

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA NOS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES
 E FUNCIONAIS DE IDOSOS LONGEVOS**

Tainara Steffens¹, Talita Molinari¹
 Karen de Lima Pereira¹, Isabel de Almeida Paz¹

RESUMO

Introdução: o processo de envelhecimento está associado a alterações neuromusculares que sofrem declínio, dentre eles estão a força muscular, a potência muscular e a taxa de produção de força, principalmente em idosos longevos acima de 80 anos. O treinamento de força tem sido bem documentado como uma intervenção efetiva e benéfica para reverter esses declínios, mas é importante determinar qual tipo de treinamento, volume ideal e periodização promove melhores efeitos para otimizar os ganhos nos parâmetros neuromusculares e consequentemente funcionais em idosos longevos. **Objetivos:** descrever os efeitos do treinamento de força nos parâmetros neuromusculares e funcionais em idosos longevos. **Métodos:** Foi realizado busca na base de dados EMBASE, de acordo com o PICOT, a população de idosos longevos (idade ≥ 80 anos), intervenção com treinamento de força ou exercício, como desfecho força muscular, taxa de produção de força e capacidade funcional, incluídos apenas Ensaios Clínicos Randomizados. **Resultados:** foram incluídos 12 artigos que abordaram treinamento convencional, com características explosiva, em equipamento isocinético e treinamento multicomponente. **Conclusão:** os resultados sugerem que o treinamento de força convencional por um período de 8 semanas, com progressão de carga de 30% a 70% é capaz de promover benefícios em parâmetros neuromusculares e funcionais. Bem como, o treinamento com características explosiva e multicomponentes podem beneficiar essa população especialmente com a manutenção da força explosiva e capacidade funcional, principalmente pelo incremento da taxa de produção de força.

Palavras-chave: Longevos. Capacidade funcional. Força muscular.

1-Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre-RS, Brasil.

ABSTRACT

Effects of strength training in the neuromuscular and functional parameters of the oldest-old

Introduction: The aging process is associated with declining neuromuscular changes, such as muscle strength, muscular power and rate of force production, especially in elderly people who are older than 80 years. Strength training has been well documented as an effective and beneficial intervention to reverse these declines, but it is important to determine which type of training, ideal volume and periodization promotes better effects to optimize the gains in the neuromuscular parameters and consequently functional in the elderly longevity. **Objectives:** To describe the effects of strength training on neuromuscular and functional parameters in elderly people. **Methods:** We searched the EMBASE database, according to PICOT, the population of elderly people (age ≥ 80 years), intervention with strength or exercise training, such as muscular strength, rate of force production and functional capacity, including only Randomized Clinical Trials. **Results:** 12 articles were included that addressed conventional training, with explosive characteristics, in isokinetic equipment and multicomponent training. **Conclusion:** The results suggest that conventional strength training over a period of 8 weeks, with a loading progression of 30% to 70% can promote benefits in neuromuscular and functional parameters. And that the training with explosive and multicomponent characteristics can benefit this population mainly with the maintenance of strength and functional capacity, mainly by the increase of the rate of force production.

Key words: Longevity. Functional capacity. Muscular strength.

E-mail dos autores:
 tainarast@hotmail.com
 t.molinari@hotmail.com
 ka2guga@hotmail.com
 isabel.de.almeida@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento está associado a alterações neuromusculares que sofrem declínio, dentre eles estão a força muscular, a potência muscular e a taxa de produção de força (Caserotti e colaboradores, 2008; Radaelli e colaboradores, 2018).

Na população idosa, principalmente em idosos longevos, ou seja, idosos com idade igual ou superior a 80 anos (Magnolfi e colaboradores, 2007), esse declínio pode ser mais acentuado e preditor de quedas, deficiências motoras e incapacidade (Caserotti e colaboradores, 2008).

A força muscular é definida como a habilidade de um músculo ou grupamento muscular em exercer força máxima, e a potência muscular pode ser caracterizada pelo produto da força produzida e de sua velocidade (Kraemer, Newton, 2000; Komi, 2003; Aagaard e colaboradores, 2002).

Ambas, força muscular e potência muscular, são variáveis que tendem a apresentar declínio com a inatividade, o processo de envelhecimento e estão estreitamente associadas com a saúde e qualidade de vida (Puthoff, Nielsen, 2007).

Atualmente, ambas são consideradas um componente fundamental dos programas de treinamento físico com vistas na manutenção da saúde (Hunter, McCarthy, Bamman, 2004).

O treinamento de força tem sido bem documentado como uma intervenção efetiva e benéfica para idosos, sendo salientado como uma das principais estratégias de abordagem para prevenção e promoção da força e da funcionalidade. Está associada à atenuação dos declínios físicos relacionada à idade como a fragilidade (Nagai e colaboradores, 2018), bem como, redução o risco de quedas (Buskard e colaboradores, 2018).

Diversos estudos (Cadore e colaboradores, 2014a; Cadore e colaboradores, 2014b; Serra-Rexach e colaboradores, 2011) demonstraram os benefícios do treinamento de força para a população idosa, dentre eles se destaca o incremento da força muscular e a melhora da capacidade funcional, demonstrando que este tipo de treino físico é recomendado para esta população.

Embora os benefícios do treinamento de força para idosos sejam bem conhecidos, é importante determinar qual tipo de treinamento, volume ideal e periodização

promove melhores efeitos para otimizar os ganhos nos parâmetros neuromusculares e consequentemente funcionais em idosos longevos.

Portanto, o objetivo foi descrever os efeitos do treinamento de força nos parâmetros neuromusculares e funcionais em idosos longevos, bem como elucidar quais dos treinamentos de força são os mais prescritos para essa população.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para esta revisão foram consultadas referências atuais sobre o tema abordado, sendo relacionados à área do treinamento de força em idosos longevos selecionados na base de dados EMBASE, sem restrição do período de publicação.

Os critérios de elegibilidade para os artigos foram elaborados de acordo com o PICOT, onde P: população de idosos longevos (idade ≥ 80 anos), I: intervenção com treinamento de força ou exercício; O: desfechos força muscular, taxa de produção de força e capacidade funcional; e T: tipos de estudos, apenas Ensaios Clínicos Randomizados.

Para a busca de artigos na base de dados, foi utilizada a seguinte chave de busca: ('very elderly'/exp OR 'aged, 80 and over' OR 'centenarian' OR 'centenarians' OR 'nonagenarian' OR 'nonagenarians' OR 'octogenarian' OR 'octogenarians' OR 'very elderly' OR 'very old') AND ('resistance training'/exp OR 'resistance exercise' OR 'resistance exercise training' OR 'resistance training' OR 'strength training' OR 'weight bearing exercise').

Foram encontrados 337 artigos na base de dados EMBASE, após leitura de títulos foram incluídos 34 artigos para a leitura do resumo, destes foram selecionados 12 artigos que se enquadravam nos critérios estabelecidos, os quais eram ensaios clínicos que aplicaram treinamento de força de membros inferiores para população idosa acima dos 80 anos de idade, e que tivessem por desfecho avaliações neuromusculares e de capacidade funcional.

RESULTADOS

Dos artigos incluídos foram extraídas as informações referentes a população, ao tipo de treinamento de força, grupo muscular que foi treinado, a carga utilizada e quantidade de

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 versão eletrônica

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

séries, tempo de exposição ao treinamento e os tipos de exercícios. Em relação aos desfechos foram extraídos os dados de incremento de força muscular, massa

muscular em suas variáveis avaliações e dados sobre a capacidade funcional.

Na tabela 1, apresenta as informações dos estudos incluídos.

Tabela 1 - Informações dos estudos incluídos na revisão.

Autores	População de estudo	Protocolo de intervenção	Métodos de avaliação dos desfechos
Fiatarone e colaboradores (1990)	N = 10 (90,2 ± 1,1 anos) Homens = 4 Mulheres = 6	8 semanas de treinamento de força 3 séries de 8 repetições para extensores de joelho 3x semanais Primeira semana com 50% de 1RM 7 semanas com 80% de 1RM 1RM ajustado a cada 2 semanas	Força muscular: 1RM Área muscular: tomografia computadorizada Velocidade da marcha: caminhada de 6 metros
Caserotti e colaboradores (2008)	Mulheres G60 n=34 GT n=17 GC n= 17 G80 n= 22 GT n= 10 GC n= 12	12 semanas de treinamento de força explosivo 4 séries de 8-10 repetições para extensor de joelhos e leg press Carga de 80% de 1RM	Força muscular: contração voluntária isométrica máxima TPF: durante a contração isométrica
Slivka e colaboradores (2008)	Homens n=8 (82 ± 1 anos)	12 semanas de treinamento de força 3 séries de 10 repetições de extensão de joelho no dinamômetro isocinético 3x semanais Carga de 70% de 1RM ajustado a cada 2 semanas.	Força muscular: 1RM no dinamômetro isocinético Área muscular: tomografia computadorizada
Williamsom e colaboradores (2010)	Mulheres n=6 (24 ± 2 anos) n=6 (85 ± 1 anos)	12 semanas de treinamento de força 3 séries de 10 repetições para extensão de joelho no dinamômetro isocinético 3x semanais Carga de 70% -75% de 1RM	Força muscular: 1RM no dinamômetro isocinético Fibra muscular: biopsia do vasto lateral
Serra-Rexach e colaboradores (2011)	N = 40 (92 ± 2 anos) GT n = 20 Homens = 4 Mulheres = 16 GC n = 20 Homens = 4 Mulheres = 16	8 semanas de treinamento de força 2-3 séries de 8-10 repetições para leg press 2x semanais Carga de 30% inicial e gradualmente incrementada a cada semana (5%) finalizando com 70% 1RM.	Força muscular: 1RM Capacidade funcional: caminhada de 8 metros, subir 4 degraus e TUG.
Cadore e colaboradores (2014a)	Institucionalizados e frágeis GC n=11 (90,1 ± 1,1anos) GT n=13 (93,4 ± 3,2 anos)	12 semanas, Treinamento leg press 8–10 rep. 40–60 % de 1RM Duração sessão: 40 min. Exercícios de equilíbrio e de reeducação da marcha. 5 min de aquecimento, 10 min de equilíbrio e treinamento de marcha, 20 min de treinamento resistido e 5 min de alongamento	Marcha habitual de 5 m TUG + (dupla tarefa) Força muscular: extensores do joelho direito e flexores do quadril, com dinamômetro manual. Força dinâmica: 1RM no leg press AST e qualidade muscular: tomografia computadorizada
Idland e colaboradores (2014)	n=8 mulheres idade: 90 e 93 anos	12 semanas, 2x/semana, duração sessão 1h Exercício afundo, leg press, leg press sentado. 2 séries x 12 rep. progredindo para 3séries x 12, e 8 séries x 3 rep, aumentando a carga	Para avaliar mobilidade: TUG e Teste caminhada de 6s. Força muscular: teste sentar e levantar 30 seg
Ansai e colaboradores (2016)	Longevos saudáveis da comunidade GC n=23 (82,6 ± 2,6 anos) GTM n=23 (81,9±1,9 anos) GTR n=23 (82,8 ±2,8 anos)	16 semanas, 3x/semana, duração sessão 1h. GC: nenhuma intervenção GTM: aeróbico em cicloergômetro; exercícios de agachamento e de tornozelo; 10 min de atividades de salto; e exercício de equilíbrio. A intensidade do exercício aeróbico variou de 60 a 85% da FC. GTR: leg press, panturrilha. 3 séries de 10-12 rep, velocidade moderada, (2 s para a fase concêntrica e 3 s para a fase excêntrica) e 1 min de descanso entre as séries.	Força muscular: teste sentar e levantar 5 rep. Dupla tarefa: TUG + carregar xícara de chá.
Hassan e colaboradores (2016)	n=42 (85,9 ± 7,5 anos) n = 21 por grupo	6 meses, 2 x/semana GC: nenhuma intervenção GT: treinamento de resistência (equipamento pneumático-aéreo), aeróbico com cicloergômetro, e mais exercício de agachamento e de tornozelos, 10 minutos de atividade de salto, e exercícios de equilíbrio estático e dinâmico. progressão 3séries de 15 rep. E aumento de carga de 1 kg.	Sarcopenia: EWGSOP Massa muscular: Bioelectrical Impedance Analysis força muscular: dinamômetro de preensão palmar Desempenho físico: Bateria Física de Curta Duração ao longo de três metros
Ruiz e colaboradores (2015)	Institucionalizados n=40 16 Mulheres e 4 homens por grupo. GC: 92.1 ±2.3 anos GT: 92.3 ±2.3 anos	8 semanas, 3x/ semana GC= exercícios de mobilidade 2x/sem. GT= exercício de mobilidade+ programa de intervenção de exercício de 40 a 45 min de intensidade moderada, treinamento aeróbico em cicloergômetro, exercício leg press. 2-3 séries de 8 a 10 rep com períodos de descanso de 1 a 2 min. (1 e 2 s para concêntricos e excêntricos, respectivamente). Progressão de 30% de 1RM no início e 70% de 1RM no final, com um aumento de carga semanal de 5 % de 1RM	Força muscular: teste de 1RM leg press. O teste de caminhada de 8 m; Teste de 4 degraus (20 cm de altura) TUG

Cancela Carral e colaboradores (2017)	Institucionalizados com declínio cognitivo n=36 GA 189,83 ± 5,29 anos GB 84,92 ± 3,40 anos GC 89,00 ± 5,43 anos	16 semanas, 3x/sem. Duração sessão 45 min Todos exercícios realizados em cadeiras com braçadeira: GA: cicloergômetro por 30 min. Resistência progressiva. GB: exercícios de resistência muscular usando uma faixa elástica de intensidade média, com alongamento de nível 3. Para MI: flexo-extensão quadril bilateral, abdução unilateral e bilateral de quadril; extensão unilateral de joelho, Flexão de tornozelo. sem 1: 3 x 6rep; sem 2: 3 x 7rep; sem 4: 3 x 8rep; sem 7 : 3 x 10 rep; sem 9 : 3 x 12 rep. GC: mobilidade articular ativa de MI e MS (3x2 rep).	Força muscular: Dinamômetro palmar Mobilidade: TUG com sensores científicos Viva [®] que fornece dados sobre os tempos parciais obtidos nas principais fases do TUG, bem como o tempo total necessário para concluir a tarefa.
Saeterbakken e colaboradores (2018)	n=23 GC n=11, 83,5 ± 5,7anos GT n=12, 86,6 ± 6,4 anos	10 semanas, 2x/semana com 10–12 rep. GC: orientações (30 e 45 min) sobre importância do exercício físico. GT: levantamento de caixa e agachamento (peso corporal) O levantamento de caixa foi adicionado garrafas de 0,5 ou 1 litro de água. Fase concêntrica explosiva rápida e uma fase excêntrica lenta	TPF extensor de joelho: célula de carga Teste de marcha: Velocidade preferida e máxima Teste de subir escadas Teste sentar e levantar 5 repetições.

Legenda: GC: grupo controle; GTM: grupo treinamento multicomponente; GT: grupo treinamento; 1RM: 1 repetição máxima; AST: área de secção transversa, TUG: teste Timed Up and Go; TPF: taxa de produção de força; EWG SOP: Grupo de Trabalho Europeu sobre a Sarcopenia em Pessoas Idosas.

Treinamento de Força Tradicional

Um dos estudos da busca foi o de Fiatarone e colaboradores (1990), no qual foram avaliadas a força muscular, a área muscular e a velocidade da marcha de nonagenários frágeis expostos a um protocolo de treinamento por oito semanas.

Este protocolo contava com três sessões semanais para extensores de joelho, sendo realizadas três séries de oito repetições com sobrecarga com 50% de 1RM na primeira semana de treinamento, após isso o treinamento foi executado com 80% de 1RM até o final do protocolo, sendo este valor ajustado a cada duas semanas.

Após o treinamento, o incremento médio de força muscular foi de 180% ± 33%, a área total do músculo da coxa aumentou 9,0% ± 4,7% refletindo uma área de quadríceps aumentada de 10,9% ± 7,0% e isquiotibiais e adutores de 8,4% ± 3,9%, em relação a velocidade da marcha, houve melhora de 48% no desempenho, porém sem diferença estatística observadas pré e pós-treinamento.

Os autores relatam que uma das maiores descobertas neste estudo foi que o treinamento de alta intensidade (80% 1RM) é capaz de aumentar a força muscular de idosos nonagenários frágeis de ambos os sexos e sugerem que parte da fraqueza muscular atribuídas ao envelhecimento pode ser revertida por meio do treinamento de força.

Serra-Rexach e colaboradores (2011) avaliaram a força muscular de nonagenários de ambos os sexos após 8 semanas de protocolo de treinamento de força, sendo divididos em grupo de treinamento e grupo controle.

O grupo treinamento realizou duas sessões semanais consistindo em duas a três séries de oito a 10 repetições para o exercício leg press.

A carga foi gradualmente aumentada à medida que a força dos participantes melhorou (de 30% 1RM no início do programa para 70% de 1RM no final), com incremento semanal de carga de aproximadamente 5% de 1RM. Foram observados incrementos de aproximadamente 17% na força muscular dos nonagenários.

No estudo de Idland e colaboradores (2014), os autores aplicaram um protocolo de treinamento de 12 semanas em com grupo de mulheres nonagenárias, sendo realizado individualmente, duas vezes por semana.

Com exercício de leg press, os participantes iniciaram com cargas de duas séries de 12 repetições, progredindo para três séries de 12 repetições, até oito séries de três repetições.

Seis nonagenárias completaram o treinamento, e todos, exceto uma participante, melhoraram significativamente sua velocidade de caminhada em 11% a 59%. Aqueles com o pior desempenho funcional inicial tiveram grandes benefícios e melhorias após algumas semanas de treinamento (Idland e colaboradores, 2014).

Foi aplicado no estudo de Ruiz e colaboradores (2015) um protocolo de treinamento de oito semanas, três vezes semanais, realizado com nonagenários, que consistiu em treinamento aeróbico em cicloergômetro, e treinamento de força no leg press, onde realizaram duas a três séries de oito a 10 repetições com períodos de descanso de um a dois minutos entre séries.

No estudo, a duração contração do músculo quadríceps na fase concêntrica foi de um segundo e da fase excêntrica dois segundos, aproximadamente.

A carga foi gradualmente aumentada à medida que a força de cada participante melhorou, isto é, de 30% de 1 repetição máxima (1RM) no início do programa para 70% de 1RM no final, com um aumento de carga semanal de 5 % de 1RM.

Após período de intervenção, passaram por um intervalo de destreino por quatro semanas. No grupo de intervenção, o leg press de 1RM aumentou significativamente com o treino em 10,6 kg ($p = 0,014$) e tendeu a diminuir novamente durante o período de destreino em 6,7 kg ($p = 0,08$) (Ruiz e colaboradores, 2015).

Cancela Carral e colaboradores (2017), compararam três protocolos de exercícios em idosos longevos com média de idade de 87.91 ± 4.70 anos, o treinamento aconteceu no período de 16 semanas, com a frequência de três vezes semanais, todos os exercícios foram realizados em cadeira com braçadeira.

O grupo A realizou treinamento com cicloergômetro por 30 minutos, com resistência progressiva. O Grupo B realizou exercícios de resistência muscular usando uma faixa elástica de intensidade média, para exercícios de flexo-extensão quadril bilateral, abdução unilateral e bilateral de quadril; extensão unilateral de joelho, flexão de tornozelo, a progressão iniciou a primeira semana com três séries de seis repetições, até três séries de 12 repetições na nona semana. E o grupo C realizou exercícios de mobilidade articular ativa de membros inferiores e membros superiores (três séries de duas repetições).

No referido estudo, o grupo A apresentaram melhora significativa ($p < 0,05$) no tempo parcial necessário para a realização das fases do TUG Gait to go e Gait return. Os participantes do grupo B obtiveram melhora estatisticamente significativa na força muscular e no nível de equilíbrio, bem como redução significativa do tempo parcial nas fases do TUG Sentado para levantar, Marcha para ir e Retorno da marcha. Os participantes do grupo C obtiveram um aumento significativo nos tempos parciais das fases do TUG Sentado para ficar de pé, virando-se e de pé para se sentar.

Os achados obtidos sugerem que, para pessoas com mais de 80 anos, pedalar

por meia hora continuamente em um pedal exercitador não promoveu melhorias significativas no equilíbrio, independência funcional e mobilidade funcional, o que limitaria os benefícios potenciais presumidos deste protocolo e que o treinamento com faixas elásticas não significou melhora importante na mobilidade funcional (Cancela Carral e colaboradores, 2017).

No que tange a força muscular de nonagenários após treinamento de força, notamos que há divergência entre os valores de incremento encontrados nos estudos citados.

Sendo que os protocolos de treinamento, bem como o tempo de duração e a intensidade (%1RM) aplicada durante o protocolo variaram entre os estudos, sugerindo assim que os valores de incremento observados podem ser atribuídos a estes fatores relacionados ao treinamento em si, e que de certa forma o treinamento com sobrecarga de maior intensidade se mostrou mais efetivo para incremento de força muscular.

Treinamento com Dinamômetro Isocinético

Alguns estudos utilizaram um protocolo de treinamento de força para extensores de joelho em um dinamômetro isocinético (Slivka e colaboradores, 2008; Williamson e colaboradores, 2010).

Williamson e colaboradores (2010) aplicaram protocolo de treinamento de força de 12 semanas em seis mulheres jovens (idade média de 24 ± 2 anos) e seis mulheres idosas (idade média de 85 ± 1 anos). Os participantes realizaram extensões de pernas isométricas bilaterais em um dinamômetro isocinético três dias por semana em dias não consecutivos.

O protocolo de treinamento consistia em três séries de 10 repetições a 70% -75% de 1RM com dois minutos de descanso entre as séries. O treinamento foi progressivo, sendo o 1RM avaliado a cada duas semanas para o ajuste da carga.

Após este protocolo, as mulheres jovens aumentaram a força muscular em 36% e o tamanho em 5%, aumentaram o tamanho das fibras musculares isoladas em 28%, força em 31% e potência em 28% das fibras musculares de contração rápida.

Por outro lado, as mulheres idosas tiveram um ganho modesto na força muscular de 26%, sem hipertrofia ou melhorias no

tamanho das fibras musculares únicas e na função contrátil.

Slivkka e colaboradores (2008) expuseram seis homens com média de idade de 82 anos a um protocolo de treinamento de força de 12 semanas, com frequência semanal de três vezes para o quadríceps, onde foram realizadas três séries de 10 extensões de joelho em um dispositivo isocinético utilizando 70% de 1RM, este ajustado a cada duas semanas para manter uma intensidade de 70% -75%.

A força dos extensores de joelho, medida por 1RM aumentou ($p < 0,05$) 23 ± 4 kg (56–4 a 79–7 kg; 41%) após o programa de treinamento de resistência de 12 semanas e a área transversal total da coxa aumentou ($p < 0,05$) 3 ± 1 cm² (120 \pm 7 a 123 \pm 7 cm²; 2,5%) entre pré e pós-treinamento.

Pode-se observar que ambos treinamentos foram similares tanto no tempo de duração, no volume quanto na intensidade aplicada ao grupo de idosos que estavam com média de idade similar, variando somente o sexo dos sujeitos.

No entanto os incrementos de força não foram similares quando comparados os sexos, sendo observados incrementos de 26% na força muscular de mulheres idosas comparados a 41% para os homens idosos após o protocolo de treinamento, sem observar hipertrofia muscular nas mulheres em contrapartida para os homens houve incremento de 2,5%.

Treinamento Força Explosiva

Referente ao treinamento de força, mas de característica explosiva, Caserotti e colaboradores (2008) investigaram o efeito de 12 semanas de treinamento de força em idosas divididos em dois grupos, um grupo de idosos na faixa etária dos 60 anos, outro na faixa etária dos 80 anos de idade e um grupo controle. O treinamento foi realizado duas vezes por semana para membros inferiores, com extensor de joelhos e leg press. Eram realizadas quatro séries de oito a 10 repetições em cada um dos exercícios com sobrecarga de 80% de 1RM.

Um padrão de movimento explosivo, ou seja, aceleração de carga intencional máxima foi usado durante a contração concêntrica enquanto a fase excêntrica de cada o exercício foi realizada usando velocidade lenta a moderada. Ao longo do estudo, as cargas de treinamento foram

ajustadas a cada duas semanas. A força muscular isométrica voluntária máxima (CVM), a taxa de desenvolvimento de força (TPF) e impulso, potência muscular máxima durante um salto de contramovimento (CMJ) e durante tarefa extensão unilateral de perna (EUP) foram avaliados.

Após o período de intervenção a TPF, impulso e CVM aumentaram 51%, 42% e 28% no grupo de 80 anos e 21%, 18% e 18% no grupo de 60 anos, respectivamente. A altura do salto do CMJ aumentou 18% no grupo de 80 anos e 10% no grupo de 60 anos, enquanto o poder do pico do salto aumentou 5% no grupo de 60 anos. Finalmente, o EUP aumentou 28% no grupo de 80 anos e 12% no grupo de 60 anos.

Estes resultados demonstram que o treinamento de resistência pesada do tipo explosivo parece ser seguro e bem tolerado em mulheres saudáveis, mesmo na oitava década de vida e promove alterações neuromusculares adaptativas em variáveis fisiológicas selecionadas que são comumente associadas ao risco de quedas e incapacidade em idosos indivíduos (Caserotti e colaboradores, 2008).

Cadore e colaboradores (2014a) em um estudo com característica de treinamento explosivo, avaliou o efeito do treinamento de força que otimizasse a potência muscular nas variáveis de força muscular, massa muscular e capacidade funcional de nonagenários frágeis. O treinamento foi realizado duas vezes por semana durante 12 semanas incluindo dois exercícios para membros inferiores sendo realizadas oito a 10 repetições com sobrecarga de 40% a 60% de 1RM e era dada a instrução ao participante que executasse as repetições o mais rápido possível.

Após a intervenção foram observados incrementos significativos na flexão isométrica do quadril ($27,2 \pm 9,5\%$, $p < 0,01$) e força de extensão do joelho ($23,6 \pm 10,3\%$, $p < 0,05$), houve também incremento significativo na força dinâmica máxima (1RM) e valores de potência. Incrementos significativos foram observados no teste de 1RM (144%, $p < 0,001$), potência máxima a 30% de 1RM (96%, $p < 0,01$) e na potência máxima a 60% de 1RM (116%, $p < 0,01$).

No estudo de Saeterbakken e colaboradores (2018) com idosas frágeis que recebiam atendimento domiciliar, foi aplicado o treinamento por 10 semanas, duas vezes por semana, com 10-12 repetições, sendo que os idosos com idade entre com idades entre 71 e

97 anos, estas foram orientados a realizar a fase concêntrica explosiva rápida e uma fase excêntrica lenta, o treinamento consistiu em exercício de agachamento com peso corporal como resistência, e exercício de levantamento de caixa, a carga da caixa foi aumentada gradualmente com peso de 0,5 a 1kg (Saeterbakken e colaboradores, 2018).

Como resultado, o grupo treinamento teve uma melhoria não significativa de 15,3% na força muscular no teste de extensão de joelhos e um aumento de 53,1% no pico de taxa de produção de força (TPF). Além disso, apesar de uma melhoria geral na capacidade funcional de subir escada de 26,6%, essa não foi significativa. A adesão ao treinamento teve uma frequência média de 84%.

Os resultados dos estudos demonstram que o treinamento de resistência explosivo, com protocolos que variam de entre 10 a 12 semanas, utilizando o peso corporal, ou variando entre 40 a 80% de 1RM, para membros inferiores, promovem a adaptações positivas, tanto fisiológicas como neurológicas, incrementado a funcionalidade e a força de indivíduos idosos, minimizando disfunções associadas a incapacidade e ao risco de quedas.

Treinamento multicomponente concorrente

Outra característica que envolve treinamento mais completo, é o treinamento multicomponente. No estudo realizado com equipamento pneumático-aéreo projetado para populações de ambiente hospitalar, com 42 idosos longevos de uma enfermaria, com média de idade de 85,9 ± 7,5 anos, tempo de tratamento de 707,1 ± 707,5 dias.

Hassan e colaboradores (2016) avaliaram o efeito do treinamento de resistência sobre o status de sarcopenia. O grupo treinamento (GT) realizou protocolo por seis meses, sendo duas vezes por semana, com exercícios de leg press, extensão e flexão do joelho, abdução e adução do quadril, treinamento de equilíbrio, com prescrição de duas a três séries com 10 a 15 repetições.

No início do estudo, 81% dos participantes tinham força muscular reduzida, 88,1% tinham baixo desempenho físico e 35,7% tinham baixa massa muscular e, por sua vez, sarcopenia. Após intervenção, a prevalência de sarcopenia permaneceu a mesma no grupo treinamento e aumentou no grupo controle (42,9% -52,4%). O GT experimentou um aumento significativo na

força quando comparado aos controles ($p = 0,02$), e aumento na força de preensão palmar ($p \leq 0,007$) (Hassan e colaboradores, 2016).

Com mesmas características do estudo anterior, Ansai e colaboradores (2016) compararam os efeitos de 16 semanas de um programa de treinamento multicomponente e um programa de treinamento de resistência na capacidade funcional de idosos acima de 80 anos.

O programa de treinamento foi realizado três vezes por semana, o grupo treinamento multicomponente realizou 18 minutos de aquecimento e exercício aeróbico com cicloergômetro e mais exercício de agachamento e de tornozelos, 10 minutos de atividade de salto, e exercícios de equilíbrio estático e dinâmico.

A intensidade dos exercícios de força variou de 14 a 17 na escala convencional de Borg, a progressão foi realizada aumentando as repetições (até 15), e as séries (até três) e a carga incremental de 1 kg. Já o grupo treinamento de força, realizou exercício de leg press e panturrilha, sendo três séries de 10-12 rep, velocidade moderada (2 s para a fase concêntrica e 3 s para a fase excêntrica) e um min de descanso entre as séries.

Como resultados, os idosos do grupo multicomponente, tiveram uma melhora significativa nos testes sentar e levantar e equilíbrio em uma perna à esquerda (Ansai e colaboradores, 2016).

CONCLUSÃO

Existem variados protocolos de treinamento de força para população acima de 80 anos, mas os resultados sugerem que o treinamento de força convencional por um período de 8 semanas, com progressão de carga de 30% a 70% é capaz de promover benefícios em parâmetros neuromusculares e funcionais.

E que o treinamento com características explosiva e multicomponentes podem beneficiar essa população principalmente com a manutenção da força e capacidade funcional, principalmente pelo incremento da taxa de produção de força.

REFERÊNCIAS

1-Aagaard, P.; Simonsen, E. B.; Andersen, J. L.; Magnusson, P.; Dyhre-Poulsen, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle

following resistance training. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 93. Num. 4. 2002. p.1318-1326.

2-Ansai, J. H.; Aurichio, T. R.; Gonçalves, R.; Rebelatto, J. R. Effects of two physical exercise protocols on physical performance related to falls in the oldest old: A randomized controlled trial. *Geriatrics and Gerontology International*. Vol. 16. Num. 4. 2016. p. 492-499.

3-Buskard, A.; Zalma, B.; Cherup, N.; Armitage, C.; Dent, C.; Signorile, J. F. Effects of linear periodization versus daily undulating periodization on neuromuscular performance and activities of daily living in an elderly population. *Experimental Gerontology*. Vol.113. 2018. p. 199-208.

4-Cadore, E. L.; Casas-Herrero, A.; Zambom-Ferraresi, F.; Idoate, F.; Millor, N.; Gomez, M.; Rodriguez-Mañas, L.; Izquierdo, M. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age*. Vol. 36. Num. 2. 2014a. p. 773-785.

5-Cadore, E. L.; González-Izal, M.; Pallarés, J. G.; Rodríguez-Falces, J.; Häkkinen, K.; Kraemer, W. J.; Pinto, R.S.; Izquierdo, M. Muscle conduction velocity, strength, neural activity, and morphological changes after eccentric and concentric training. *Scandinavian Journal of Science & Medicine in Sports*. Vol. 24. Num. 5. 2014b. p. e343-352.

6-Cancela Carral, J. M.; Pallin, E.; Orbegozo, A.; Ayán Pérez, C. Effects of Three Different Chair-Based Exercise Programs on People Older Than 80 Years. *Rejuvenation Research*. Vol. 20. Num. 5. 2017. p. 411-419.

7-Caserotti, P.; Aagaard, P.; Buttrup Larsen, J.; Puggaard, L. Explosive heavy- resistance training in old and very old adults: Changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. Vol.18. Num.6. 2008. p.773-782.

8-Fiatarone, M. A.; Marks, E. C.; Ryan, N. D.; Meredith, C. N.; Lipsitz, L. A.; Evans, W. J. High-intensity strength training in nonagenarians. *Journal of the American Medical Association*. Vol. 263. Num. 22. 1990. p.3029-3034.

9-Hassan, B. H.; Hewitt, J.; Keogh, J. W.; Bermeo, S.; Duque, G.; Henwood, T. R. Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study. *Geriatric nursing*. Vol. 37. Num. 2. 2016. p.116-121.

10-Hunter, G. R.; McCarthy, J. P.; Bamman, M. M. Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*. Vol. 34. Num.5. 2004. p.29-348.

11-Idland, G.; Sylliaas, H.; Mengshoel, A. M.; Pettersen, R.; Bergland, A. Progressive resistance training for community-dwelling women aged 90 or older; a single-subject experimental design. *Disability and Rehabilitation*. Vol.36. Num. 15. 2014. p.1240-1248.

12-Komi, P.V. Stretch-shortening cycle. *Strength and power in sport*. Vol. 2. 2003. p. 184-202.

13-Kraemer, W.J.; Newton, R.U. Training for muscular power. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. Vol. 11. Num. 2. 2000. p. 341-368.

14-Magnolfi, S. U.; Petrucci, E.; Pinzani, P.; Malentacchi, F.; Pazzagli, M.; Antonini, F. M. Longevity index (LI%) and centenarity index (CI%): New indicators to evaluate the characteristics of aging process in the Italian population. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. Vol. 44. Num. 3. 2007. p.271-276.

15-Nagai, K.; Miyamoto, T.; Okamae, A.; Tamaki, A.; Fujioka, H.; Wada, Y.; Uchiyama, Y.; Domen, K. Physical activity combined with resistance training reduces symptoms of frailty in older adults: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. Vol.76. 2018. p.41-47.

16-Puthoff, M.L.; Nielsen, D.H. Relationships among impairments in lower-extremity strength and power, functional limitations, and disability in older adults. *Physical therapy*. Vol. 87. Num. 10. 2007. p. 1334-1347.

17-Radaelli, R.; Brusco, C. M.; Lopez, P.; Rech, A.; Machado, C. L. F.; Grazioli, R.; Müller, D.C.; Cadore, E.L.; Pinto, R. S. Higher muscle power training volume is not determinant for the magnitude of neuromuscular improvements in elderly

women. *Experimental Gerontology*. Vol.110. 2018. p.15-22.

18-Ruiz, J. R.; Gil-Bea, F.; Bustamante-Ara, N.; Rodríguez-Romo, G.; Fiuza-Luces, C.; Serra-Rexach, J. A.; Cedazo-Minguez, A.; Lucia, A. Resistance training does not have an effect on cognition or related serum biomarkers in nonagenarians: a randomized controlled trial. *International Journal of Sports Medicine*. Vol.36. Num. 1. 2015. p.54-60.

19-Saeterbakken, A. H.; Bårdstu, H. B.; Brudeseth, A.; Andersen, V. Effects of Strength Training on Muscle Properties, Physical Function, and Physical Activity among Frail Older People: A Pilot Study. *Journal of Aging Research*. Vol. 2018. p.11.

20-Serra-Rexach, J. A.; Bustamante-Ara, N.; Hierro Villaran, M.; Gonzalez Gil, P.; Sanz Ibanez, M. J.; Blanco Sanz, N.; Ortega Santamaría, V.; Gutiérrez Sanz, N.; Marín Prada, A.B.; Gallardo, C.; Rodríguez Romo, G.; Ruiz, J.R.; Lucia, A. Short-term, light- to moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*. Vol.59. Num.4. 2011. p. 594-602.

21-Slivka, D.; Raue, U.; Hollon, C.; Minchev, K.; Trappe, S. Single muscle fiber adaptations to resistance training in old (>80 yr) men: Evidence for limited skeletal muscle plasticity. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. Vol. 295. Num. 1. 2008.p. R273-R280.

22-Williamson, D. L.; Raue, U.; Slivka, D. R.; Trappe, S. Resistance exercise, skeletal muscle FOXO3A, and 85-year-old women. *The journals of gerontology: Series A*. Vol. 65A. Num. 4. 2010. p:335-343.

Autor para correspondência:

Tainara Steffens.

João Pessoa, 721, apartamento 706.

Cidade Baixa, Porto Alegre-RS, Brasil.

Recebido para publicação 29/07/2019

Aceito em 06/05/2020