

**Artigo original**Raquel Gonçalves^{1,2}
André Luiz Demantova Gurjão^{1,2}
Sebastião Gobbi^{1,2,3}**EFEITOS DE OITO SEMANAS DO TREINAMENTO DE FORÇA NA FLEXIBILIDADE DE IDOSOS****EFFECTS OF EIGHT WEEKS STRENGTH TRAINING ON FLEXIBILITY IN OLDER ADULTS****Resumo**

O objetivo desse estudo foi analisar o efeito de 8 semanas de treinamento com pesos (TP) sobre a flexibilidade de idosos. Para tanto, fizeram parte deste estudo 19 idosos, de ambos os sexos, divididos em dois grupos: grupo treinamento (GT) (mulheres, n=5 e homens, n=6) e grupo controle (GC) (mulheres, n=5 e homens, n=5). A avaliação da flexibilidade foi realizada por meio de flexímetro em sete movimentos articulares: flexão de ombro, quadril, joelho e cotovelo e extensão de ombro, quadril e cotovelo, para ambos os hemisférios, pré e pós intervenção. O TP foi realizado com frequência de 3 sessões semanais compostas de 3 séries de 10 a 12 RM para cada um dos exercícios propostos e duração total de 8 semanas. Tendo os dados apresentado distribuição normal (teste de Shapiro-Wilk), foi aplicado o teste t Student para amostras independentes a fim de verificar possíveis diferenças entre os grupos, nas condições iniciais, sendo empregado a ANOVA 2x2 quando não era verificada diferença. Para os movimentos nos quais as condições iniciais eram diferentes entre os grupos foi aplicada ANCOVA 2x2, tendo como co-variável o momento inicial entre grupos. O nível de significância foi de $p < 0,05$. Foram encontradas interações Grupo x Tempo significativas para os movimentos de extensão do ombro esquerdo (24%); quadril direito e esquerdo (61 e 40%, respectivamente) e; flexão do quadril esquerdo (9%). A interpretação dos resultados sugere que o TP pode contribuir para a manutenção ou mesmo aumento da flexibilidade em diferentes movimentos e articulações de idosos.

Palavras-chave: Idoso; Amplitude de movimento articular; Esforço físico.

Abstract

The aim of this study was to analyze the effect of 8 weeks' resistance training on flexibility in older individuals. Nineteen older people participated in the study and were assigned into one of two groups: training group (TG) (5 women and 6 men) and control group (CG) (5 women and 5 men). Flexibility was measured by a fleximeter for seven joint movements: shoulder, hip, knee and elbow flexion and shoulder, hip and elbow extension, both sides, before and after intervention. The resistance training protocol comprised 3 sessions per week; 3 sets of 10-to-12 RM per session and lasted for 8 weeks. The data exhibited normal distribution (Shapiro-Wilk test) and therefore Student's t-test for paired samples was applied to check for differences in initial condition between groups. Either a two-way ANCOVA (when the initial condition was different) or a two-way ANOVA was used, with significance at $p < 0.05$. The analyses showed significant Groups vs. Time interaction for the left shoulder extension (24%), left hip flexion (9%) and left and right hip extension (40 and 61%, respectively). Interpretation of the results suggests that resistance training can contribute to maintaining or even increasing flexibility of a variety of joints and movements in older people.

Key words: Aging; Range of motion; Physical exercise.

¹ LAFE - Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento;

² GEPEFE – Grupo de Estudo e Pesquisa em Força e Envelhecimento

³ UNESP – Rio Claro/Departamento de Educação Física/Pós-Graduação em Ciências da Motricidade

INTRODUÇÃO

Durante o processo de envelhecimento são observados declínios significativos nos diferentes componentes da capacidade funcional (CF), em especial, nas expressões da força muscular (força muscular concêntrica, excêntrica e isométrica máxima, resistência de força, potência muscular, entre outras) e na flexibilidade, caracterizada pela capacidade de mover uma articulação através de sua amplitude máxima de movimento¹⁻³. No entanto, no que se refere à força muscular, essa redução pode variar para seus diferentes tipos de expressões, sobretudo para a potência. Algumas evidências têm demonstrado que o declínio da potência muscular pode ocorrer de maneira precoce (a partir da quinta década de vida) e com maior taxa (3,5% ao ano) quando comparada à força muscular máxima^{4,5}. Para a flexibilidade, pode-se observar um declínio de 20-50%, dependendo da articulação, entre as idades de 30-70 anos².

Níveis adequados de força muscular e flexibilidade, dentre outros fatores, são determinantes para a eficácia na execução dos diferentes movimentos envolvidos na realização das atividades da vida diária (AVDs). A diminuição na funcionalidade desses componentes, com o avançar da idade, podem comprometer de maneira parcial ou completa a realização das AVDs, acarretando na maior dependência do idoso e redução de sua qualidade de vida^{6,2,7}. Não obstante, a redução da massa muscular com o envelhecimento, também está associada aos decréscimos do dispêndio energético de repouso, da oxidação da gordura corporal e do nível de atividade física. Tais alterações metabólicas decorrentes da sarcopenia contribuem significativamente para o aumento nos estoques de gordura corporal, e conseqüente elevação do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes, hiperlipidemia e hipertensão^{8,9}. Já a redução da flexibilidade nos movimentos de extensão do joelho; flexão de quadril; e extensão de membros superiores está correlacionada com o declínio da habilidade de deslocamento, curvar-se para o chão e o uso de mãos e braços para realização das AVDs, respectivamente¹⁰.

Neste sentido, a prática regular de programas de exercícios físicos, voltados para o desenvolvimento da força muscular e flexibilidade, tem sido recomendada como meio de atenuar ou reverter os efeitos negativos relacionados ao envelhecimento e/ou fatores a ele associados, sobre esses componentes da CF⁶.

Com o aumento das informações disponíveis na literatura sobre os efeitos positivos do treinamento com pesos (TP) para a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos em idosos, sua prática vem sendo amplamente recomendada por diferentes organizações internacionais ligadas à saúde. De fato, o TP é a forma mais eficaz quando se objetiva o aumento na massa muscular e melhoras nas diversas expressões da força muscular em idosos. A grande possibilidade de manipulação das variáveis envolvidas na prescrição do TP permite sua aplicabilidade mesmo em idosos bastantes fragilizados^{11,12}. De qualquer forma,

apesar dos efeitos positivos do TP serem bastante evidenciados nos aspectos metabólicos e funcionais do idoso, acredita-se que esta forma de treinamento possa ter efeitos deletérios no comportamento da flexibilidade após um período crônico de prática¹³.

Segundo Cyrino et al.¹⁴, a hipótese de que o TP poderia comprometer os níveis de flexibilidade de seus praticantes tem como fundamentação básica os resultados de estudos que investigaram o efeito agudo dos exercícios com pesos sobre a flexibilidade, ou então, em estudos transversais, cujas características dos sujeitos avaliados (atletas com grande experiência em TP) e seus regimes de treinamentos, não permitem a extrapolação desses resultados para outras populações.

Especificamente em idosos, poucos trabalhos procuraram investigar os efeitos do TP sobre a flexibilidade de forma experimental^{15,16}. No entanto, dentro dos poucos estudos disponíveis na literatura, é possível encontrar em alguns deles, falhas no acompanhamento de importantes variáveis intervenientes como, por exemplo, a presença de exercícios de alongamento durante a realização dos protocolos de treinamento. Este fato dificulta distinguir os efeitos independentes do TP sobre as mudanças na flexibilidade³. Assim, nenhuma conclusão efetiva pode ser realizada em relação ao entendimento da fisiologia integrada entre o treinamento do sistema neuromuscular e o comportamento da flexibilidade no idoso.

Assim, o objetivo desse estudo foi analisar o efeito crônico de 8 semanas de treinamento com pesos sobre a flexibilidade de diferentes articulações em idosos. A hipótese testada foi que a prática única de TP não afeta negativamente o comportamento da flexibilidade em idosos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Sujeitos

Foram selecionados para este estudo 21 indivíduos, de ambos os sexos, divididos em dois grupos: 11 sujeitos para o grupo treinamento (GT; mulheres, n=5 e homens, n=6) e 10 sujeitos para o grupo controle (GC; mulheres, n=5 e homens, n=5). Os seguintes critérios de exclusão foram adotados: a) apresentar contra-indicações absolutas ou relativas para as quais não seriam recomendáveis os protocolos de avaliação e treinamento propostos; b) estar participando ou ter participado de programa de TP ou qualquer outra atividade física sistematizada (frequência superior a duas vezes por semana) no período de três meses precedentes ao início do estudo.

Dos 21 indivíduos selecionados, dois participantes pertencentes ao GC não concluíram o estudo. Um por motivos pessoais e outro pela ocorrência de lesão na articulação do ombro durante o desenvolvimento de atividades pessoais não relacionadas com o presente estudo. Assim, o GT permaneceu com 11 sujeitos e o GC com 8 integrantes (mulheres, n=4 e homens, n=4). As características gerais dos sujeitos são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características antropométricas e idade da amostra (média e desvio-padrão).

	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m ²)
GT	64,5 ± 8,1	74,2 ± 13,3	160,6 ± 6,0	28,7 ± 4,8
GC	65,5 ± 10,6	76,5 ± 14,3	163,0 ± 8,5	29,2 ± 3,7

GT (Grupo treinamento, n=11); GC (Grupo controle, n=8)

É importante salientar que, todos os participantes do GT possuíam experiência prévia em TP e estavam há 3 meses sem realizar qualquer tipo de atividade física sistematizada. Ambos os grupos (GT e GC) foram instruídos a manter suas AVDs e a não realizar qualquer tipo de atividade física sistematizada durante o período do protocolo experimental. Após esclarecidos verbalmente sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Estadual Paulista (UNESP) com o protocolo número 5808.

Protocolo de treinamento com pesos

O programa de TP foi executado durante oito semanas consecutivas, compreendendo três sessões semanais. Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por um profissional de Educação Física.

A montagem do programa de treinamento obedeceu à ordem alternada por segmento, consistindo de sete exercícios, divididos entre grandes e pequenos grupamentos musculares, executados na seguinte ordem: Voador (peitoral); *Leg Press* (quadríceps femoral); Puxada Frente (grande dorsal); Tríceps *Pulley* (tríceps braquial); Panturrilha no *Leg Press* (gastrocnêmios); Rosca *Scott* (bíceps braquial) e; Abdominal reto na prancha (reto do abdômen). Todos os exercícios foram realizados em máquinas para condicionamento físico da marca *RIGHETTO* (Campinas-SP).

Todos os exercícios foram realizados em três séries de 10 a 12 repetições máximas (RM), com exceção do exercício para o grupamento muscular do abdômen que foi executado em duas séries fixas de 15 repetições, em uma prancha sem inclinação, com o peso do próprio corpo. A prescrição da intensidade relativa do treinamento, por zona de RM, é um meio eficaz quando se objetiva o aumento da força muscular máxima em idosos, sem que haja necessidade de submeter esta população a sucessivos testes de uma repetição máxima¹⁷. A determinação das cargas iniciais de treinamento, para cada um dos exercícios, foi realizada na semana anterior ao início do protocolo experimental. Para tanto, foi empregado o teste de peso por repetições máximas em todos os exercícios. A ordem com a qual os exercícios foram testados, seguiu a mesma ordem empregada no protocolo de treinamento. Todos os participantes foram submetidos a três sessões de testes, em dias não consecutivos, com intervalo de 48 horas entre as sessões. Cada sessão foi composta de uma série de aquecimento, com 50%

da carga estimada para a primeira tentativa, e três tentativas consecutivas para determinação das cargas referentes a 10-RM. O intervalo de recuperação entre o aquecimento e entre as tentativas foi de 90s. Tendo em vista que a reprodutibilidade das cargas referentes a 10-RM não foi testada, aqueles exercícios, cuja intensidade tenha sido subestimada na semana anterior ao início do treinamento, foram reajustados, adotando-se o critério empregado para a progressão das cargas durante o treinamento. Assim, os indivíduos receberam orientações para que as cargas de treinamento fossem reajustadas sempre que o número máximo de repetições estabelecidas para cada exercício fosse atingido em todas as séries. De qualquer forma, o incremento do peso era realizado até o ponto no qual o limite inferior de repetições pudesse ser atingido. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e exercícios foi de 60-90s. O critério adotado para a interrupção do exercício e computar o número de repetições executadas pelos participantes, foi a repetição na qual a execução não foi completamente realizada.

Não foram aplicados quaisquer outros exercícios que pudessem aumentar ou manter a flexibilidade dos sujeitos (por exemplo, alongamento) durante as semanas de intervenção. Vale salientar que, todos os exercícios foram realizados na máxima amplitude de movimento possível.

Avaliação da flexibilidade

Para avaliação da flexibilidade, foi empregado um flexímetro (marca *Fleximeter*[®]; Instituto Code de Pesquisas), com precisão de um grau, conforme protocolo descrito por Achour Jr.¹⁸.

A flexibilidade de sete movimentos articulares foi avaliada: flexão de ombros, quadril, joelhos e cotovelos e extensão de ombros, quadril e cotovelos, sendo as medidas realizadas em ambos os hemisferos. Com exceção dos movimentos de flexão e extensão do cotovelo, todos os movimentos foram avaliados com os sujeitos deitados sobre uma maca. Dessa forma, procurou-se evitar ao máximo que os indivíduos realizassem movimentos compensatórios no momento da avaliação. A escolha dos movimentos articulares empregados na avaliação da flexibilidade teve como base, sua relação com os exercícios utilizados no programa de TP.

Sem aquecimento prévio, os sujeitos foram instruídos a realizar o movimento de forma ativa e permanecer na posição até que fosse realizada a leitura do resultado apresentado no aparelho. Os sujeitos realizaram três vezes cada movimento e o maior valor obtido entre as três medidas foi adotado para as

Tabela 2. Comportamento da flexibilidade, em graus, para os movimentos de flexão e extensão do ombro Pré e Pós as 8 semanas de treinamento com pesos.

Movimentos	GT (n=11)	%	GC (N=8)	%	Efeitos	F	p
Flexão do ombro					ANOVA		
(hemicorpo direito)					Grupo	1,940	0,182
Pré	156,4 ± 21,6		136,7 ± 31,6		Tempo	3,862	0,066
Pós	165,0 ± 20,7	8	156,1 ± 35	17	Grupo x Tempo	0,581	0,456
Flexão do ombro					ANOVA		
(hemicorpo esquerdo)					Grupo	3,939	0,064
Pré	161,8 ± 21,0		145,5 ± 27,0		Tempo	0,172	0,683
Pós	165,3 ± 17,3	3	145,9 ± 22,7	2	Grupo x Tempo	0,111	0,743
Extensão de ombro					ANOVA		
(hemicorpo direito)					Grupo	0,169	0,686
Pré	40,4 ± 17,5		41,7 ± 9,7		Tempo	0,015	0,904
Pós	43,4 ± 7,5	24	38,1 ± 8,6	-8	Grupo x Tempo	1,701	0,210
Extensão do ombro					ANOVA		
(hemicorpo esquerdo)					Grupo	0,272	0,609
Pré	37,7 ± 10,1		44,1 ± 5,5		Tempo	5,055	0,038
Pós	45,4 ± 7,7	24	42,6 ± 7,6	-4	Grupo x Tempo	11,205	0,004

% = Mudança percentual do momento Pré para o Pós-treinamento.

análises. Vale ressaltar que, com objetivo de tentar minimizar qualquer possível interferência na qualidade das medidas, não foram disponibilizadas ao avaliador os resultados obtidos no momento inicial do estudo.

Os participantes foram instruídos a comparecerem ao local de avaliação sempre no mesmo horário, com objetivo de evitar as variações circadianas no comportamento da flexibilidade. Além disso, foi solicitado que não realizassem qualquer atividade física intensa nas 24 horas precedentes à avaliação.

Tratamento estatístico

Para o tratamento dos dados foi utilizada estatística descritiva (média e desvio-padrão). Uma vez constatada a distribuição normal dos dados, através do teste de Shapiro Wilk, foi aplicado o teste *t* Student para amostras independentes para verificar possíveis diferenças entre os grupos nas condições iniciais. Posteriormente, foi empregada a análise de variância para medidas repetidas (ANOVA 2x2). Os efeitos principais analisados pela ANOVA 2x2 foram os dois níveis da variável independente Grupo (GT e GC) e os dois níveis da variável independente Tempo (momentos Pré e Pós-intervenção); além da interação entre as duas variáveis independentes (Grupo vs Tempo). Para os movimentos nos quais as condições iniciais eram

diferentes entre os grupos, foi aplicada análise de covariância para medidas repetidas (ANCOVA 2x2), tendo como co-variável o momento inicial entre grupos. O critério de significância estatística estabelecido foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os valores em graus para os movimentos de flexão e extensão do ombro, para ambos os hemicorpos são apresentados na tabela 2. Nenhum efeito significativo foi observado para os movimentos de flexão de ombro para ambos os hemicorpos. Já para o movimento de extensão do ombro, apenas para o hemicorpo esquerdo, pode ser observado efeito principal significativo de Tempo e interação significativa Grupo vs. Tempo ($p < 0,05$). De fato, o GT apresentou um aumento de 8 graus para o citado movimento, sendo que para o GC foi verificada redução de 2 graus. Embora a maioria dos movimentos analisados nesta articulação, não tenham apresentado modificações que possam ser atribuídas ao programa de TP (com exceção da extensão ombro esquerdo), observa-se que o GT apresenta tendência de aumentos superiores no número de graus atingidos do momento pré para o pós-teste em todos os movimentos. Já para o GC,

Tabela 3. Comportamento da flexibilidade (graus) nos movimentos de flexão e extensão do quadril Pré e Pós as 8 semanas de treinamento com pesos.

Movimentos	GT (n=11)	%	GC (N=8)	%	Efeitos	F	p
Flexão do quadril (hemicorpo direito)					ANOVA		
Pré	81,8 ± 9,9		78,2 ± 18,9		Grupo	1,229	0,283
Pós	85,1 ± 12	4	77 ± 6,7	2	Tempo	0,184	0,673
					Grupo x Tempo	0,919	0,351
Flexão do quadril (hemicorpo esquerdo)					ANOVA		
Pré	80,1 ± 10,6		76 ± 20,1		Grupo	2,329	0,145
Pós	87 ± 11,7	9	72 ± 14,1	-2	Tempo	0,577	0,458
					Grupo x Tempo	8,113	0,011
Extensão de quadril (hemicorpo direito)					ANOVA		
Pré	29,4 ± 11,7		35,1 ± 9,8		Grupo	1,640	0,217
Pós	41,5 ± 11,6	61	25,4 ± 6,2	-23	Tempo	0,217	0,648
					Grupo x Tempo	18,851	0,001
Extensão do quadril (hemicorpo esquerdo)					ANOVA		
Pré	28,6 ± 11,3		36,2 ± 9,5		Grupo	0,157	0,697
Pós	35,6 ± 10,1	40	24,7 ± 8,5	-28	Tempo	1,063	0,317
					Grupo x Tempo	17,965	0,001

% = Mudança percentual do momento Pré para o Pós-treinamento.

Tabela 4. Comportamento da flexibilidade (graus) nos movimentos de flexão de joelho Pré e Pós as 8 semanas de treinamento com pesos.

Movimentos	GT (n=11)	%	GC (N=8)	%	Efeitos	F	P
Flexão do joelho (hemicorpo direito)					ANOVA		
Pré	126,3 ± 11,4		115,1 ± 12,9		Grupo	2,627	0,123
Pós	124,6 ± 13,0	-1	118,6 ± 11,8	3	Tempo	0,190	0,669
					Grupo x Tempo	1,440	0,247
Flexão do joelho (hemicorpo esquerdo)					ANOVA		
Pré	123,4 ± 11,4		116 ± 13,1		Grupo	1,810	0,196
Pós	124,9 ± 11,4	1	118,7 ± 11,8	3	Tempo	0,932	0,348
					Grupo x Tempo	0,088	0,770

% = Mudança percentual do momento Pré para o Pós-treinamento.

pode-se observar tendência de diminuição em alguns movimentos (extensão de ombro direito e esquerdo). De qualquer forma, pode ser observado para o movimento de flexão de ombro direito, aumento no número de graus de amplitude para o referido movimento. Contudo, tal aumento associado àqueles verificados no GT não foram suficientes para gerar alterações no efeito principal de Tempo.

Para a articulação do quadril, os resultados são apresentados na tabela 3. Com exceção do movimento de flexão do hemicorpo direito, todos os outros movimentos apresentaram interações

significativas para Grupo vs. Tempo. Similar ao verificado para a articulação do ombro, todos os movimentos apresentaram aumentos na quantidade de graus obtidos no momento pós-intervenção quando comparados ao momento inicial para o GT.

Na tabela 4, é apresentado o comportamento da flexibilidade para o movimento de flexão do joelho. Nenhum efeito significativo foi observado para ambos os hemicorpos ($p > 0,05$).

Para os movimentos de flexão e extensão de cotovelo, em ambos os hemicorpos, os resultados são apresentados na tabela 5. Para o movimento de

Tabela 5. Comportamento da flexibilidade (graus) nos movimentos de flexão e extensão do cotovelo Pré e Pós as 8 semanas de treinamento com pesos.

Movimentos	GT (n=11)	%	GC (N=8)	%	Efeitos	F	P
Flexão do cotovelo					ANOVA		
(hemicorpo direito)					Grupo	0,875	0,363
Pré	150,9 ± 23,1		145,6 ± 14,5		Tempo	0,119	0,735
Pós	153,7 ± 10,6	4	145,9 ± 20,5	0	Grupo x Tempo	0,083	0,776
Flexão do cotovelo					ANOVA		
(hemicorpo esquerdo)					Grupo	3,080	0,097
Pré	157,2 ± 20,9		146 ± 13,3		Tempo	0,013	0,910
Pós	155,5 ± 8,3	1	146,7 ± 12,9	1	Grupo x Tempo	0,096	0,761
Extensão de cotovelo					ANCOVA		
(hemicorpo direito)					Grupo	12,472	0,003
Pré	165,7 ± 15,4		148,1 ± 14,7		Tempo	1,065	0,316
Pós	165,1 ± 12,4	0	142,7 ± 11,5	-3	Grupo x Tempo	0,662	0,427
Extensão do cotovelo					ANOVA		
(hemicorpo esquerdo)					Grupo	4,636	0,046
Pré	159,8 ± 19,7		150,4 ± 20,4		Tempo	0,001	0,976
Pós	164,8 ± 11,6	4	145,6 ± 14,7	-2	Grupo x Tempo	1,376	0,257

% = Mudança percentual do momento Pré para o Pós-treinamento.

extensão do cotovelo direito o teste *t* Student encontrou diferença significativa entre os grupos nas condições iniciais. Por esse motivo, especificamente para tal movimento, foi aplicada ANCOVA. Nenhum efeito que possa ser atribuído ao TP pode ser observado. Contudo, ressalta-se o efeito principal isolado de grupo apenas para o movimento de extensão do hemicorpo esquerdo ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi analisar o efeito de 8 semanas de treinamento com pesos sobre a flexibilidade em idosos. Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que, tanto a articulação do ombro quanto do quadril, foram positivamente afetadas com a prática do TP. Esse fenômeno pode ser evidenciado pela interação Grupo vs. Tempo estatisticamente significativa. Entretanto, é importante ressaltar que as interações observadas ocorrem para movimentos e/ou hemicorpos específicos.

Os resultados da presente investigação estão em linha com aqueles encontrados por **Fatouros et al.¹⁵**, no qual oito sujeitos idosos ($70,3 \pm 2,3$ anos) foram submetidos a 16 semanas de TP. Os autores verificaram aumentos significativos ($p < 0,05$) para os movimentos de flexão de joelho, cotovelo, ombro e quadril e para a extensão de ombro e quadril. É importante ressaltar que, no estudo em questão, o tempo de duração do treinamento foi duas vezes

superior àquele utilizado na presente investigação. Assim, podemos sugerir que os aumentos no nível de flexibilidade verificados para um maior número de movimentos no estudo de Fatouros et al.¹⁵ podem ser decorrentes do maior período de intervenção adotado. Embora a comparação entre os estudos mostre uma possível evidência que as modificações na flexibilidade de diferentes articulações de idosos possam ser tempo-dependentes, tal hipótese ainda necessita ser investigada de maneira experimental.

Outro fator que pode determinar os aumentos na flexibilidade para as diferentes articulações, em decorrência do TP, é a intensidade com a qual o exercício é realizado. Fatouros et al.³ procuraram investigar o efeito da manipulação da intensidade de treinamento em 58 idosos, divididos em três grupos. O tempo de intervenção foi de 12 semanas. Com base nos resultados, pode-se verificar que os aumentos percentuais na flexibilidade das diferentes articulações apresentaram um comportamento intensidade-dependente. De fato, o grupo treinado com baixa intensidade (40% de 1-RM) obteve menor amplitude de aumento na flexibilidade (3-12%), quando comparados aos grupos treinados com moderada intensidade (60% de 1-RM) (6-22%) e alta intensidade (80% de 1-RM) (8-28%). Na nossa investigação, o GT foi submetido a intensidade moderada de treinamento e os achados foram similares àqueles encontrados por Fatouros et al.³. Nossos resultados mostram que os movimentos que apresentaram interações Grupo vs. Tempo

significativas aumentaram entre 9-24% a amplitude de movimento, com exceção da extensão do quadril direito (61%) e esquerdo (40%).

Em recente estudo, Vale et al.¹⁶ procuraram investigar o efeito de 16 semanas de TP sobre a flexibilidade em 22 mulheres idosas, divididas em Grupo Controle (GC, n=11; 65,1±3,33 anos) e Grupo Treinamento de Força (GF, n=11; 66,3±7,84 anos). É importante ressaltar que, durante todo o protocolo experimental, as idosas realizaram exercícios de alongamento ao final de cada sessão – o que não aconteceu no nosso estudo. Foram observados aumentos significativos da flexibilidade no GF entre 6-13 graus para todos os movimentos avaliados (abdução do ombro; flexão e extensão do quadril e; flexão de joelho).

Barbosa et al.¹⁹ procuraram verificar o efeito do TP em mulheres idosas sem a realização de exercícios de alongamento durante o protocolo experimental. Após 10 semanas de TP, foi verificado aumento da flexibilidade, avaliado pelo teste de alcançar sentado, de aproximadamente 13%. De qualquer forma, o teste utilizado para avaliação da flexibilidade pode não refletir as modificações isoladas na flexibilidade das articulações envolvidas neste teste, ou então, nas demais articulações, o que foi feito em nosso estudo.

Outro aspecto interessante a ressaltar são os achados de Girouard e Hurley²⁰, nos quais o TP não afetou negativamente os ganhos de amplitude de movimento articular quando este é realizado de forma simultânea a um protocolo de treinamento desenvolvido para o incremento da flexibilidade. Os autores submeteram 14 homens (59 ± 6 anos) a TP combinado com exercícios de alongamento e 10 homens (63 ± 6 anos) realizando apenas exercícios de alongamento. Os achados mostraram que, após 10 semanas de TP combinado com exercícios de alongamento os graus de flexibilidade apresentaram um pequeno aumento significativo quando comparados aos aumentos do grupo que realizou apenas exercícios de alongamento. Resultados similares a este também foram encontrados em adultos jovens por Nóbrega; Paula e Carvalho¹³, reforçando o conceito de que um treinamento específico de flexibilidade pode ser aplicado em conjunto com o TP.

Segundo o ACSM⁶, a flexibilidade de uma articulação é fortemente dependente da integridade das estruturas que a constituem, tais como os ossos, massa muscular, tecido conectivo e outros fatores, como o desenvolvimento de dor e a capacidade do músculo em produzir uma quantidade adequada de força muscular.

Nossos resultados não explicam de que forma um protocolo de TP pode aumentar a flexibilidade de indivíduos idosos. O que pode ser sugerido é que o TP pode aumentar a taxa de *turnover* do colágeno em diferentes estruturas do sistema músculo-esquelético. Uma vez que a taxa de síntese e degradação das fibras de colágeno pode ser alterada pela atividade física, em decorrência do incremento do estresse mecânico aplicado ao longo do eixo longitudinal das fibras, observa-se uma diminuição na formação

de pontes cruzadas, como evidenciado em animais idosos. A redução na quantidade de pontes cruzadas, principalmente no tendão, permite uma melhor deformação dessa estrutura (extensibilidade) reduzindo as chances de ruptura, além de facilitar a transmissão da força gerada pela musculatura para os ossos, o que levaria ao aumento da amplitude de movimento^{21,22}. Além dessas alterações, a melhor transmissão de força, associada às adaptações específicas do TP como, o incremento da capacidade de gerar força muscular pelos músculos treinados e redução na co-ativação dos músculos antagonistas ao movimento, podem causar o aumento da amplitude de movimento quando este é realizado de forma ativa.

Por outro lado, o nível de atividade física habitual de um indivíduo é outro fator importante para a manutenção da amplitude de movimento de uma determinada articulação. Esse fato se justifica, uma vez que a inatividade física pode acelerar e agravar as alterações no sistema músculo-esquelético que ocorrem durante o envelhecimento. Estudos têm demonstrado, por meio de modelo animal, que após várias semanas de imobilização existe alteração na disposição das fibras colágenas (maior formação de pontes cruzadas), acompanhadas por desidratação e modificações nas estruturas químicas dessas fibras. O resultado dessas modificações é a diminuição significativa da extensibilidade e elevada rigidez das estruturas músculo-esqueléticas, podendo comprometer negativamente a amplitude de movimento da articulação a qual essas estruturas fazem parte^{2,23}. Entretanto, experimentos utilizando imobilização (também em modelo animal), combinada com estimulação elétrica, mostrou não haver alterações significativas na quantidade e disposição das fibras colágenas do tecido conjuntivo. Logo, esse fato sugere que a atividade física pode ser um importante fator para o remodelamento do tecido conjuntivo e fibras de colágeno, prevenindo assim, a diminuição da amplitude de movimento na articulação de idosos^{23,24}.

Embora o presente estudo não possa refutar com dados objetivos se houve ou não alterações no nível de atividade física dos participantes, tanto o GC como GT foram instruídos a manterem suas AVDs. Foi observado que o GC mostrou manutenção ou redução da flexibilidade para quase todos os movimentos articulares avaliados (com exceção da flexão do ombro direito), provavelmente por não alterarem suas atividades físicas habituais. Pressupondo que o GT também tivesse apresentado o mesmo comportamento (não alteração das atividades físicas habituais), acredita-se que os aumentos observados nas variáveis analisadas do referido grupo teriam sido causados pelo TP. Assim, conquanto tal limitação possa ter sido minimizada, sugere-se que, em futuros estudos, tal variável (atividade física habitual) seja controlada. Outro ponto a ressaltar, refere-se à ordem na qual foi realizada a determinação das cargas referente a 10-RM e sua reprodutibilidade. Simão et al.²⁵ têm demonstrado a influência da manipulação da ordem dos exercícios sobre o número máximo de

repetições realizados. Na presente investigação, a ordem empregada dos exercícios foi a mesma, tanto na determinação das cargas iniciais de treinamento quanto durante a aplicação do protocolo experimental. Assim, parece que esta variável não afetou o número de RM (intensidade do treinamento) encontrado entre a semana de teste e o início do treinamento. Contudo, a reprodutibilidade das cargas referentes a 10-RM não foi avaliada antes do início do protocolo de treinamento. O impacto dessa limitação pode ter sido minimizado pelo fato dos participantes já possuírem experiência prévia nos exercícios utilizados, além dos reajustes realizados logo na primeira sessão de treinamento.

É importante ressaltar que, a forma como o protocolo de TP é empregado tem grande relevância para que haja aumento ou manutenção dos níveis de flexibilidade. Hurley e Roth²⁶ sugerem que o TP seja realizado com amplitude máxima de movimento; que os protocolos envolvam grupos musculares agonistas e antagonistas (o que foi observado em nosso estudo) e; que exercícios de alongamentos sejam realizados com objetivo de desenvolver os níveis ótimos de flexibilidade. Levando em consideração as evidências de Girouard e Hurley²⁰, que apontam o fato do TP não impedir o acontecimento de respostas ótimas de incremento dos níveis de flexibilidade com o treinamento específico, encoraja-se a prescrição simultânea dessas duas capacidades na elaboração de programas de atividades físicas para idosos.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados no presente estudo, concluímos que o treinamento crônico de TP (8 semanas) não afeta negativamente os níveis de flexibilidade de idosos. Além disso, o TP pode contribuir para a manutenção ou mesmo aumento da flexibilidade em diferentes movimentos e articulações. Sugere-se, também, que novos estudos sejam realizados com diferentes períodos de intervenção e com o controle dos mecanismos fisiológicos que possam explicar tais adaptações.

Agradecimentos

Agradecemos ao PROFIT (Programa de Atividade Física para a Terceira Idade), FUNDUNESP, FINEP, PROEX – UNESP, FUNASA – MS e ao LAFE (Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento) por todo apoio logístico para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

- Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med* 2004;34(12):809-24.
- Holland GJ, Tanaka K, Shigematsu R, Nakagaichi M. Flexibility and physical functions of older adults: A Review. *J Aging Phys Act* 2002;10(2):169-206.
- Fatouros IG, Kambas A, Katrabasas I, Leontisini D, Chatzinikolaou A, Jamurtas AZ, et al. Resistance training and detraining effects on flexibility performance

- in the elderly are intensitydependent. *J Strength Cond Res* 2006;20(3):634–642.
- Izquierdo M, Ibanez J, Gorostiaga E, Garrues M, Zuniga A, Anton A, et al. 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.
- 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.
- ACSM (American College of Sports Medicine). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6):975-91.
- Warburton DER, Gledhill N, Quinney A. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health. *Can J Appl Physiol* 2001;26(2):161-216.
- Nair KS. Aging muscle. *Am J Clin Nutr* 2005;81(5):953-63.
- Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004;34(5):329-48.
- Badley EM, Wagstaff S, Wood PH. Measures of functional ability (disability) in arthritis in relation to impairment of range of joint movement. *Ann Rheum Dis* 1984;43(4):563-9.
- ACSM (American College of Sports Medicine). Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(2):364-80.
- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circ* 2001;104(14):1694-740.
- Nobrega AC, Paula KC, Carvalho AC. Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *J Strength Cond Res* 2005;19(4):842-6.
- Cyrino ES, Oliveira AR, Leite JC, Porto DB, Dias RMR, Segantin AQ, et al. Comportamento da flexibilidade após 10 semanas de treinamento com pesos. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(4):233-7.
- Fatouros IG, Taxildaris K, Tokmakidis SP, Kalapotharakos V, Aggelousis N, Athanasopoulos S, Zeeris I, et al. The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. *Int J Sports Med* 2002;23(2):112-9.
- Vale RGS, Barreto ACG, Novaes JS, Dantas EHM. Efeitos do treinamento resistido na força máxima, na flexibilidade e na autonomia funcional de mulheres idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006;8(4):52-58.
- Silva CM, 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 Desempenho Hum* 2006;8(4):39-45.
- Achour Júnior A. Avaliando a flexibilidade: fleximeter. Londrina: Midiograf; 1997.
- Barbosa AR, Santarem JM, Filho WJ, Marucci Mde F. Effects of resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. *J Strength Cond Res* 2002;16(1):14-8.
- Girouard CK, Hurley BF. Does strength training inhibit gains in range of motion from flexibility training in older adults? *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(10):1444-9.
- Gosselin LE, Adams C, Cotter TA, McCormick RJ, Thomas DP. Effect of exercise training on passive

- stiffness in locomotor skeletal muscle: role of extracellular matrix. *J Appl Physiol* 1998;85(3):1011-6.
22. Kovanen V, Suominen H, Heikkinen E. Collagen of slow twitch and fast twitch muscle fibres in different types of rat skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol Occup* 1984;52(2):235-42.
23. Goldspink, G. Strength and power in sport. London: Blackweel Science; 1992.
24. Voorrips LE, Koen AP, Lemmink KA, Van Heuvelen MJ, Bult P, Van Staveren WA. The physical condition of elderly women differing in habitual physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(10):1152-7.
25. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, Viveiros L, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *J Strength Cond Res* 2007;21(1):23-8.
26. Hurley BF and Roth SM. Strength Training in the Elderly: Effects on Risk Factors for Age-Related Diseases. *Sports Med* 2000;30(4):249-268.

Endereço para correspondência

Sebastião Gobbi
UNESP – Rio Claro - Departamento de Educação Física
Av: 24-A, 1515 – Bela Vista –
CEP: 13506-900 - Rio Claro – SP
E-mail: sgobbi@rc.unesp.br

Recebido em 25/01/07
Revisado em 28/02/07
Aprovado em 06/03/07