



## Efeito do treino de força na hipertrofia muscular em idosos saudáveis: uma revisão sistemática

Lucas Wilson Miranda da Silva<sup>1</sup>, Lucas Melo Neves<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Santo Amaro (UNISA), São Paulo - SP, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto de Psiquiatria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - Ipq - HCUSP, São Paulo - SP, Brasil.

### RESUMO

#### OBJETIVO

Sumarizar a literatura de forma sistemática considerando estudos que abordam treinamento de força e seus efeitos na hipertrofia muscular de idosos saudáveis.

#### MÉTODOS

A busca foi desenvolvida considerando a estratégia PICOS na plataforma PubMed. A data dos estudos selecionados foram os últimos 5 anos (01.01.2017 a 21.07.2021). Estudos em qualquer língua foram considerados. Como critério de elegibilidade os estudos tinham que conter: Estudos com idosos saudáveis; intervenções com exercícios de força; desfechos com medidas de hipertrofia (ressonância magnética, ultrassom etc.).

#### RESULTADOS

14 estudos foram incluídos, totalizando 470 indivíduos idosos (296 participantes no grupo experimental e a 174 participantes no grupo controle), com idades entre 60 e 80 anos. O período de intervenções de treinamento de força ocorreu entre 4 e 30 semanas, com sessões de 1 a 7 vezes por semana. Foram realizados também testes de equilíbrio, mensuração de temperatura muscular, capacidade e desempenho funcional, e testes de força, o qual mais utilizado foi o teste de 1 repetição máxima (1RM). Em suas medidas de hipertrofia, foram utilizadas raio-X de energia dupla (DXA), ultrassom, Impedância bioelétrica e tomografia computadorizada. Os estudos analisados apresentaram aumento significativo do volume muscular quando comparado a grupos controle (acompanhamento ou comparação). Todavia, os estudos com grupos comparação (outra estratégia ou protocolo de treino de força) também promoveram o aumento volume muscular, não havendo diferenças entre os grupos.

#### CONCLUSÕES

O treinamento de força é eficaz para promover melhorias no volume muscular de idosos.

#### DESCRITORES

Idoso, Treinamento de força, Massa muscular, Hipertrofia muscular.

#### Autor correspondente:

Lucas Melo Neves.

Docente Mestrado em Ciências da Saúde - Universidade Santo Amaro (UNISA). Pesquisador do Programa de Transtorno Bipolar (PROMAN) do Instituto de Psiquiatria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - Ipq - HCUSP. Rua Professor Enéas de Siqueira Neto, 340. Jardim das Imbuías, São Paulo - SP, Brasil.

E-mail: [lmneves@prof.unisa.br](mailto:lmneves@prof.unisa.br)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2426-9736>.

**Copyright:** This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons

Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original author and source are credited.

## INTRODUÇÃO

O envelhecimento é acompanhado de diversas alterações funcionais e estruturais, com destaque para a perda de massa muscular<sup>1</sup>. Uma das estratégias mais eficazes para atenuar ou reverter a perda de massa muscular em idosos é a realização de treinamento de força<sup>2-4</sup>. Conceituado como um tipo de exercício que exige que os músculos do corpo se movimentem ou tentem se mover contra uma força oposta, geralmente exercida por algum tipo de equipamento (com máquinas ou halteres)<sup>5</sup>. Deste modo, o treino de força se torna uma importante ferramenta para o retardo da perda de massa muscular, o que irá refletir na diminuição de quedas e execução das tarefas funcionais diárias. As diretrizes atuais recomendam pelo menos duas sessões semanais de treinamento de força envolvendo maiores grupos musculares.

De fato, o tecido muscular tem um importante papel para a saúde do idoso, pois representa de 40-50% da massa total em indivíduos com peso saudável, sendo um reservatório de proteínas do corpo humano, com funções não apenas ligada a locomoção, sendo fundamentais para a respiração, alimentação, gasto energético, bem como para a homeostase da glicose, aminoácidos e lipídios e para a manutenção de uma alta qualidade de vida<sup>6</sup>. Destacamos a perda muscular diverge entre os diferentes grupos musculares, ou seja, dentro de uma mesma situação catabólica, diferentes músculos ativam programas peculiares relacionados à atrofia e hipertrofia<sup>7</sup>.

No entanto, a literatura apresenta diversos estudos referentes aos tipos de intervenções utilizadas para a atenuação da perda de massa muscular em idosos. Diferentes estudos apontam o benefício do treino de força em idosos para atenuar a perda de massa muscular, porém amostras com sujeitos com alguma doença específica ou multi-coborbididades foram incluídas com idosos sem doenças nas mais recentes revisões sistemáticas realizadas<sup>8-11</sup>. De fato, podemos destacar recentes revisões sistemáticas que sumarizaram o efeito do treino de força em pessoas com osteoporose<sup>10</sup> e idosos longevos (+75 anos)<sup>8, 11</sup>. Ao melhor do nosso conhecimento, uma revisão sistemática com foco em idosos saudáveis, ainda não foi realizada.

Considerando a relevância do exposto, este estudo sumariou a literatura na temática idoso saudável, treinamento de força e aumento da massa muscular.

## MÉTODOS

### Critérios de elegibilidade

A busca foi desenvolvida considerando a estratégia PICOS na plataforma *PubMed*. A data dos estudos selecionados foi os últimos 5 anos (01.01.2017 a 21.07.2021). Estudos em qualquer língua foram considerados.

Como critério de elegibilidade os estudos tinham que conter: (I) Estudos com humanos, (II) sujeitos idosos (acima de 60 anos de idade), (III) sem doenças específicas (ex: câncer, HIV, lesão medular, etc), (IV) intervenção exclusiva com exercício físico na modalidade de exercício treinamento de força [tipo de exercício que exige que a musculatura corporal se movimente ou tente se movimentar contra uma força oposta, geralmente exercida por algum tipo de equipamento - Fleck & Kraemer, (2017)], (V) desfechos com medidas de hipertrofia muscular (ressonância magnética, ultrassom, etc), (VI) não se tratavam de intervenções de treinamentos de força.

Estudos duplicados, estudos com crianças, adolescentes e adultos, estudos realizados com animais, estudos com protocolos aeróbios, combinados ou outro treinamento físico, estudos combinados com suplementação alimentar/nutricional, estudos de revisão e estudos com desenhos que não eram ensaios clínicos foram excluídos da presente pesquisa.

### Fontes de informação

Utilizamos como fonte de informação de busca dos estudos na base *PubMed*.

### Busca

Os termos de busca utilizados para a pesquisa foram, elderly AND hypertrophy AND exercise. O filtro Clinical trial foi utilizado.

### Seleção dos estudos

Os estudos resultantes da busca sistemática foram avaliados por dois revisores (LW e LN), caso a seleção entre esses dois revisores fosse divergente, um terceiro revisor (CJ) aplicou os critérios de inclusão/exclusão para definir a seleção do mesmo.

### Processo de coleta de dados

Foi utilizada uma planilha (Excel, Microsoft, EUA) de extração de dados considerando: título do estudo, sem doença específica, humanos ou animais, intervenção com treino de força, idosos e medida de hipertrofia. Ambos os autores (LW e LN) extraíram os dados dos estudos incluídos e verificaram os dados extraídos.

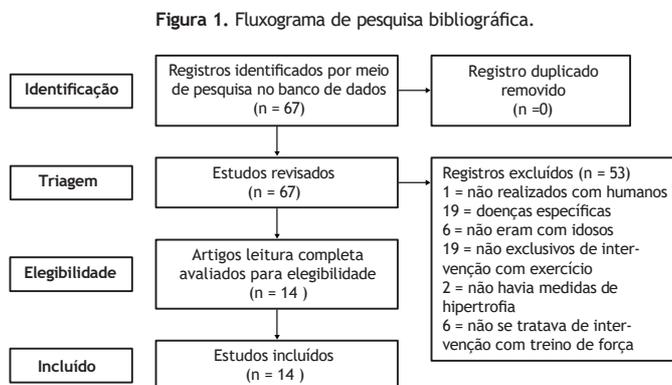
### Lista dos dados

Após a coleta de dados citada, detalhes dos estudos foram extraídos como segue: (I) Número de sujeitos; (II) Detalhes dos sujeitos; (III) Detalhes da intervenção; (IV) medidas reportadas; (V) Medida de hipertrofia; (VI) Principais resultados; (VII) Conclusão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Seleção de estudos

Foram identificados 67 estudos (Pubmed). Após a remoção de estudos não feitos com humanos (1 estudo), que se tratavam de doenças específicas (19 estudos), nossa pesquisa identificou 47 estudos. Na etapa de revisão de título, resumo e do texto completo, estudos foram excluídos por não serem relacionadas a idosos (6 estudos) e estudos quais não eram exclusivos de intervenção com exercício (19 estudos), que não se referiam a medida de hipertrofia (2 estudos) e que não se tratavam de intervenção com treinamento de força (6 estudos). Isso resultou em 14 estudos de leitura completa, revisados e avaliados para seleção, os quais atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos em nossa revisão sistemática<sup>12-31</sup>. Esses são apresentados no Fluxograma.



Na Tabela 1, são apresentados os detalhes das publicações selecionadas (Número de sujeitos, Detalhes dos sujeitos, Tempo Intervenção e sessões, outras medidas reportadas, Medida de hipertrofia e Conclusão).

**Tabela 1.** Estudos selecionados e informações relevantes - (I) Número de sujeitos (experimental e controle); (II) Detalhes dos sujeitos; (III) Tempo Intervenção e sessões; (IV) Outras medidas reportadas; (V) Medida de hipertrofia; (VI) Conclusão.

Estudo	(I) Número de sujeitos (experimental e controle)	(II) Detalhes dos sujeitos	(III) Tempo Intervenção e sessões	(IV) Outras medidas reportadas	(V) Medida de hipertrofia	(VI) Conclusão
Allison SJ, 2018	20+15=35	Idosos entre 65 a 80 anos.	6 meses (7x semana)	Força isométrica máx., teste de equilíbrio	Ultrassom	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle.
Baggen RJ, 2019	23+20 = 43	Idosos acima de 65 anos	12 semanas (3x semana)	Desempenho funcional e equilíbrio	Tomografia computadorizada.	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle.
Conlon JA, 2017	13 +10 = 23	Idosos com média de 70 anos.	22 semanas (3x semana)	Dinamômetro, pico de torque, salto vertical	Ultrassom	Sem diferença significativa entre as intervenções.
Conlon JA, 2017	10 + 10 = 20	Idosos com média de 70 anos.	22 semanas (3x semana)	Dinamômetro, pico de torque, salto vertical	Ultrassom	Sem diferença significativa entre as intervenções.
Da Silva LXN, 2018	18 + 21= 39	Idosos acima de 66 anos	12 semanas	1RM, desempenho funcional	Ultrassom	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle.
Da Silva LXN, 2018	15 + 21= 36	Idosos acima de 66 anos	12 semanas	1RM, desempenho funcional	Ultrassom	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle
Dos Santos L, 2018	20 + 19 = 39	Idosos acima de 67 anos	8 semanas (3x semana)	1RM	Raio-X de energia dupla (DXA).	Não houve diferenças significativas entre as intervenções para hipertrofia
Lopez P, 2020	12+12=24	Idosos acima de 63 anos	8 semanas (2x semana)	Dinamômetro, capacidade funcional	Ultrassom	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle.
Moro T, 2019	9+10=19	Idosos acima de 70 anos	12 semanas (3x semana)	1RM	Raio-X de energia dupla (DXA)	Sem diferença significativa entre as intervenções
Ozaki H, 2017	6+6=12	Idosos acima de 60 anos	8 semanas (3x semana)	Teste de esforço sub-máximo e máximo	Ultrassom	Sem diferença significativa entre as intervenções
De ResendeNeto AG, 2019	47	Idosas acima de 64 anos	12 semanas (3x semana)	Teste de força muscular, 1RM	Impedância bioelétrica	Sem diferença significativa entre as intervenções
Ribeiro AS, 2018	16+17=33	Idosos acima de 60 anos.	12 semanas (3x semana)	1RM, teste de esforço	Raio-X de energia dupla (DXA)	Sem diferenças significativas entre as intervenções.
Soligon SD, 2020	12 + 11= 23	Idosos acima de 62 anos	12 semanas (2x semana)	De marcha, teste de força muscular e testes de desempenho funcional	Ultrassom	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle
Soligon SD, 2020	11 + 11= 22	Idosos acima de 62 anos	12 semanas (2x semana)	De marcha, teste de força muscular e testes de desempenho funcional	Ultrassom	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle
Teodoro JL, 2019	9 + 12 + 11= 32	Idosos acima de 68 anos	20 semanas (2x semana)	1RM, dinamômetro e desempenho funcional	Ultrassom	Não houve diferenças significativas entre as intervenções para hipertrofia
Tomeleri CM, 2020	15 + 15 = 30	Idosos de 60 anos ou mais	12 semanas (3x semana)	1RM	Raio-X de energia dupla (DXA)	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle.
Tomeleri CM, 2020	14 + 15 = 29	Idosos de 60 anos ou mais	12 semanas (3x semana)	1RM	Raio-X de energia dupla (DXA)	Aumento significativo na hipertrofia através da intervenção do grupo de treinamento em comparação ao grupo controle.
Yoon SJ, 2017	8 + 6 + 7 = 21	Idosos de 65 a 75 anos	12 semanas (3x semana)	Volume e temperatura muscular, 1 RM,	Tomografia computadorizada	Aumento significativo na hipertrofia através das intervenções dos grupos de treinamento de stress por calor.

Os artigos selecionados e analisados foram publicados entre os anos de 2017 e 2020. Com amostras que variaram de 12 a 47 idosos, verificamos um total de 296 participantes no grupo experimental e a 174 participantes no grupo controle, com idosos saudáveis, com idade entre 60 e 80 anos.

O período de intervenções de treinamento de força ocorreu entre 4 e 30 semanas, com sessões de 1 a 7 vezes por semana. Em relação aos desfechos avaliados, verificamos estudos com testes de equilíbrio, mensuração de temperatura muscular, capacidade e desempenho funcional, e testes de força, o qual mais utilizado foi o teste de 1RM. Em relação às Medidas de hipertrofia utilizadas verificamos estudos com raio-X de energia dupla (DXA), ultrassom, Impedância bioelétrica e tomografia computadorizada.

Dos 14 artigos selecionados e incluídos para a construção do presente estudo, verificou-se nos estudos de: nas conclusões que 7 estudos obtiveram aumento significativo na hipertrofia e

7 não obtiveram aumento significativo. Todavia, foi observado que os estudos que não obtiveram aumento significativo, são referentes a estudos com comparações entre variações de treinamento de força (grupo controle ativo), o que justifica não haver diferenças.

Em relação aos estudos com diferenças entre os grupos, todos são estudos de comparações entre grupo intervenção com treino de força e grupos controle sem realização de exercício (apenas acompanhamento)<sup>12-31</sup>. Destacamos que além de não apresentar hipertrofia, em alguns casos após o período de acompanhamento verificou-se atrofia muscular. Assim, de forma geral o treino de força mostrou-se eficaz para promover a hipertrofia em idosos.

Considerando tais fatos, se faz necessário destacar a importância do treinamento de força ser adotado no estilo de vida de idosos, pois, a sarcopenia representa um maior risco de mortalidade na terceira idade, afeta a mobilidade, equilíbrio,

tendo aumento do risco de quedas por meio da perda de força dos membros, prejudicial a funcionalidade motora, assim cognitiva do corpo<sup>1</sup>. Os programas de exercícios físicos têm sido amplamente recomendados em idosos para retardar este processo e ganhar volume muscular, além de melhorar o desempenho funcional, força, promovendo saúde e qualidade de vida nesta faixa etária<sup>32-34</sup>.

No entanto, a atual pesquisa apresenta determinadas limitações, pois, foi utilizada apenas uma única plataforma (PubMed) para o levantamento dos estudos, e um período pequeno (últimos 5 anos). Além disso, apesar de resultados positivos não há exibição específica do percentual de mudança ou meta-análise.

## CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo sumarizar de forma sistemática os estudos na temática treinamento de força e hipertrofia muscular especificamente idosos saudáveis. É possível afirmar que, programas de treinamento de exercícios de força em idosos saudáveis promovem hipertrofia muscular e possuem resultados positivos.

## REFERÊNCIAS

- Larsson L, Degens H, Li M, et al. Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function. *Physiological reviews* 2019; 99: 427-511. 2018/11/15. DOI: 10.1152/physrev.00061.2017.
- Bao W, Sun Y, Zhang T, et al. Exercise Programs for Muscle Mass, Muscle Strength and Physical Performance in Older Adults with Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Aging and disease* 2020; 11: 863-873. 2020/08/09. DOI: 10.14336/ad.2019.1012.
- Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, et al. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2019; 33: 2019-2052. 2019/07/26. DOI: 10.1519/jsc.0000000000003230.
- Papa EV, Dong X and Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clinical interventions in aging* 2017; 12: 955-961. 2017/07/04. DOI: 10.2147/cia.s104674.
- Fleck SJ and Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Artmed Editora, 2017.
- Baskin KK, Winders BR and Olson EN. Muscle as a “mediator” of systemic metabolism. *Cell metabolism* 2015; 21: 237-248.
- Brocca L, Toniolo L, Reggiani C, et al. FoxO-dependent atrogens vary among catabolic conditions and play a key role in muscle atrophy induced by hindlimb suspension. *The Journal of physiology* 2017; 595: 1143-1158.
- Grgic J, Garofolini A, Orazem J, et al. Effects of Resistance Training on Muscle Size and Strength in Very Elderly Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2020; 50: 1983-1999. 2015/08/26 2020/08/03. DOI: 10.1111/sms.12536 10.1007/s40279-020-01331-7.
- Kneffel Z, Murlasits Z, Reed J, et al. A meta-regression of the effects of resistance training frequency on muscular strength and hypertrophy in adults over 60 years of age. *Journal of sports sciences* 2021; 39: 351-358. 2013/10/25. DOI: 10.1111/sms.12123 10.1080/02640414.2020.1822595.
- Liao CD, Chen HC, Kuo YC, et al. Effects of Muscle Strength Training on Muscle Mass Gain and Hypertrophy in Older Adults With Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. 2020; 72: 1703-1718. DOI: 10.1002/acr.24097.
- Liou TH, Stewart VH, Saunders DH, et al. Responsiveness of muscle size and strength to physical training in very elderly people: a systematic review. *Arthritis care & research* 2014; 24: e1-10. 2019/10/20. DOI: 10.1002/acr.24097 10.1111/sms.12123.
- Tomeleri CM, Ribeiro AS, Nunes JP, et al. Influence of Resistance Training Exercise Order on Muscle Strength, Hypertrophy, and Anabolic Hormones in Older Women: A Randomized Controlled Trial. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2020; 34: 3103-3109. 2020/10/27. DOI: 10.1519/jsc.0000000000003147.
- Soligon SD, da Silva DG, Bergamasco JGA, et al. Suspension training vs. traditional resistance training: effects on muscle mass, strength and functional performance in older adults. *European journal of applied physiology* 2020; 120: 2223-2232. DOI: 10.1007/s00421-020-04446-x.
- Lopez P, Crosby BJ, Robetti BP, et al. Effects of an 8-week resistance training intervention on plantar flexor muscle quality and functional capacity in older women: A randomized controlled trial. *Experimental gerontology* 2020; 138: 111003. DOI: 10.1016/j.exger.2020.111003.
- Vechin FC, Libardi CA, Conceicao MS, et al. Low-intensity resistance training with partial blood flow restriction and high-intensity resistance training induce similar changes in skeletal muscle transcriptome in elderly humans. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme* 2019; 44: 216-220. DOI: 10.1139/apnm-2018-0146.
- Teodoro JL, da Silva LXN, Fritsch CG, et al. Concurrent training performed with and without repetitions to failure in older men: A randomized clinical trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2019; 29: 1141-1152. DOI: 10.1111/sms.13451.
- Moro T, Brightwell CR, Phalen DE, et al. Low skeletal muscle capillarization limits muscle adaptation to resistance exercise training in older adults. *Experimental gerontology* 2019; 127: 110723. DOI: 10.1016/j.exger.2019.110723.
- Lee H, Kim IG, Sung C, et al. Exercise training increases skeletal muscle strength independent of hypertrophy in older adults aged 75 years and older. *Geriatrics & gerontology international* 2019; 19: 265-270. DOI: 10.1111/ggi.13597.
- de Resende-Neto AG, Oliveira Andrade BC, Cyrino ES, et al. Effects of functional and traditional training in body composition and muscle strength components in older women: A randomized controlled trial. *Archives of gerontology and geriatrics* 2019; 84: 103902. DOI: 10.1016/j.archger.2019.103902.
- Ribeiro AS, Aguiar AF, Schoenfeld BJ, et al. Effects of Different Resistance Training Systems on Muscular Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Older Women. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2018; 32: 545-553. 2017/11/10. DOI: 10.1519/jsc.0000000000002326.
- Dos Santos L, Ribeiro AS, Cavalcante EF, et al. Effects of Modified Pyramid System on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Women. *International journal of sports medicine* 2018; 39: 613-618. DOI: 10.1055/a-0634-6454.
- da Silva LXN, Teodoro JL, Menger E, et al. Repetitions to failure versus not to failure during concurrent training in healthy elderly men: A randomized clinical trial. *Experimental gerontology* 2018; 108: 18-27. DOI: 10.1016/j.exger.2018.03.017.
- Allison SJ, Brooke-Wavell K and Folland J. High and odd

- impact exercise training improved physical function and fall risk factors in community-dwelling older men. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions* 2018; 18: 100-107. 2018/03/06.
24. Yoon SJ, Lee MJ, Lee HM, et al. Effect of low-intensity resistance training with heat stress on the HSP72, anabolic hormones, muscle size, and strength in elderly women. *Ageing clinical and experimental research* 2017; 29: 977-984. DOI: 10.1007/s40520-016-0685-4.
25. Van Roie E, Walker S, Van Driessche S, et al. Training load does not affect detraining's effect on muscle volume, muscle strength and functional capacity among older adults. *Experimental gerontology* 2017; 98: 30-37. DOI: 10.1016/j.exger.2017.07.017.
26. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Fleck SJ, et al. Effects of Traditional and Pyramidal Resistance Training Systems on Muscular Strength, Muscle Mass, and Hormonal Responses in Older Women: A Randomized Crossover Trial. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2017; 31: 1888-1896. 2016/10/18. DOI: 10.1519/jsc.0000000000001653.
27. Ozaki H, Loenneke JP and Abe T. Blood flow-restricted walking in older women: does the acute hormonal response associate with muscle hypertrophy? *Clinical physiology and functional imaging* 2017; 37: 379-383. DOI: 10.1111/cpf.12312.
28. Ozaki H, Kitada T, Nakagata T, et al. Combination of body mass-based resistance training and high-intensity walking can improve both muscle size and V O<sub>2</sub> peak in untrained older women. *Geriatrics & gerontology international* 2017; 17: 779-784. DOI: 10.1111/ggi.12786.
29. Ikenaga M, Yamada Y, Kose Y, et al. Effects of a 12-week, short-interval, intermittent, low-intensity, slow-jogging program on skeletal muscle, fat infiltration, and fitness in older adults: randomized controlled trial. *European journal of applied physiology* 2017; 117: 7-15. DOI: 10.1007/s00421-016-3493-9.
30. Conlon JA, Newton RU, Tufano JJ, et al. The efficacy of periodised resistance training on neuromuscular adaptation in older adults. *European journal of applied physiology* 2017; 117: 1181-1194. DOI: 10.1007/s00421-017-3605-1.
31. Baggen RJ, Van Roie E, Verschueren SM, et al. Bench stepping with incremental heights improves muscle volume, strength and functional performance in older women. *Experimental gerontology* 2019; 120: 6-14. 2019/02/25. DOI: 10.1016/j.exger.2019.02.013.
32. Ihalainen JK, Inglis A, Mäkinen T, et al. Strength Training Improves Metabolic Health Markers in Older Individual Regardless of Training Frequency. *Frontiers in physiology* 2019; 10: 32. 2019/02/19. DOI: 10.3389/fphys.2019.00032.
33. Fortunato AK, Pontes WM, De Souza DMS, et al. Strength Training Session Induces Important Changes on Physiological, Immunological, and Inflammatory Biomarkers. 2018; 2018: 9675216. DOI: 10.1155/2018/9675216.
34. Radzewitz A, Miche E, Herrmann G, et al. Exercise and muscle strength training and their effect on quality of life in patients with chronic heart failure. *European journal of heart failure* 2002; 4: 627-634. DOI: 10.1016/s1388-9842(02)00090-9.