

ARTIGO ORIGINAL

Declínio relacionado a idade sobre a taxa de desenvolvimento de força e o efeito do treinamento com pesos em idosas

Age-related decline on rate of force development and the effect of resistance training in older women

Bruna Helena Valeriano Barboza¹, André Luiz Demantova Gurjão², José Claudio Jambassi Filho³, Raquel Gonçalves⁴, Sebastião Gobbi⁵

RESUMO

O presente estudo teve como objetivos: a) examinar as diferenças relacionadas a idade sobre o comportamento da taxa de desenvolvimento de força (TDF) obtida em diferentes instantes de tempo e TDF pico (TDFP) para os flexores de cotovelo e b) verificar o efeito do treinamento com pesos (TP) sobre essas variáveis em mulheres idosas. Para as análises transversais 40 mulheres foram separadas em grupo idosas (GI; 64,9 ± 5,5 anos; n=20) e grupo jovens (GJ; 20,7 ± 2,3 anos; n=20). Para verificar o efeito do TP o GI foi separado em grupo treinamento (GT; n=8) e grupo controle (GC; n=10). A TDF pico (TDFP) foi determinada como a inclinação mais íngreme da curva para os primeiros 200ms relativos ao início da contração. Os valores de TDF para os intervalos de tempo de 0-50; 0-100; 0-150 e 0-200 ms também foram obtidos. O protocolo de TP foi executado durante oito semanas consecutivas, com três sessões semanais, intensidade entre 10-12 repetições máximas e moderada

velocidade de execução. Adultas idosas apresentaram menores TDF (entre -33,2 e -24,3%) e TDFP (-36,3%) quando comparadas as Jovens. Embora o TP tenha levado ao aumento das diferentes TDF entre 7,5 e 18,5%, interação Grupo vs. Tempo significativa foi observada apenas para a TDF entre 0 e 150ms. Em conclusão, o processo de envelhecimento pode comprometer negativamente a capacidade de realizar força muscular rapidamente. Uma rotina de TP caracterizada por moderada velocidade de execução, não leva a incrementos significativos nas diferentes TDF em idosas previamente ativas.

PALAVRAS-CHAVE

força muscular, envelhecimento, levantamento de peso

ABSTRACT

The present study had the following objectives: a) to examine the age-related differences in the rate of force development (RFD) obtained at different instants of time and the peak RFD (PRFD) for the elbow flexors; and b) to verify the effect of weight training (WT) on those variables for elderly women. For the cross-sectional analysis 40 women were separated into an older group (OG; 64.9 ± 5.5 years; n=20) and a younger group (YG; 20.7 ± 2.3 years; n=20). To verify the effect of WT the OG was separated into a training group (TG; n=8) and a control group (CG; n= 10). The peak RFD (PRFD) was determined as the steepest slope of the curve for the first 200ms relative to the beginning of the contraction. The RFD values for the time intervals of 0-50; 0-100; 0-150 and 0-200ms were also obtained. The WT protocol was carried out for eight consecutive weeks, with three weekly sessions, with intensity between

10 and 12 repetitions maximum and moderate execution speed. The Older group showed a lower RFD (between -33.2 and -24.3%) and PRFD (-36.3%) when compared to the Younger group. Even though the WT may have resulted in the increase of the different RFDs between 7.5 and 18.5%, a significant interaction between Group vs. Time was observed only for the RFD between 0 and 150ms. In conclusion, the aging process can negatively affect the capacity to rapidly exert muscular force. A WT routine characterized by moderate speed did not result in any significant increase in the different RFDs in older women who were previously active.

KEYWORDS

muscle strength, aging, weight lifting

1 Graduanda em Educação Física, Bolsista de Iniciação Científica FAPESP, Universidade Estadual Paulista/Rio Claro

2 Mestre em Ciências da Motricidade; Membro do Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento – Departamento de Educação Física – Universidade Estadual Paulista/Rio Claro

3 Educador Físico; Membro do Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento – Departamento de Educação Física – Universidade Estadual Paulista/Rio Claro

4 Mestranda em Ciências da Motricidade; Membro do Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento – Departamento de Educação Física – Universidade Estadual Paulista/Rio Claro

5 Professor Livre Docente, Departamento de Educação Física – Universidade Estadual Paulista/Rio Claro

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Universidade Estadual Paulista / Rio Claro

Departamento de Educação Física

Sebastião Gobbi

Avenida 24 A, 1515

Rio Claro - SP

Cep 13506-900

E-mail: sgobbi@rc.unesp.br

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento é acompanhado por significativas alterações estruturais e funcionais no sistema neuromuscular. O declínio progressivo na capacidade de produzir força muscular rapidamente, observado principalmente a partir da quinta década de vida, é um importante fator na redução da independência funcional e qualidade de vida em adultos idosos.¹ Alguns estudos têm sugerido que o declínio da potência muscular pode ocorrer com maior taxa (3–4% ao ano) quando comparado a força muscular máxima (1–2% ao ano).^{2,3} Este fato é particularmente relevante para mulheres por apresentarem maior expectativa de vida, incapacidade funcional e dependência em comparação a homens.⁴

De qualquer forma, grande parte das informações disponíveis na literatura sobre as alterações relacionadas a idade na capacidade de produzir força muscular rapidamente são descritas por meio das mudanças nas relações força-velocidade e/ou potência-velocidade. Poucos trabalhos tiveram como objetivo analisar as diferenças existentes no comportamento da taxa de desenvolvimento de força (TDF), especialmente nas fases iniciais da ação muscular.^{2,5,6}

A TDF é uma importante medida de desempenho do sistema neuromuscular por representar a capacidade de desenvolver força muscular rapidamente e por influenciar a magnitude da aceleração de um determinado movimento. Em adição, a TDF é um fator determinante para a expressão da potência muscular máxima e pode apresentar importante papel funcional em idosos, uma vez que a redução da força muscular de membros superiores está associada à prejudicada capacidade de realizar as atividades básicas da vida diária.⁷ Contudo, a maioria dos estudos analisou o comportamento da TDF de membros inferiores e em amostras compostas por ambos os gêneros ou somente homens, dificultando a extrapolação desses resultados para os membros superiores de mulheres idosas.

Contudo, similar ao que ocorre com as diferenças relacionadas a idade sobre o comportamento da TDF, poucos estudos procuraram investigar o efeito do treinamento com pesos (TP) sobre a TDF de membros superiores em mulheres idosas. O TP tem demonstrado ser um meio efetivo e seguro para melhorar o desempenho neuromuscular e a capacidade funcional em adultos idosos.^{8,9,10}

OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivos: a) examinar as diferenças relacionadas a idade sobre o comportamento da TDF pico (TDFP) e TDF obtida em diferentes instantes de tempo (0-50; 0-100; 0-150; 0-200 ms) para os flexores de cotovelo e b) verificar o efeito do TP sobre essas variáveis em mulheres idosas.

MÉTODOS

Com objetivo de realizar as comparações transversais, participaram deste estudo 40 mulheres separadas da seguinte forma: grupo idosas (GI) com 20 participantes (64,9 ± 5,5 anos; 71,3 ± 12,9 kg; 156,7 ± 6,5 cm) e grupo jovens (GJ) com 20 participantes (20,7 ± 2,3 anos; 54,9 ± 6,5 kg; 162,3 ± 6,0 cm). O GI foi composto por mulheres independentes que realizavam somente atividades da vida diária (AVDs), ou então, suas AVDs e exercícios físicos

regulares. O GJ foi composto por estudantes de diferentes anos do curso de Educação Física.

Após as avaliações iniciais, todas as participantes do GI foram convidadas a realizar o programa de TP. No entanto, somente as participantes que realizavam atividades físicas regulares manifestaram interesse. Dessa forma, para verificar o efeito do TP sobre o comportamento da TDF, os grupos foram separados por conveniência da seguinte forma: grupo treinamento (GT; n = 10) e grupo controle (GC; n = 10). Os critérios de exclusão adotados foram: a) contra-indicações absolutas para o TP, em exame médico; b) limitações ou incapacidade para a realização de AVDs; c) experiência com TP no período de seis meses anteriores ao início do estudo.

Durante o período experimental, duas participantes do GT saíram do estudo. Uma por problemas ortopédicos e outra por problemas vasculares, ambas não relacionadas a intervenção. Dessa forma, finalizaram o estudo longitudinal oito participantes no GT (65,9 ± 6,2 anos; 67,2 ± 13,0 kg; 157,9 ± 8,1 cm) e 10 participantes no GC (64,8 ± 5,4 anos; 74,7 ± 13,8 kg; 154,2 ± 3,6 cm). Todas as participantes foram informadas verbalmente sobre os procedimentos a que seriam submetidas e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista de acordo com a resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

Avaliação da força muscular (curva força-tempo isométrica)

O exercício empregado para mensuração da Cf-t isométrica foi a rosca direta em banco *Scott*. Esse banco possui um anteparo no qual a região posterior do braço é apoiada, impedindo qualquer movimentação do segmento, que não a flexão do cotovelo. Pelo fato das participantes não possuírem experiência prévia na avaliação da Cf-t isométrica foi adotado um processo de familiarização aos procedimentos de teste. Para tanto, foram realizadas duas sessões de testes, cada qual composta por três tentativas de esforço isométrico máximo com intervalo de recuperação entre as tentativas de 3-5 minutos. O intervalo entre cada sessão foi de 48 horas.

A avaliação da Cf-t isométrica dos flexores do cotovelo foi realizada por meio de transdutor de força com precisão de 0,05 kgf (EMG System do Brasil; 200 kgf). O teste foi realizado com as participantes posicionadas sobre o assento do banco *Scott*, com os cotovelos flexionados a 90 graus. O posicionamento das participantes foi registrado para garantir o mesmo posicionamento nos momentos pré e pós-período experimental. Nos momentos pré-avaliações, as avaliadas foram instruídas a realizar sua contração voluntária máxima (CVM) “tão rápido quanto possível” por cinco segundos. Tão logo iniciado o esforço, as participantes foram verbalmente encorajadas a realizar seus esforços máximos, sendo ofertado *feedback* visual do desempenho da força muscular.

A aquisição do sinal foi realizada por meio de um amplificador de sinais analógicos (EMG System do Brasil) com frequência de amostragem de 2000Hz. O sinal obtido do transdutor de força foi analisado posteriormente *off-line* por meio de rotina específica desenvolvida em ambiente MATLAB (The MathWorks, Natick, Massachusetts, USA) versão 6.5. Inicialmente, o sinal bruto do transdutor de força foi digitalmente filtrado por um filtro passa-

baixa *Butterworth zero-lag* de quarta-ordem, com frequência de corte de 15 Hz. O critério adotado para determinar o início da contração muscular foi o momento no qual o valor de força muscular ultrapassou 7,5 N acima da linha de base. A TDF pico (TDFP) foi determinada como a inclinação mais íngreme da curva, calculada dentro de janelas regulares de 20ms ($\Delta\text{força}/\Delta\text{tempo}$), para os primeiros 200ms relativos ao início da contração. Além disso, foram obtidos os valores de TDF para os intervalos de tempo de 0-50; 0-100; 0-150 e 0-200 ms, também referentes ao início da contração muscular.¹¹

Protocolo de treinamento com pesos

O programa de TP foi executado durante oito semanas consecutivas, compreendendo três sessões semanais, supervisionadas pelos autores do trabalho. Embora a presente investigação tenha avaliado apenas a força muscular de membros superiores, o protocolo de TP foi realizado para todos os segmentos corporais. Esse protocolo teve por objetivo evitar assimetrias nos níveis de força muscular nas diferentes regiões anatômicas e melhorar os parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos globais da população estudada.

A montagem do programa de treinamento obedeceu à ordem alternada por segmento, consistindo de sete exercícios divididos entre grandes e pequenos grupos musculares, executados na seguinte ordem: Rosca *Scott* (bíceps braquial); Voador (peitoral); *Leg Press* (quadríceps femoral); Puxada Frente (grande dorsal); Tríceps *Pulley* (tríceps braquial); Panturrilha no *Leg Press* (gastrocnêmios); e Abdominal reto na prancha (reto do abdômen). Os exercícios foram realizados com duração de ~2 segundos na fase concêntrica e de ~3 segundos na fase excêntrica.

A determinação das cargas iniciais de treinamento foi realizada na semana precedente ao início do protocolo experimental, durante três sessões não consecutivas (com 48 horas de intervalo de recuperação). As participantes foram instruídas a realizarem duas séries com 12 repetições e uma terceira série até a fadiga voluntária. A carga foi ajustada para que a fadiga ocorresse com 10 repetições na última série. As cargas referentes a 10-RM foram novamente testadas nas sessões subsequentes com objetivo de testar sua reprodutibilidade. Durante o período experimental, sempre que o número máximo de repetições pré-estabelecidas para a última série (12-RM) fosse atingido, a carga era incrementada para que a fadiga ocorresse com 10 RM. O intervalo de recuperação entre séries e exercícios foi de ~120 segundos.

Análise Estatística

Inicialmente os dados foram tratados a partir de procedimentos descritivos (média \pm erro padrão). A normalidade da distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para verificar possíveis diferenças relacionadas a idade nas TDF foi aplicado o teste *t* Student para amostras independentes. ANOVA 2x2 para medidas repetidas, apresentando como fatores o Grupo (GT e GC) e o Tempo (pré e pós-período experimental), foi empregada com objetivo de verificar o possível efeito do TP sobre o comportamento das TDF. Para determinar se as mudanças decorrentes com o TP podem variar de acordo com valores

pré-treinamento da TDFP, o GTI foi dividido em dois subgrupos levando em consideração o valor mediano da TDFP. A partir desse ponto foi empregado o teste *t* Student para amostra independente com objetivo de realizar comparações entre os subgrupos e o teste *t* Student para amostra dependente para comparações dentro dos subgrupos. O nível de significância adotado para todas as análises foi de $P < 0,05$. As informações foram processadas no pacote computacional SPSS, versão 10.0.

RESULTADOS

Diferenças relacionadas à idade. A TDF obtida em diferentes instantes de tempo e a TDFP foram significativamente inferiores para o GI quando comparado ao GJ ($P < 0,05$; figura 1). As maiores diferenças percentuais são observadas nos momentos iniciais da contração muscular (0-50 ms: -33,2%; 0-100 ms: -32,8%; 0-150 ms: -28,3%; 0-200 ms: -24,3%). A TDFP para o GI foi 36,3% inferior em comparação ao GJ. Com o objetivo de considerar as diferenças na força muscular máxima entre as participantes, a

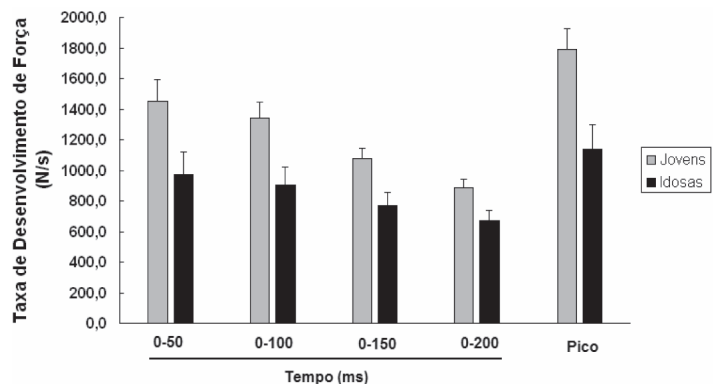


Figura 1

Taxa de desenvolvimento de força (TDF) absoluta obtida em diferentes instantes de tempo (0-50; 0-100; 0-150 e 0-200 ms, relativos ao início da contração muscular) e TDF pico durante flexão de cotovelo para mulheres jovens ($20,7 \pm 2,3$ anos; $n = 20$) e idosas ($64,9 \pm 5,5$ anos; $n = 20$). Os valores estão em média \pm erro-padrão.

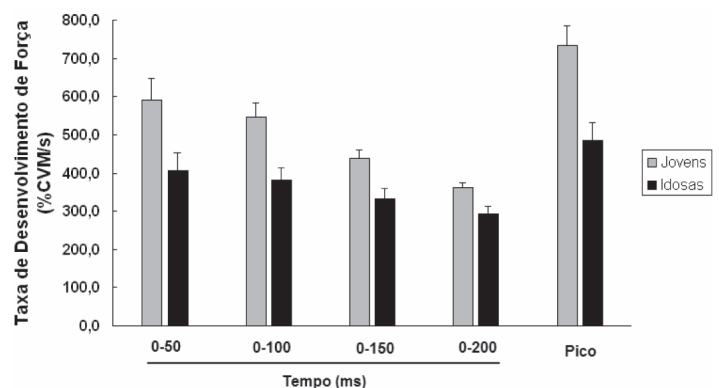


Figura 2

Taxa de desenvolvimento de força (TDF) relativa a contração voluntária máxima (CVM) obtida em diferentes instantes de tempo (0-50; 0-100; 0-150 e 0-200 ms, relativos ao início da contração muscular) e TDF pico durante flexão de cotovelo para mulheres jovens ($20,7 \pm 2,3$ anos; $n = 20$) e idosas ($64,9 \pm 5,5$ anos; $n = 20$). Os valores estão em média \pm erro-padrão.

figura 2 mostra os valores de TDF e TDFP normalizados pela CVM. Para todas as variáveis analisadas, o GI apresentou valores significativamente inferiores ao GJ (0-50 ms: -31,3%; 0-100 ms: -30,0%; 0-150 ms: -24,1%; 0-200 ms: -18,5%; TDFP: -34,0%). Esse fato indica maior prejuízo relativo na capacidade de exercer força muscular rapidamente para mulheres idosas.

Efeito do treinamento com pesos. A tabela 1 apresenta os valores médios (± erro-padrão) para os grupos treinamento e controle antes e após o período experimental de oito semanas. Embora a TDF obtida em diferentes instantes de tempo apresente aumentos percentuais entre 7,5 e 18,5% para o GT e reduções entre 8,8 e 11,7% para o GC, interação Grupo vs. Tempo estatisticamente significativa foi observada apenas para a TDF entre 0 e 150ms. Efeito principal de grupo foi observado nos diferentes instantes de tempo analisados (0-50; 0-100; 0-150 e 0-200 ms). Nenhum efeito atribuível ao TP foi observado para a TDFP.

A ineficácia do TP em melhorar significativamente a maior parte das TDF analisadas pode estar relacionada ao nível inicial da força muscular no GT. De fato, ao separar o GT em dois

subgrupos (acima ou abaixo do valor mediano para a TDFP no momento pré-treinamento), diferenças significativas na condição inicial podem ser observadas entre os subgrupos ($P < 0,05$). No entanto, essas diferenças desaparecem quando confrontados os subgrupos no momento pós-treinamento. Interessante notar que, somente as idosas com menores níveis de TDFP (abaixo do valor mediano) apresentaram aumentos significativos após o programa de TP (figura 3).

Tabela 1

Resultados para taxa de desenvolvimento de força pico (TDFP) e taxa de desenvolvimento de força para os momentos 0-50ms, 0-100ms, 0-150ms e 0-200ms (TDF50, TDF100, TDF150 e TDF200ms) para os momentos pré e pós-período experimental de oito semanas de treinamento com pesos nos grupos: treinamento idoso (GT) e controle idoso (GCI). Os valores são apresentados em média ± erro-padrão.

Variáveis	GTI (n = 8)	GCI (n = 10)	Efeitos	F	P
TDFP (N.s⁻¹)					
Pré	1578,8 ± 282,2	773,5 ± 142,6	Grupo	11,527	<0,01
Pós	1847,9 ± 176,9	743,3 ± 184,9	Tempo	0,927	0,35
Δ%	17,0	-3,9	Grupo vs. Tempo	2,015	0,18
TDF 50 ms (N.s⁻¹)					
Pré	1389,3 ± 262,5	638,1 ± 143,6	Grupo	13,072	<0,01
Pós	1646,0 ± 154,2	582,2 ± 138,9	Tempo	0,866	0,37
Δ%	18,5	-8,8	Grupo vs. Tempo	3,159	0,96
TDF 100 ms (N.s⁻¹)					
Pré	1212,3 ± 201,0	620,0 ± 124,8	Grupo	13,502	<0,01
Pós	1409,3 ± 105,0	547,2 ± 109,0	Tempo	0,540	0,47
Δ%	16,2	-11,7	Grupo vs. Tempo	4,598	0,51
TDF 150 ms (N.s⁻¹)					
Pré	978,0 ± 136,0	560,2 ± 94,8	Grupo	12,902	<0,01
Pós	1104,3 ± 73,6	498,4 ± 84,0	Tempo	0,182	0,67
Δ%	12,9	-11,0	Grupo vs. Tempo	4,482	0,05
TDF 200 ms (N.s⁻¹)					
Pré	825,1 ± 99,7	501,1 ± 72,3	Grupo	12,435	<0,01
Pós	886,8 ± 62,9	450,4 ± 65,1	Tempo	0,008	0,93
Δ%	7,5	-10,1	Grupo vs. Tempo	2,536	0,13

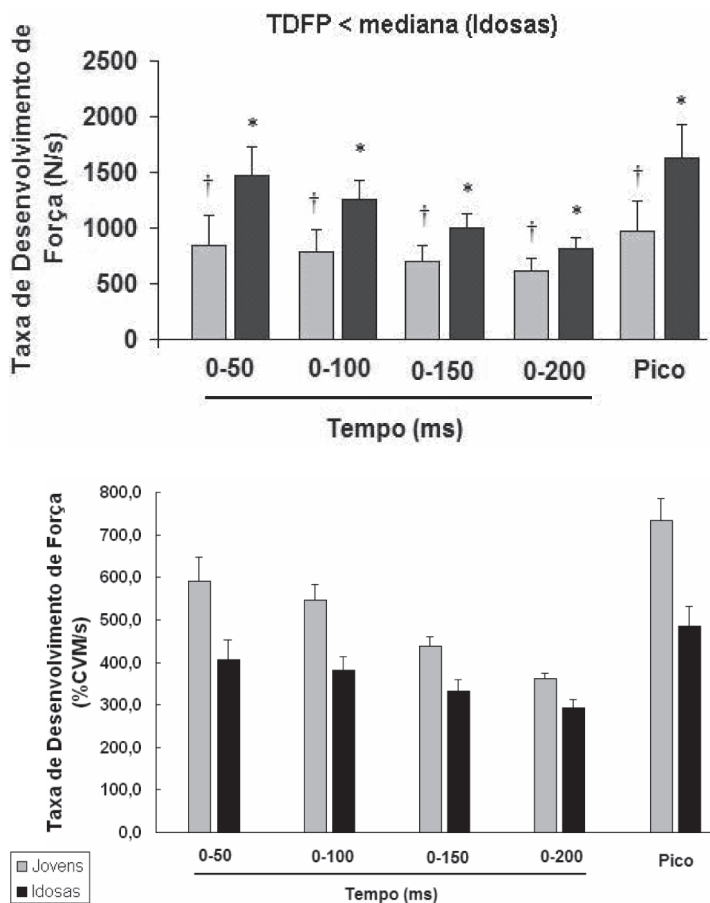


Figura 3

Taxa de desenvolvimento de força (TDF) em diferentes instantes de tempo (0-50; 0-100; 0-150 e 0-200 ms, relativos ao início da contração muscular) e TDF pico pré e pós oito semanas de treinamento com pesos para idosas com TDFP < mediana (n = 4) e TDFP > mediana (n = 4). † Diferença significativa ($P < 0,05$) em relação ao grupo TDFP > mediana na condição inicial; * diferença significativa ($P < 0,05$) em relação a condição pré-treinamento.

DISCUSSÃO

Diferenças relacionadas à idade sobre a TDF. O GI apresentou menor capacidade em exercer força muscular rapidamente quando comparado ao GJ em todas as TDF analisadas (figura 1). A redução verificada no comportamento das TDF normalizadas pela CVM (figura) indica que, mesmo levando em consideração as diferenças absolutas na CVM entre as participantes, o GI apresentou menor capacidade de exercer força muscular rapidamente em diferentes

instantes de tempo. Esse comportamento indica que as alterações relacionadas a idade sobre a TDF podem estar atreladas não apenas as alterações na massa muscular e ativação neural com o envelhecimento, mas também, a um maior prejuízo das propriedades intrínsecas da musculatura.²

Embora poucos trabalhos tenham investigado o comportamento das TDF obtidas em diferentes instantes de tempo, nossos achados estão de acordo com outros estudos realizados previamente.^{2,12} Barry et al¹² ao comparar dois grupos de diferentes faixas etárias, reportaram as maiores diferenças percentuais (~50%) para as TDF obtidas nos momentos iniciais da contração muscular (0-50 e 0-100 ms). Em nosso estudo, as alterações relacionadas a idade sobre a TDF obtida para os primeiros 200 ms (24,3%) foi percentualmente inferior a TDF obtida para os primeiros 50 ms (33,2%). Uma possível explicação para as menores alterações observadas em todas as TDF analisadas ao comparar os grupos GI e GJ pode estar relacionada às características das amostras. Izquierdo et al² têm sugerido que a magnitude das diferenças relacionadas à idade sobre a TDF pode variar em relação ao tipo, quantidade e qualidade das atividades físicas da vida diária. Na presente investigação, a amostra foi composta somente por mulheres, com diferentes experiências em termos de atividade física sistematizada. A amostra estudada por Barry et al¹² foi composta por sujeitos de ambos os gêneros (quatro homens e quatro mulheres), não sendo reportado o nível de atividade física dos participantes ou se realizavam atividades físicas sistematizadas além das atividades da vida diária.

As diferenças relacionadas a idade para a TDFP obtida dentro dos primeiros 200 ms da contração muscular de membros superiores não tem sido investigada sistematicamente. Esse fato dificulta a comparação dos nossos achados com outros estudos. Alguns autores têm reportado diferenças para a TDFP para membros inferiores entre 48 e 64% para grupos de diferentes faixas etárias.^{2,5} Essas diferenças são superiores a verificada no presente estudo (36,3%). Maiores reduções na capacidade de produzir força muscular rapidamente em membros inferiores com o envelhecimento tem sido reportado em estudos anteriores.^{2,13} Parte desse comportamento diferenciado entre membros pode estar atrelada a manutenção dos níveis de atividade física para membros superiores com o envelhecimento¹⁴. Assim, levando em consideração que parte de nossa amostra realizava atividade física sistematizada, é possível que esse fato explique as menores diferenças percentuais encontradas na presente investigação.

Diferentes mecanismos têm sido propostos na tentativa de explicar as reduções na TDF que acompanham o processo de envelhecimento. Dentre estes mecanismos, a redução da massa muscular e o decréscimo no tamanho das fibras musculares de contração rápida podem ser os fatores primários pelas diferenças observadas nas TDF.⁶ De qualquer forma, as alterações neurais, especialmente a redução na frequência de disparo das unidades motoras;⁵ redução na complacência da unidade músculo-tendão¹⁵ e alterações nas propriedades intrínsecas da musculatura, como a lentificação nas propriedades contráteis do músculo⁵ também estão envolvidos nas diferenças relacionadas a idade sobre a TDF.

Efeito do treinamento com pesos. Com exceção das modificações verificadas para a TDF no instante de tempo entre 0 e 150ms,

nenhum efeito atribuível ao TP foi observado para as demais TDF analisadas. Esses resultados contrastam com os achados de Barry et al¹² que reportaram incrementos de 28% após quatro semanas de TP nas TDF obtidas para os primeiros 30, 50, 100 e 200 ms. Embora incrementos entre 7,5 e 18,5% nas TDF possam ser observados para o GT, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada.

Nossos achados sugerem que mulheres idosas que realizam atividade física sistematizada três vezes por semana necessitam de uma rotina de treinamento mais complexa quando se objetiva alterações na TDF dos flexores do cotovelo. O protocolo de TP empregado na presente investigação foi caracterizado por um volume de treinamento moderado para os flexores do cotovelo, realizado com moderada velocidade de movimento. Tem sido bem documentado que a participação em programas de TP envolvendo rápida produção de força muscular leva a aumentos significativos na TDF. No entanto, a realização de TP sem requerimento de rápida produção de força tem demonstrado efeito similar sobre a TDF.¹⁶ De fato, incrementos na TDF, com aumentos concomitantes na ativação muscular agonista, têm sido verificados como resultados de treinamentos realizados com velocidades de execução mais lentas.^{11,17}

Entretanto, uma vez que as influências genéticas e o nível inicial de atividade física das participantes podem afetar as adaptações ao TP, Blazevich et al¹⁸ têm sugerido que, somente sujeitos com menores capacidades para atingir rapidamente suas CVM antes do treinamento, podem incrementar significativamente a TDF após o TP realizado com baixas velocidades de execução. Dessa forma, para determinar se as mudanças com o treinamento poderiam variar de acordo com os níveis iniciais de TDF, Blazevich et al¹⁸ dividiram o grupo treinamento de sua investigação baseando-se nos valores medianos para a TDF. Em nosso estudo, incorporamos também a referida análise, ou seja, as participantes do GT foram divididas em outros dois subgrupos, de acordo com os valores medianos de TDFP. De maneira similar ao verificado por Blazevich et al¹⁸ diferenças significativas foram observadas nas respostas das participantes que possuíam uma TDFP abaixo dos valores medianos, em comparação com aquelas que possuíam valores de TDFP acima da mediana (Figura 3). As participantes com menores TDFP no início do treinamento aumentaram significativamente a TDFP após as oito semanas de TP. Em contra partida nenhuma alteração significativa foi observada para as participantes que possuíam maiores TDFP quando comparados os momentos inicial e final. Contudo, é importante notar que as diferenças existentes entre os grupos na condição inicial desapareceram no momento pós-treinamento.

A principal limitação de nossa investigação foi a composição dos grupos (GT e GC) por conveniência. No entanto, esse fato é bastante comum na intervenção de diversos profissionais da área da saúde. Neste sentido, nossos resultados têm grande importância no momento de definir a estratégia a ser empregada na prescrição do TP em mulheres idosas ativas. Embora seja necessária a realização de outros estudos testando se as mudanças decorrentes com o TP podem variar de acordo com valores pré-treinamento da TDFP, é possível que a realização de uma rotina de treinamento com maiores velocidades de execução seja preferível quando se objetiva melhoras

na TDF de membros superiores na população em questão. Casserotti et al¹⁹ realizaram um programa de TP com velocidade de execução maior do que o presente estudo e demonstraram mudanças significativas no comportamento da TDF para os 200 ms.

Do ponto de vista clínico, um programa de TP pode ser um modo de treinamento particularmente benéfico para a manutenção dos requerimentos de força muscular em mulheres idosas ativas. Em adição o TP pode levar a redução nas desordens relacionadas a fragilidade muscular e levar a uma melhora da qualidade de vida em adultos idosos.²⁰

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, o processo de envelhecimento e fatores a ele associados, podem comprometer negativamente a capacidade de mulheres idosas em realizar força muscular rapidamente. O emprego de uma rotina de treinamento caracterizada por moderado volume e velocidade de execução, não leva a incrementos significativos na TDF obtida em diferentes instantes de tempo.

REFERÊNCIAS

1. Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliot D, Castaneda C, et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol Med Sci.* 2000;55(4):M192-9.
2. Izquierdo M, Ibanez J, Gorostiaga E, Garrues M, Zuniga A, Anton A. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiol Scand.* 1999;167(1):57-68.
3. Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing.* 1994;23(5):371-7.
4. Camargos MCS, Perpétuo IHO, Machado CJ. Expectativa de vida com incapacidade funcional em idosos em São Paulo, Brasil. *Pan Am J Public Health.* 2005;17(5/6):379-386.
5. Klass M, Baudry S, Duchateau J. Age-related decline in rate of torque development is accompanied by lower maximal motor unit discharge frequency during fast contractions. *J Appl Physiol.* 2008;104(3):739-46.
6. Petrella JK, Kim JS, Tuggle SC, Hall SR, Bamman MM. Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. *J Appl Physiol.* 2005;98(1):211-20.
7. Jette AM, Branch LG, Berlin J. Musculoskeletal impairments and physical disablement among the aged. *J Gerontol.* 1990;45(6):M203-8.
8. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004;59(1):48-61.
9. Silva C, Gurjão ALD, Ferreira L, Gobbi LTB, Gobbi S. Efeito do treinamento com pesos, prescrito por zona de repetições máximas, na força muscular e composição corporal em idosas. *Rev Bras Cineantropom Desemp Hum.* 2006;8(4):39-45.
10. Dias RMR, Gurjão ALD, Marucci MFN. Benefícios do treinamento com pesos para aptidão física de idosos. *Acta Fisiatr.* 2006;13(2):90-95.
11. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol.* 2002;93(4):1318-26.
12. Barry B, Warman GE, Carson RC. Age-related differences in rapid muscle activation after rate of force development training of the elbow flexors. *Exp Brain Res.* 2005;162(1):122-32.
13. Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, Fozard JL, Tobin JD, Roy TA, et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol.* 1999;86(1):188-94.
14. Ferreira L. Efeitos no envelhecimento, do nível de atividade física e do treinamento com exercícios resistidos sobre a força muscular máxima diferenciada entre membros superiores e inferiores em mulheres [dissertação]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2005.
15. Reeves ND. Adaptation of the tendon to mechanical usage. *J Musculoskeletal Neuronal Interact.* 2006;6(2):174-80.
16. Henwood TR, Riek S, Taaffe DR. Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2008;63(1):83-91.
17. Suetta C, Aagaard P, Rosted A, Jakobsen AK, Duus B, Kjaer M, et al. Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. *J Appl Physiol.* 2004;97(5):1954-61.
18. Blazevich AJ, Horne S, Cannavan D, Coleman DR, Aagaard P. Effect of contraction mode of slow-speed resistance training on the maximum rate of force development in the human quadriceps. *Muscle Nerve.* 2008;38(3):1133-46.
19. Caserotti P, Aagaard P, Butrup Larsen J, Puggaard L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scand J Med Sci Sports.* 2008;18(6):773-82.
20. Katula JA, Rejeski WJ, Marsh AP. Enhancing quality of life in older adults: a comparison of muscular strength and power training. *Health Qual Life Outcomes.* 2008;6:45.