2x semana
9. Shirazi et al (2007) ¹⁷	n=61 idosos	Treinamento de força e equilíbrio
10. Bottaro et al (2007) ¹⁸	60 a 76 anos n=20 idosos	10 semanas (2x semana) 8 a 10 exercícios
11. Ochala et al (2007) ¹⁹	n=26	48 semanas (2x semana) 3x10 repetições
12. Kalapotharakos et al (2007) ²⁰	61 a 75 anos n=9 (treino de força) e n=9 (controle)	12 semanas (3x semana) 60% de 1RM
13. Donat e Ozcan (2007) ²¹	65 anos n=42, divididos em G1 (treino com supervisão) e G2 (sem supervisão)	8 semanas (3x semana) G1 (n=21) e G2 (n=21)
14. Goodpaster et al (2008) ²²	n=42 11 homens e 31 mulheres	12 meses treino de força para extensão de joelho
15. Mueller et al (2009) ²³	n=62 pacientes divididos em 3 grupos	12 semanas (2x semana) G1 (n=16, treino cognitivo); G2 (n=23, treino convencional) e G3 (n=23, treino excêntrico)
16. Kimura et al (2010) ²⁴	n=119 idosos n= 54 controle	12 semanas (2x semana)
17. Granacher et al (2013) ²⁵	n=32 idosos Projeto CORE	9 semanas (Treino com força isométrica)
18. Watanabe et al (2014) ⁵	60 a 77 anos n=18 idosos	12 semanas (2x semana) 3 segundos de isometria
19. Jiménez et al (2014) ²⁶	n=30 idosos, divididos em 3 grupos	16 semanas; n=10 (físio + educação); n=10 (físio + treino de força) e n=10 de controle
20. Lixandrão et al (2016) ⁴	n=14, divididos em 2 grupos; n=6 (exercício resistido); n=8 (controle)	10 semanas (20 sessões) 4 séries com 10 repetições 80% de 1RM para grupo

n= número de participantes; 1RM= uma repetição máxima.

homens e mulheres e os autores chamam ainda a atenção para a necessidade de individualização dos protocolos.

Segundo Donat e Ozcan²¹ em um estudo com 535 participantes que residiam em um lar de idosos os exercícios realizados três vezes por semana durante oito semanas melhoram de forma significativa o equilíbrio, mobilidade funcional e flexibilidade, também houve aumento significativo tanto na força quanto na propriocepção mesmo em idosos que vivem em uma casa de repouso.

Goodpaster *et al.*²² realizaram um estudo em que se examinou se o aumento da atividade física poderia prevenir ou reverter a diminuição da força e massa muscular esquelética, bem como aumentar da gordura corporal em idosos. Os participantes idosos foram avaliados durante 12 meses após a randomização. O peso corporal e a gordura muscular diminuíram em ambos os grupos, mas a diminuição da força

foi evitada no grupo com atividade. Em conclusão a atividade física regular evita tanto na perda de força muscular quanto no aumento da infiltração de gordura muscular em idosos.

Na conclusão de Donat e Ozcan²¹ corroboram com as de Ochala *et al.*¹⁹ e Henwood *et al.*¹⁵ que a força muscular está mais fortemente relacionada ao desempenho funcional e a mobilidade articular o que sugere que o tratamento que prioriza fortalecimento muscular resulta em impacto positivo na recuperação da função de idosos.

A velocidade da marcha é um fator importante para que o idoso exerça suas atividades de vida diária, tais como, atravessar ruas, fazer compras e, com isso, conseguir se manter independente. Schlicht *et al.*¹⁰ concluíram que a habilidade de produzir um maior torque dos extensores de quadril estava relacionada com o aumento do comprimento do passo, cadência e velocidade de caminhada o que pode reduzir as quedas.

Tabela 2. Delineamento do estudo incluído, tipo de avaliação para a força muscular e resultado dos 20 artigos selecionados para a pesquisa.

Autor(es)	Delineamento e Avaliação	Resultados
1. Schlicht et al (2001) ¹⁰	Estudo randomizado controlado; 1RM	Aumento na velocidade da marcha e força muscular
2. Vicent et al (2002) ¹¹	Estudo randomizado controlado; 1RM	Aumento de 79% da resistência muscular em ambos
3. Talbot et al (2003) ¹³	Estudo randomizado; estimulação elétrica neuromuscular	Melhorou o tempo de caminhada em 7%
4. Miszko et al (2003) ¹⁴	Estudo randomizado controlado; Teste em Escala Contínua, força máxima e potência anaeróbica	O treino de força foi mais eficiente para aumentar a função física
5. Frontera et al (2003) ²	Estudo randomizado controlado; Medidas antropométricas	Aumento de massa muscular
6. Vicent et al (2003) ¹¹	Estudo randomizado controlado; Teste de exercícios graduado	Respostas cardiovasculares melhores com recuperação mais rápida
7. Henwood e Taaffe (2006) ¹⁵	Estudo randomizado controlado; 1RM e Teste de desempenho funcional	Aumentou força muscular e melhorou tarefas funcionais
8. Di Francisco-Donoghue et al (2007) ¹⁶	Estudo randomizado; Controle das repetições realizadas até a fadiga em cada grupo	Aumento da força em ambos os grupos analisados
9. Shirazi et al (2007) ¹⁷	Estudo randomizado controlado; Desempenho funcional - Exercícios realizados em domicílio	Diminuição da pressão arterial basal, aumento da força muscular e o equilíbrio estático e dinâmico
10. Bottaro et al (2007) ¹⁸	Estudo randomizado; 1RM Teste de aptidão física	Melhorou 50% o desempenho funcional versus 6% da força muscular
11. Ochala et al (2007) ¹⁹	Medida de rigidez-torque músculoarticular com aplicação do cálculo matemático	O exercício deve ser individualizado de acordo com o gênero
12. Kalapotharakos et al (2007) ²⁰	Ensaio clínico; 1RM Teste de salto vertical	Aumentou o salto vertical e a força muscular
13. Donat e Ozcan (2007) ²¹	Estudo randomizado controlado; Escala analógica visual; Dinamometria; Teste de flexibilidade de sentar e alcançar	Aumento significativo no equilíbrio, mobilidade funcional e flexibilidade
14. Goodpaster et al (2008) ²²	Ensaio randomizado; Medição feita com tomografia computadorizada	A atividade regular previne a perda de força muscular
15. Mueller et al (2009) ²³	Estudo randomizado controlado; Testes de aptidão funcional e de composição corporal; Biópsia do músculo vasto lateral	Aumentou a força do vasto lateral
16. Kimura et al (2010) ²⁴	Estudo randomizado controlado; Avaliação neuro-cognitiva computadorizada	Melhora da qualidade de vida
17. Granacher et al (2013) ²⁵	Estudo randomizado; Balanço dinâmico e a mobilidade funcional	Melhora da força muscular
18. Watanabe et al (2014) ⁵	Estudo randomizado; Teste de força isométrica e isocinética; 1RM e ressonância magnética	Aumentou a massa muscular e a força
19. Jiménez et al (2014) ²⁶	Estudo randomizado; Teste de aptidão física	Educação e treinamento de força melhorou o resultado dos testes funcionais
20. Lixandrão et al (2016) ⁴	Estudo randomizado; 1RM; Ultrassonografia	Aumento da força muscular do membro inferior

1RM= teste de uma repetição máxima.

As intervenções de fisioterapia, por meio de exercícios de fortalecimento, são capazes de atuar principalmente no sistema efector e, assim, minimizar seus déficits, o que pode influenciar no risco de queda e melhor o desempenho funcional. Nesse sentido, a prevenção de quedas irá reduzir a morbidade e mortalidade, que são altas entre os idosos o que impacta no risco de institucionalização e ainda minimiza o declínio nas atividades de vida diária, habilidade física e social.^{28,29}

Apesar do método desse estudo só ter incluído a consulta a uma base de dados localizamos uma gama importante de artigos sobre o treino resistido na população idosa, o que ressalta a importância da pesquisa sobre essa modalidade de treino e seu potencial para

aplicação clínica mas limita nossas conclusões pois um levantamento mais amplo é necessário para indicação precisa sobre a temática.

CONCLUSÃO

O exercício resistido aponta evidência para o aumento da força muscular e habilidades físicas nos idosos.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não possuir conflitos de interesse na realização deste trabalho.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. ESC e VLSA foram os principais contribuintes na elaboração do projeto, conceito intelectual, contextualização teórica e coleta de dados. VBX avaliou os dados estatísticos e a revisão da escrita e das referências do manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Burnfield JM, Josephson KR, Powers CM, Rubenstein LZ. The influence of lower extremity joint torque on gait characteristics in elderly men. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(9):1153-7.
2. Frontera WR, Hungles 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(5):601-8.
3. Hall G, Wendin K. Sensory design of foods for the elderly. *Ann Nutr Metab*. 2008; 52 Suppl1:25-8.
4. Lixandrão ME, Damas F, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, Ugrinowitsch C, Bottaro M, et al. Time course of resistance training-induced muscle hypertrophy in the elderly. *J Strength Cond Res*. 2016;30(1):159-63.
5. 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.
6. Mueller M, Breil FA, Vogt M, Steiner R, Lippuner K, Popp A, et al. Different response to eccentric and concentric training in older men and women. *Eur J Appl Physiol*. 2009;107(2):145-53.
7. Barros GWP, Silva LRG, Santos WR, Tourinho Filho H, Santos WR. Impacto do tratamento com realidade virtual no risco de quedas em idosos. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*. 2016;14(1):279-85.
8. Ferreira FPC, Bansi LO, Paschoal SMP. Serviços de atenção ao idoso e estratégias de cuidado domiciliares e institucionais. *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2014;17(4):911-26.
9. Fleg HL, Lakaha EG. Role of muscle loss in the age-associated reduction in $\dot{V}O_2$ max. *J Appl Physiol* (1985). 1988;65(3):1147-51.
10. 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 A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(5):M281-6.
11. Vicent KR, Vicent HK, Braith RW, Bhatnagar V, Lowenthal DT. Strength training and hemodynamic response to exercise. *Am J Geriatr Cardiol*. 2003;12(2):97-106.
12. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2015;45(12):1693-720.
13. Talbot LA, Gaines JM, Ling SM, Metter EJ. A home-based protocol of electrical muscle stimulation for quadriceps muscle strength in older adults with osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol*. 2003;30(7):1571-8.
14. 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 A Biol Sci Med Sci*. 2003;58(2):171-5.
15. Henwood TR, Taaffe DR. Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2006;26(5):305-13.
16. DiFrancisco-Donoghue J, Werner W, Douris PC. Comparison of once-weekly and twice-weekly strength in older adults. *Br J Sports Med*. 2007;41(1):19-22.
17. Shirazi KK, Wallace LM, Niknami S, Hidarnia A, Torkaman G, Gilchrist M, et al. A home-based, transtheoretical change model designed strength aged 40-65 years: a randomized controlled trial. *Health Educ Res*. 2007;22(3):305-17.
18. Bottaro M, Machado SN, Nogueira W, Scales N, Veloso J. Effect of high versus low-velocity resistance on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*. 2007;99(3):257-64.
19. Ochala J, Lambert D, Van Hoecke J, Pousson M. Changes in muscle and joint elasticity following long-term strength training in old age. *Eur J Appl Physiol*. 2007;100(5):491-8.
20. Kalapotharakos V, Smilios I, Parlavatzas A, Tokmakidis SP. The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men. *J Geriatr Phys Ther*. 2007;30(3):109-13.
21. Donat H, Ozcan A. Comparison of the effectiveness of two programmes on older adults at risk of falling: unsupervised home exercise and supervised group exercise. *Clin Rehabil*. 2007;(3):273-83.
22. Goodpaster BH, Chomentowski P, Ward BK, Rossi A, Glynn NW, Delmonico MJ, et al. Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial. *J Appl Physiol* (1985). 2008;105(5):1498-503.
23. Mueller M, Breil FA, Vogt M, Steiner R, Lippuner K, Popp A, et al. Different response to eccentric and concentric training in older men and women. *Eur J Appl Physiol*. 2009;107(2):145-53.
24. Kimura K, Obuchi S, Arai T, Nagasawa H, Shiba Y, Watabane S, et al. The influence of short-term strength training on health quality of life and executive cognitive function. *J Physiol Anthropol*. 2010;29(3):95-101.
25. Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T, Roettger K, Gollhofer A. Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spiral mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. *Gerontology*. 2013;59(2):105-13.
26. Jiménez SCE, Fernández GR, Zurita OF, Linares GD, Farias MA. Effects of education and strength training on functional tests among older people with osteoarthritis. *Rev Med Chil*. 2014;142(4):436-42.
27. American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510-30.
28. Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD. The effects of exercise on falls in elderly patients. *JAMA*. 1995;273(17):1341-7.
29. Vicent KR, Braith RW, Feldman RA, Magyari PM, Cutler RB, Persin AS, et al. Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(6):1100-7.