

Efeitos do treinamento resistido sobre a força muscular de idosas: uma comparação entre métodos

Effects of resistance training on muscle strength of older women: a comparison between methods

Ricardo Moreno Lima¹

Martim Bottaro¹

Rodrigo Carregaro²

Jaqueline Fernandes de Oliveira³

Lidia Mara Aguiar Bezerra⁴

Ricardo Jacó de Oliveira¹

Resumo – O treinamento de força (TF) proporciona ganhos de força muscular (FM) em idosos. Entretanto, a magnitude pode variar consideravelmente conforme o método de avaliação utilizado. O estudo teve como objetivo comparar dois métodos de avaliação de força muscular após programa de TF em idosas. Participaram 61 idosas (idade média de $66,8 \pm 5,8$ anos), submetidas a um programa com duração de 24 semanas. Os exercícios contemplaram os principais grupos musculares. A FM dos extensores do joelho foi avaliada pelo teste da repetição máxima (1RM) e pelo dinamômetro isocinético ($60^\circ \cdot s^{-1}$) antes e após o TF. Aplicou-se uma ANOVA 2X2 para comparar os métodos e a FM após o programa de TF. Observou-se que a FM aumentou significativamente após a intervenção, em ambos os métodos. Os incrementos na FM foram de 16,7% e 54,7% para o isocinético e 1RM respectivamente. Os incrementos avaliados pela 1RM foram significativamente ($P < 0,001$) superiores aos mensurados pelo isocinético. Apesar dos valores estarem dentro dos limites de concordância, a diferença entre 1RM e Isocinético diminuiu conforme o aumento da FM pós-treinamento. Concluiu-se que, embora o TF promova aumento da FM em idosas, a magnitude desse ganho varia substancialmente em função do método utilizado. Ao que parece, o uso da 1RM pode superestimar os ganhos de FM e influenciar a interpretação funcional dos efeitos proporcionados pelo TF.

Palavras-chave: Envelhecimento; Força muscular; Treinamento de força.

Abstract – Strength training (ST) increases muscle strength (MS) in the elderly, but results may vary considerably depending on the method of evaluation. Objective: This study compared two MS methods to evaluate an ST program for elderly women. Methods: Sixty-one volunteers (mean age 66.8 ± 5.8 years) underwent ST for 24 weeks to work out the major muscle groups. Knee extensor MS was assessed using one-repetition maximum strength (1RM) and isokinetic dynamometry ($60^\circ \cdot s^{-1}$) before and after ST. A 2x2 ANOVA was used to compare the methods and MS gains after the ST program. MS increased significantly after ST according to both methods. Increases in MS were in average 16.7% and 54.7% using dynamometry and 1RM. The improvement according to 1RM was significantly ($P < 0.001$) greater than that measured using the isokinetic method. Although values lied within agreement limits, differences between methods (1RM vs. isokinetic) decreased as MS increased at the end of the ST program. ST increases MS in older women, but improvement varies considerably according to the method used to evaluate it. Measurements using 1RM seem to overestimate strength gains and may, thus, affect the potential results of resistance training.

Key words: Elderly; Muscle strength; Strength training.

1 Universidade de Brasília. Faculdade de Educação Física. Brasília, DF, Brasil.

2 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Curso de Fisioterapia. Campo Grande, MS, Brasil.

3 Centro Universitário UNIEURO. Faculdade de Educação Física. Brasília, DF, Brasil.

4 Universidade Católica de Brasília. Faculdade de Educação Física. Brasília, DF, Brasil.

Recebido em 05/09/11
Revisado em 05/01/12
Aprovado em 02/03/12



Licença
Creative Commons

INTRODUÇÃO

O aumento da expectativa de vida traz consigo a necessidade de estudar estratégias que promovam a saúde e qualidade de idosos¹. Uma das consequências do processo natural do envelhecimento é o declínio de diversas funções fisiológicas, expondo idosos a maior fragilidade e perda de autonomia². Em particular, o sistema muscular sofre alterações como a redução da força e massa^{3,4} (processo denominado de sarcopenia), o qual tem sido observado tanto em homens quanto mulheres⁵ e pode estar associado a perdas de autonomia, risco de quedas⁶, complicações metabólicas⁷, redução da densidade mineral óssea⁸ e declínio da capacidade aeróbia⁹. Relatos prévios fornecem evidência de que os efeitos da sarcopenia implicam custos assistenciais em saúde¹⁰, demonstrando a necessidade de evitar e/ou retardar a perda de força e massa muscular durante o envelhecimento.

Uma das estratégias favoráveis no combate à sarcopenia é a prática regular de atividade física¹¹. De fato, Peterson e Gordon² relatam que a prática de exercício físico é primordial em idosos, por minimizar os efeitos adversos do processo de envelhecimento. Ainda, Goodpaster et al.¹¹ demonstraram que a prática regular de atividade física minimizou a perda de força e infiltração de gordura no tecido muscular em idosos. Dentre os tipos de exercício físico, o treinamento de força (TF) vem sendo apontado como uma modalidade eficaz para os ganhos de força muscular em idosos¹²⁻¹⁵, além de contribuir para a conservação da massa magra e força muscular¹⁴⁻¹⁶.

Embora seja aceito que o TF aumente os níveis de força, as magnitudes relatadas desses ganhos variam consideravelmente¹⁷. Essas variações podem estar relacionadas a diversos aspectos, tais como protocolos de treinamentos, características da amostra, tempo de intervenção e forma de mensuração dos ganhos de força muscular^{18,19}. O uso de uma repetição máxima (1RM) é amplamente utilizado para verificar os efeitos do TF sobre a força muscular¹⁷. Por outro lado, a dinamometria isocinética pode ser considerada o padrão-ouro na avaliação da força muscular, e nos últimos anos tem sido muito utilizada na rotina clínica e em pesquisas científicas para avaliar o desempenho físico de indivíduos idosos^{20,21}.

Recentemente, Feiereisen et al.¹⁹ demonstraram que a 1RM pode superestimar os ganhos de força em pacientes com insuficiência cardíaca, quando comparado ao isocinético, especialmente, para os indivíduos com maiores níveis de força. Similarmente, o estudo realizado por Carvalho et al.¹⁸ demonstrou que os valores dos ganhos de força mensurados pelo isocinético são inferiores aos obtidos pela avaliação isoinercial, indicando que um trabalho de força induz melhorias nos níveis de força de idosos, estando, no entanto, a magnitude desse aumento relacionada com a especificidade do método de avaliação. Vale ressaltar que no estudo de Carvalho e colaboradores a amostra utilizada, além de pequena (n = 19), possuía uma característica heterogênea (12 homens e 7 mulheres). Além disso, o treinamento aplicado pelos autores consistiu de uma mistura de exercícios calistênicos, aeróbios e de força.

Fatores relacionados aos diferentes treinamentos e a erros de medida e confiabilidade dos métodos podem representar diferenças na interpretação dos desfechos relacionados aos ganhos de força observados após programas de TF em idosas. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi comparar os ganhos de força obtidos com o TF em idosas avaliadas isoinercialmente (IRM) com aquelas avaliadas por meio da avaliação isocinética. O outro objetivo foi verificar a correlação entre os métodos. Com base na literatura disponível, levanta-se a hipótese de que o TF ocasionará ganhos de força muscular, entretanto, os ganhos serão superestimados quando avaliados por meio da IRM.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Participantes

A amostra foi composta por 61 voluntárias pós-menopausadas (caracterização apresentada na Tabela 1). Todas foram convidadas a ingressar por meio de contato telefônico, a partir de um cadastro existente na Universidade, contendo cerca de 200 idosos, no qual foram expostos os propósitos do trabalho. As principais causas que levaram à falta de êxito dos demais convites incluíram alteração do número telefônico, doença e falta de interesse.

Para serem incluídas na pesquisa, as participantes deveriam estar há pelo menos seis meses sem realizar exercícios físicos regularmente e não estarem em terapia de reposição hormonal. Os critérios de exclusão foram: 1) incapacidade de caminhar sem assistência; 2) possuir prótese unilateral ou bilateral de quadril; 3) ser fumante; 4) apresentar desordem metabólica ou endócrina e 5) presença de anormalidade de condução ou perfusão cardíaca que contra-indicasse a prática de atividade física.

Cada voluntária foi convidada a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido, o qual continha todas as informações sobre o estudo, tais como vantagens e desvantagens do protocolo, seu significado, e o possível uso dos resultados, de acordo com a Resolução 196/96 do CNS e devidamente aprovado pelo Comitê de Ética Institucional (protocolo n. 024/2007).

Tabela 1. Caracterização da população estudada.

Variáveis	
N	61
Idade (anos)	66,8 ± 5,8
Massa corporal total (Kg)	64,2 ± 9,9
Estatura (m)	1,52 ± 0,1
IMC (Kg/m ²)	27,5 ± 4,1
MLG total (Kg)	36,5 ± 4,2
Percentual de gordura corporal (%)	40,2 ± 6,1

Os valores são expressos em média ± desvio padrão.

IMC = Índice de Massa Corporal; MLG = Massa Livre de Gordura

Medidas Antropométricas

A massa corporal foi mensurada com resolução de 0,1kg, utilizando-se uma balança digital (mod 2006pp TOLEDO, Brasil), após remoção dos sapatos

e uso de roupas leves. A estatura foi mensurada com resolução de 0,1cm, utilizando-se um estadiômetro (CARDIOMED, Brasil) fixado na parede. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado, dividindo-se a massa corporal pela estatura ao quadrado (kg/m^2). Adicionalmente, para uma melhor caracterização da amostra, a composição corporal foi mensurada através da absorptometria por raios-x de dupla energia, utilizando o equipamento da marca Lunar, modelo DPX-IQ (Lunar Corporation, Madison, WI, USA). Coeficientes de variação do procedimento foram de 2,1% e 1,9% para massa gorda e massa livre de gordura (MLG), respectivamente.

Avaliação da repetição máxima (1RM)

Antes do teste de 1RM, foi realizado um período de adaptação de três semanas para familiarização e aprendizado da técnica correta de execução dos exercícios.

O teste de 1RM foi realizado conforme o protocolo de Kraemer e Fry²². Depois de um aquecimento geral, semelhante ao que as voluntárias realizaram antes das sessões de treinamento, todas foram conduzidas a um aquecimento específico no exercício a ser testado, com cargas submáximas. A resistência foi então ajustada a uma estimativa de 1RM e as participantes foram instruídas a executar o movimento com esforço máximo. Não mais do que cinco tentativas incrementais, separadas por intervalos de cinco minutos, foram usados para detectar a 1RM. O valor de 1RM foi considerado como a maior carga que poderia ser levantada em uma única repetição com técnica correta. Duas sessões de avaliação foram necessárias para que os valores de 1RM para todos os exercícios fossem identificados.

O teste de 1RM foi conduzido mensalmente com a intenção de identificar a carga de treino e foi realizado em cada um dos exercícios realizados nas sessões. Além de serem utilizados na prescrição da carga de treinamento, os valores de 1RM foram usados na verificação dos efeitos do treinamento e na comparação entre os ganhos observados com o dinamômetro isocinético. Os testes de 1RM e as sessões de exercícios foram realizados nos mesmos equipamentos (*High on*, Righeto Fitness Equipment, São Paulo, Brasil).

Avaliação Isocinética

A força extensora do joelho foi mensurada, utilizando-se o dinamômetro isocinético Biodex System 3 (Biodex, New York, USA) antes e após o período de treinamento. A calibração do equipamento foi realizada de acordo com as instruções do fabricante. Antes do teste, as participantes foram submetidas a cinco minutos de aquecimento em cicloergômetro com baixa carga e velocidade confortável. Após explicação detalhada dos procedimentos de avaliação, as voluntárias foram cuidadosamente posicionadas no assento do equipamento.

O eixo de rotação do braço do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur da perna dominante, para todas as voluntárias. O local da aplicação da força foi posicionado, aproximadamente, dois centímetros do maléolo medial. Cintos fixados com velcro foram utilizados no tronco, pelve e coxa para evitar eventuais movimentos compensatórios e

influenciar a geração de força²³. Após uma série para familiarização com o equipamento, o protocolo consistiu de três séries de quatro contrações musculares com 30 segundos de intervalo entre as séries²¹. O valor registrado para as análises posteriores foi o maior pico de torque (PT) das três séries, o qual foi expresso em valores absolutos (N.m). As participantes foram instruídas a realizar as contrações com o máximo esforço possível e o mesmo avaliador realizou um encorajamento verbal durante os testes. A avaliação isocinética foi conduzida com um intervalo de, pelo menos, 48 horas do teste de 1RM, porém, não superior a 96 horas.

Programa de Treinamento de Força

Os exercícios realizados em cada uma das sessões de treinamento foram: supino sentado, cadeira extensora, puxada (“*latpulldown*”), cadeira flexora, abdução de ombros com halteres, abdução de quadril e *legpress* sentado. Adicionalmente, foram prescritos e realizados exercícios para fortalecimento dos músculos abdominais e eretores da espinha, bem como flexão plantar na posição em pé.

Cada sessão foi precedida de 5 minutos de aquecimento e seguida de 10 minutos de resfriamento. O aquecimento foi composto por exercícios leves de alongamento e atividades lúdicas como dança, jogos e calistenia. O resfriamento foi conduzido em uma sala separada e com temperatura controlada em torno de 22°C, através de exercícios de relaxamento como respiração e exercícios leves de alongamento. Cada sessão foi acompanhada por um profissional experiente e no mínimo, três estagiários²⁴.

Após o período de adaptação, o programa de TF teve a duração de 6 meses, sendo realizado em uma frequência semanal de 3 vezes (segundas, quartas e sextas). O período de adaptação foi conduzido com uma carga confortável e descrição, observação e correção da técnica de execução, utilizando os mesmos exercícios do programa. O treinamento apresentou uma característica progressiva, iniciando com 60% de 1RM e evoluindo para 80%. Os exercícios foram realizados com três séries de 8 a 12 repetições, com um intervalo de descanso de 1 minuto entre séries e entre exercícios²⁵. A progressão da carga foi implementada de acordo com as avaliações mensais de 1RM.

As voluntárias foram instruídas a respirar confortavelmente durante a realização dos exercícios, evitando a manobra de Valsalva. Durante o período de intervenção, foi solicitado às participantes que não alterassem as atividades físicas habituais e que não ingressassem em nenhum outro programa de exercícios. Somente foram considerados nas análises os dados de voluntárias que participaram de, no mínimo, 75% das sessões. Um total de 61 participantes concluiu satisfatoriamente o programa de treinamento e o protocolo de avaliações.

O coeficiente de correlação intraclasse e o erro padrão da média na linha de base do estudo foram de 0,98 e 2,3%, respectivamente.

Análise dos dados

As análises foram realizadas no programa SPSS versão 13.0. Os dados estão apresentados por meio da estatística descritiva, utilizando-se valores de média e desvio-padrão, após verificação da normalidade por meio do

teste de Shapiro-Wilk. A significância adotada foi de 5% ($P < 0,05$). Com o intuito de se comparar os métodos, os dados de força foram normalizados em relação ao peso corporal²⁶ e aplicou-se uma ANOVA 2 X 2 (métodos [Isocinético e 1RM] X tempo [pré- e pós-teste]) com medidas repetidas para verificar a diferença entre as condições.

As alterações percentuais dos valores brutos foram calculadas para ambos os métodos como:

$$\Delta\% = \left(\frac{\text{Valorpostreinamento} - \text{Valorpretreinamento}}{\text{Valorpretreinamento}} \right) \times 100.$$

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a relação entre os métodos e as variações percentuais induzidas pelo treinamento. A dispersão entre os dados com a reta de regressão e os limites de concordância foram plotados de acordo com a abordagem proposta por Bland e Altman²⁷, com a finalidade de verificar a concordância entre os métodos de avaliação.

RESULTADOS

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados de força muscular dos extensores do joelho avaliada por ambos os métodos (1RM e dinamometria isocinética) nos momentos pré e pós-treinamento. Os achados demonstram que a força muscular aumentou significativamente após a intervenção, em ambos os métodos de avaliação. As alterações percentuais ($\Delta\%$) dos níveis de força estão apresentadas na Figura 1. Os incrementos de força foram da ordem de 16,7% e 54,7% para a avaliação isocinética e 1RM, respectivamente. Adicionalmente, observou-se que os incrementos avaliados por meio de 1RM foram significativamente superiores ($P=0,001$) àqueles mensurados por meio do dinamômetro isocinético.

Tabela 2. Valores da repetição máxima (1RM) e do pico de torque (PT) isocinético ($60^\circ \cdot s^{-1}$) dos extensores do joelho, antes e após o programa de treinamento de força.

	Pré‡	Pós‡	$\Delta\%‡$
1RM Cadeira Extensora (kg)	54,2 ± 17,3	80,0 ± 19,1*	54,7 ± 35,8
PT isocinético (N.m)	89,0 ± 23,0	102,4 ± 23,2*	16,7 ± 14,0

$\Delta\%$: diferença percentual entre os momentos pós e pré-treinamento.

* Diferença significativa em relação ao valor pré ($P=0,01$)

‡ Diferença significativa entre os métodos ($P=0,001$)

A força do quadríceps avaliada pelo dinamômetro isocinético apresentou uma correlação positiva e significativa com a mensuração realizada por meio da 1RM, tanto na fase pré-treinamento ($r=0,59$, $P=0,001$) quanto pós-treinamento ($r=0,72$, $P=0,001$). Entretanto, os valores de força isocinética pré-treinamento correlacionaram-se negativamente com as alterações percentuais avaliadas por esse método ($r=-0,47$, $P=0,001$). O mesmo padrão foi observado no método de 1RM ($r=-0,63$, $P=0,001$).

Entretanto, é possível observar na comparação entre os valores brutos de força encontrados nos métodos (Figura 2A e 2B), que a distribuição dos dados aponta para uma diminuição dessa diferença, ou seja, quanto maior a força, maior a proximidade entre os métodos.

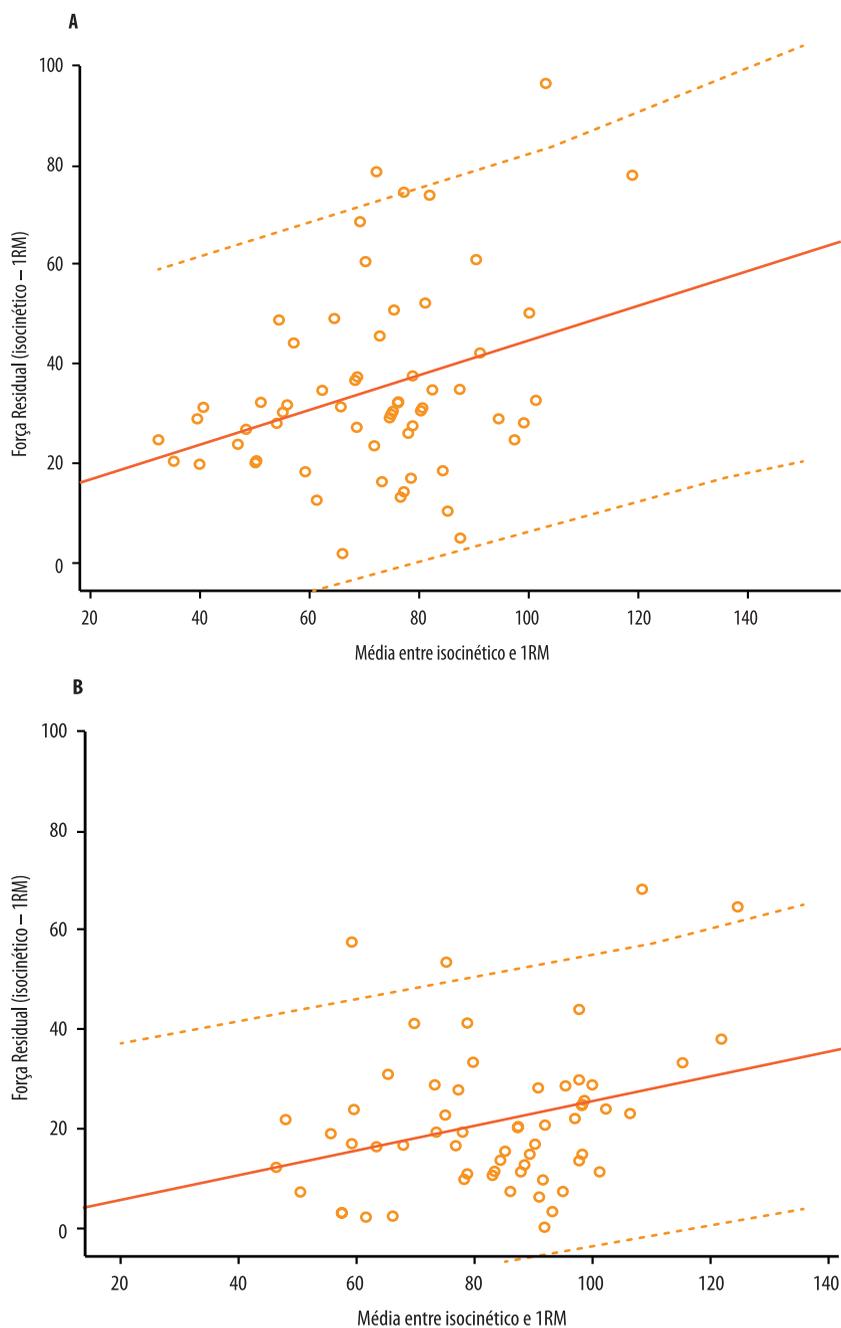


Figura 2. Comparação dos valores de força mensurados pelos métodos (isocinético versus 1RM), nas antes (A) e após (B) o protocolo de treinamento. As linhas pontilhadas representam o intervalo de confiança de 95%.

DISCUSSÃO

O TF em idosos é um tipo de exercício que vem sendo apontado como eficaz em retardar o declínio de força e massa muscular²⁸, comum ao processo de envelhecimento. A partir dos resultados encontrados no presente estudo, foi possível notar que os níveis de força muscular dos extensores do joelho apresentaram aumentos significantes nos dois métodos de mensuração, em decorrência de 24 semanas de TR progressivo. Entretanto, embora a intervenção tenha sido eficaz na melhora dos níveis de força muscular, esse ganho

variou significativamente em função do método utilizado para avaliação. Os aumentos verificados por meio da 1RM tiveram maior magnitude (54,7% vs. 16,7% no isocinético). Como achados secundários, verificou-se uma correlação negativa entre a força inicial e os ganhos obtidos com o treinamento, demonstrando que quanto maior o nível de força na linha de base, menor a alteração induzida pelo treinamento. Por fim, um achado interessante foi o fato de que com o aumento de força na avaliação pós-treinamento, a dispersão dos valores na comparação entre isocinético e 1RM diminuiu.

Embora o TF seja considerado uma das modalidades mais utilizadas para se induzir aumentos de força muscular em indivíduos idosos, a magnitude dos aumentos variam entre os estudos. Carvalho et al.¹⁸ avaliaram o efeito de um programa complementar de atividade física na força muscular de idosos em função do método de avaliação, e observaram ganhos de força nos extensores do joelho de 24,4% na 1RM e 5,1% pela avaliação isocinética, após seis meses de treino, o que difere dos ganhos do presente estudo (54,7% e 16,7%, respectivamente). A discrepância pode ser explicada pelo treinamento implementado no nosso estudo, que foi baseado em exercícios resistidos, com uma frequência semanal de três vezes, ao passo que Carvalho et al.¹⁸ adotaram um programa de condicionamento físico global de 4x/semana, caracterizado por exercícios resistidos em apenas dois dias da semana. Não obstante, tanto o presente estudo como o de Carvalho et al.¹⁸ demonstraram que os ganhos de força avaliados por meio de 1RM foram superiores quando comparado à avaliação pelo método isocinético. Martins et al.²⁹ avaliaram os efeitos do exercício resistido durante 12 semanas, em mulheres idosas, e demonstraram aumentos da força em percentuais de 12,9% a 32,2% de acordo com o exercício. Do mesmo modo, os aumentos foram dependentes dos diferentes métodos de avaliação adotados, e corroboram as diferenças encontradas no presente estudo. Fatores como o nível inicial de treinamento, a população estudada e o protocolo de treinamento adotado também podem explicar, pelo menos em parte, essas diferenças³⁰. De fato, a correlação negativa observada entre a força na linha de base e os ganhos obtidos com o treinamento sugere que o nível inicial é um dos determinantes do aprimoramento da força muscular decorrente do TF.

Na presente investigação, foram encontradas diferenças significantes entre os métodos, tanto na avaliação pré quanto pós-programa de TF. Ainda, a comparação entre o isocinético e a 1RM não apresentou uma boa concordância em respeito à magnitude da avaliação dos ganhos de força em idosos fisicamente ativas. Ao que parece, os achados da 1RM superestimaram os ganhos de força (evidenciado pelo $\Delta\%$), quando comparados com o isocinético, e confirmaram a hipótese inicial. Feiereisen et al.¹⁹ também demonstraram que os valores de força encontrados por meio do isocinético e 1RM não apresentam concordância das medidas, e relatam que, apesar dos valores estarem concentrados dentro dos limites de concordância, a diferença entre ambos aumentou conforme o aumento da média. Entretanto, no presente estudo, os valores de força demonstraram um padrão contrário ao de Feiereisen e colaboradores (Figura 2), e o

aumento de força observado após o programa foi acompanhado de uma tendência de diminuição da diferença entre os métodos. Este resultado pode ser um indicativo de que, em idosas fisicamente ativas, os ganhos de força advindos de adaptações crônicas ao TF podem proporcionar uma menor diferença entre o isocinético e a 1RM. Entretanto, esta hipótese precisa ser confirmada em programas de exercício com maior tempo de duração.

Outro fator importante encontrado foi que a técnica de 1RM apresentou um viés quando comparado com o isocinético. Esse viés não pode ser explicado pelo método de treinamento e nem pelo tempo (pré e pós-teste) de treinamento. Portanto, a utilização do método isocinético deve ser fortemente recomendada, especialmente, em estudos experimentais que ocasionam aumentos do desempenho muscular, no sentido de limitar vieses de medidas.

CONCLUSÃO

Com base nos achados, é possível concluir que embora o TF promova aumento da força dos músculos extensores do joelho em idosas, a magnitude desses ganhos varia significativamente em função do método de avaliação utilizado, principalmente, por meio do uso da técnica de 1RM. Tanto o método da 1RM e o isocinético apresentaram uma correlação entre si, sobretudo, ao final do protocolo de treinamento, e houve uma correlação negativa entre a força inicial e os ganhos obtidos com o treinamento. Recomenda-se que futuras pesquisas verifiquem os indícios relativos à diminuição da diferença entre os métodos de avaliação conforme o ganho de força em mulheres idosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WHO. Envelhecimento ativo: uma política de saúde / World Health Organization. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2005.
2. MD, Gordon PM. Resistance exercise for the aging adult: clinical implications and prescription guidelines. *Am J Med* 2011;124(3):194-8.
3. Beenakker KG, Ling CH, Meskers CG, de Craen AJ, Stijnen T, Westendorp RG, et al. Patterns of muscle strength loss with age in the general population and patients with a chronic inflammatory state. *Ageing Res Rev* 2010;9(4):431-6.
4. Hicks GE, Shardell M, Alley DE, Miller RR, Bandinelli S, Guralnik J, et al. Absolute Strength and Loss of Strength as Predictors of Mobility Decline in Older Adults: The InCHIANTI Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011;67(1):66-73.
5. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998;147(8):755-63.
6. Whipple R, Wolfson, Amerman P. The relationships of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: An isokinetic study. *J Am Geriatr Soc* 1987;35:13-20.
7. Bloesch D, Schutz Y, Breitenstein E, Jequier E, Felber JP. Thermogenic response to an oral glucose load in man: comparison between young and elderly subjects. *J Am Coll Nutr* 1988;7(6):471-83.
8. Lima RM, Bezerra LM, Rabelo HT, Silva MA, Silva AJ, Bottaro M, et al. Fat-free mass, strength, and sarcopenia are related to bone mineral density in older women. *J Clin Densitom* 2009;12(1):35-41.
9. Oliveira RJ, Mota AM, Bottaro M, Pitanga F, Guido M, Leite TKM, et al. Association between sarcopenia-related phenotypes with aerobic capacity indexes of older women. *J Sci Med Sport* 2009;8:337-43.

10. Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J Am Geriatr Soc* 2004;52(1):80-5.
11. 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* 2008;105(5):1498-503.
12. Bottaro M, Machado SN, Nogueira W, Scales R, Veloso J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(3):257-64.
13. Lima RM, Oliveira RJ, Silva VAP. Efeitos do treinamento resistido sobre a capacidade cardiorrespiratória de indivíduos idosos. *Efdeportes* 2005;10:1-7.
14. Lima RM, Leite TK, Pereira RW, Rabelo HT, Roth SM, Oliveira RJ. ACE and ACTN3 genotypes in older women: muscular phenotypes. *Int J Sports Med* 2011;32(1):66-72.
15. Rabelo HT, Bezerra LA, Terra DF, Lima RM, Silva MA, Leite TK, et al. Effects of 24 weeks of progressive resistance training on knee extensors peak torque and fat-free mass in older women. *J Strength Cond Res* 2011;25(8):2298-303.
16. Jovine MS, Buchalla CM, Santarém EMM, Santarém JM, Aldrighi JM. Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa: estudo de atualização. *Rer Bras Epidemiol* 2006;9(4):493-505.
17. Silva TAS, Pinheiro MM, Junior AF, Szejnfeld VL. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. *Rer Bras Reumatol* 2006;46(6):391-7.
18. Carvalho J, Oliveira J, Magalhães J, Ascensão A, Mota J, Soares JMC. Efeito de um programa de treino em idosos: comparação da avaliação isocinética e isotônica. *Rev Paul Educ Fis* 2003;17(1):74-84.
19. Feiereisen P, Vaillant M, Eischen D, Delagardelle C. Isokinetic versus one-repetition maximum strength assessment in chronic heart failure. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(12):2156-63.
20. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol* 2004;91(1):22-9.
21. Bottaro M, Russo AF, Oliveira RJ. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *J Sports Sci Med* 2005;4:285-90.
22. Kraemer WJ, Fry AC. Strength testing: Development and evaluation of methodology. In: *Physiological Assessment of Human Fitness*. Maud PJ, Fosters C, editors. Champaign, IL: Human Kinetics; 1995.
23. Stumbo TA, Merriam S, Nies K, Smith A, Spurgeon D, Weir JP. The effect of hand-grip stabilization on isokinetic torque at the knee. *J Strength Cond Res* 2001;15(3):372-7.
24. Gentil P, Bottaro M. Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. *J Strength Cond Res* 2010;24(3):639-43.
25. Bottaro M, Ernesto C, Celes R, Farinatti PT, Brown LE, Oliveira RJ. Effects of age and rest interval on strength recovery. *Int J Sports Med* 2010 Jan;31(1):22-5.
26. Külkamp W, Dias JA, Wentz MD. Percentuais de 1RM e alometria na prescrição de exercícios resistidos. *Motriz* 2009;15(4):976-86.
27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;8;1(8476):307-10.
28. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *MedSci Sports Exerc* 2009;41(3):687-708.
29. Martins RA, Souza FB, Ribeiro W, Lazo RA, editors. Efeitos do treinamento resistido durante 12 semanas em mulheres na faixa etária de 50 a 70 anos. X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação; 2006.
30. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Després JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6):975-91.

Endereço para correspondência

Ricardo Moreno Lima.
Universidade de Brasília (UnB),
Campus Universitário Darcy Ribeiro,
Faculdade de Educação Física,
CEP: 70910-900. Brasília – DF. Brasil.
E-mail: ricardomoreno@unb.br