

Efeitos do método isostretching sobre parâmetros morfológicos e sobre um conjunto de testes motores em idosas

Effects of the isostretching method on morphological parameters and on a set of motor tests in the elderly

Christina Cruz Cepeda^{1,2}
André Luiz Félix Rodacki²
Leslie Nathan Persch¹
Peterson Pereira Silva¹
Silvia Buba¹
Vanessa Freitas Dressler¹

Resumo – O treinamento resistido de intensidade leve e moderada parece eficaz em prover importantes melhorias sobre a força, o equilíbrio e a funcionalidade em idosos. O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de 12 semanas de treinamento do Método Isostretching sobre a capacidade funcional e arquitetura muscular em idosas. A amostra foi de 25 voluntárias (n=25), divididas em um grupo controle (GC; n=11; 62,3 ± 1,9 anos; 1,58 ± 0,06m; 73,4 ± 1,4kg) que prosseguiu suas atividades físicas habituais e um grupo experimental (GE; n=14; 64,2 ± 4,3anos; 1,56 ± 0,05 m; 74,2 ± 1,6kg) que realizou um programa de exercícios de isostretching. As avaliações compreenderam *Timed Up and Go* –TUG, avaliação de Tinetti e avaliação dos parâmetros morfológicos por meio da Ultrassonografia. Os resultados mostraram que o GE apresentou uma melhora (p<0,05) tanto no TUG quanto no Tinetti. Nos parâmetros morfológicos do vasto lateral no grupo GE observou-se: aumento médio de 3.6 mm do comprimento do fascículo em relaxamento (p<0,05; ES=1,15), em contração isométrica aumento de 4,9 mm (p<0,05; ES=1,94); no ângulo de penação na condição relaxada, um aumento de 16% (p<0,05; ES=0,70), em contração isométrica, aumento de 12% (p<0,05; ES=0,50); já na espessura (p<0,05; ES=0,52) aumento de 8% relaxado, em contração isométrica (p<0,05; ES=0,43) de 9%. O GC não apresentou alterações significativas. O treinamento isométrico por meio do isostretching promoveu alterações nos parâmetros morfológicos musculares e melhorou as capacidades funcionais em idosas.

Palavras-chave: Adaptação muscular; Equilíbrio; Envelhecimento; Treinamento de resistência.

Abstract – Moderate intensity resistance training seems to be effective in providing significant improvements on strength, balance and function in the elderly. This study aimed to analyze the effect of a 12-week isostretching training on functional capacity and muscle architecture in elderly women. The sample included 25 volunteers (n = 25) divided into a control group (CG, n = 11, 62.3 ± 1.9 years old, 1.58 ± 0.06 m, 73.4 ± 1.4 kg) that followed their physical activity habits and an experimental group (EG, n = 14, 64.2 ± 4.3 years, 1.56 ± 0.05 m, 74.2 ± 1.6 kg) that was submitted to an isostretching program. The following assessments were used: *Timed Up and Go* –TUGT, Tinetti balance test and evaluation of morphological parameters through ultrasound imaging technique. The results showed that the EG improved (p <0.05) in both TUGT and Tinetti. In the morphologic parameters of the vastus lateralis muscle in the EG, we observed the following: mean increase of 3.6 mm in length issue relaxation (p <0.05, ES = 1.15); increase of 4.9 mm in isometric contraction (p <0.05; ES = 1.94); increase of 16% in the pennation angle in the relaxed condition (p <0.05; ES = 0.70); increase of 12% in isometric contraction (p <0.05; ES = 0.50); increase of 8% in thickness in the relaxed condition (p <0.05, EF = 0.52); and increase of 9% in isometric contraction (p <0.05, EF = 0.43). The GC did not show any significant changes. The isometric training through the isostretching method promoted changes in the morphological and muscle parameters and also improved the functional abilities in elderly women.

Key words: Aging; Balance; Muscle adaptation; Resistance training.

1Universidade Positivo. Curso de Fisioterapia. Curitiba, PR. Brasil.

2Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós Graduação em Educação Física. Curitiba. PR. Brasil.

Recebido em 19/11/12
Revisado em 22/01/13
Aprovado em 22/02/13



Licença
Creative Commom

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento leva a uma série de alterações fisiológicas sobre os sistemas nervoso, musculoesquelético e sensorial¹. As alterações mais frequentes causam reduções da massa e força muscular²⁻⁴. Tais alterações interferem na capacidade contrátil e se refletem sobre a funcionalidade, além de causarem aumento sobre o risco de quedas em idosos^{4,5}.

Com o envelhecimento, a diminuição da massa muscular e as mudanças na arquitetura muscular causam pronunciada perda sobre a capacidade de produção de força, especialmente, após a terceira década de vida^{6,7}. As principais mudanças na arquitetura muscular decorrentes do envelhecimento envolvem alterações na espessura, no comprimento do fascículo e no ângulo de penação^{6,8,9}. O comprimento do fascículo está relacionado com a velocidade de contração muscular enquanto o ângulo de penação está associado com a capacidade de produzir elevados níveis de força⁹⁻¹².

O treinamento de resistência é considerado como um método eficaz para reverter o processo de redução da força e das adaptações morfológicas do músculo esquelético associadas com o aumento da idade. Apesar dos benefícios do treinamento de alta intensidade na capacidade de produzir força e num conjunto de aspectos morfológicos musculares, melhorias sobre o desempenho funcional nem sempre têm sido observadas. Por outro lado, alguns estudos que envolveram treinamento com cargas de intensidade leve e moderada também têm sido demonstrados como eficazes em prover importantes melhorias sobre a força e o equilíbrio, as quais também têm promovido melhorias da funcionalidade em idosos¹³⁻¹⁵.

Interessantemente, alguns estudos têm reportado aumentos similares na força em idosos, independente da intensidade do treinamento resistido. Pruitt et al.¹⁶, observaram aumentos de 45% na força após um período de treinamento resistido realizado com intensidade de 80% de 1 Repetição Máxima (RM) e 42% quando intensidades consideravelmente menores foram aplicadas (40% 1RM). Hortobagyi et al.¹⁷ encontraram ganhos similares na força máxima (29%) após treinamento de baixa (40% 1 RM) e alta intensidade (80% 1 RM). Estudos que envolveram contrações isométricas também têm demonstrado ganhos na força muscular. Kubiak et al.¹⁸ observaram aumentos de 33% na força isométrica do quadríceps após treinamento isométrico realizado com intensidade de 45% da contração isométrica voluntária máxima (CIVM).

O treinamento de alta resistência tem resultado em importantes modificações da arquitetura muscular¹⁹, no entanto, programas de treinamento com intensidade menores (leve e moderada) também têm sido reportados como efetivos para causarem alterações na arquitetura muscular. Lee²⁰ aplicou cargas de 50% da capacidade máxima por meio de eletroestimulação, que resultou em aumento do ângulo de penação de 4° e ganhos de 26% na força máxima. Alegre et al.⁹ também reportaram aumentos de 6,9% na espessura do vasto lateral e de 10,3% no comprimento dos fascículos em resposta a um programa resistido de intensidade leve. Dessa forma,

observa-se que o treinamento isométrico com intensidade leve e moderada pode causar modificações importantes sobre a função contrátil (ex. força máxima) e sobre parâmetros morfológicos do tecido muscular (ex. espessura, ângulo de penação e comprimento do fascículo).

O *Isostretching* é um método composto por exercícios que envolvem contrações isométricas de intensidade leve e moderada, em que exercícios generalizados são realizados em posições estáticas que visam preservar as curvas fisiológicas da coluna vertebral. O método tem por objetivos promover o fortalecimento muscular, aumentar a flexibilidade e corrigir e/ou melhorar a postura, além de aprimorar o controle neuromuscular, melhorar a consciência corporal e a capacidade respiratória. Alguns estudos têm demonstrado os benefícios do Isostretching sobre alterações posturais, quadros algícos da coluna vertebral, capacidade respiratória e, mais recentemente, na capacidade funcional de idosos^{21,22}.

Sanglard et al.²¹, observou que idosos submetidos a 24 sessões de um programa de exercícios de isostretching apresentaram melhor controle postural, desempenho de atividades de vida diária e diminuição da probabilidade de quedas quando avaliados por meio do Teste de Alcance Funcional, Escala de Equilíbrio de Berg, Avaliação de Tinetti e o Teste de Romberg e Romberg-Barré. Carvalho e Assini²² também reportaram melhorias sobre a capacidade funcional de idosas por meio do Teste de Caminhada de 6 minutos após 10 sessões de treinamento.

Sendo assim, existem indícios de que o método isostretching pode causar melhorias sobre parâmetros morfológicos do tecido muscular e na capacidade funcional de idosas. Este tipo de treinamento pode constituir uma forma atrativa de treinamento, visto que exercícios leves e moderados tendem a ser menos lesivos em idosos, e as degenerações decorrentes da idade podem ser agravadas pelas elevadas cargas aplicadas no treinamento de alta intensidade. Portanto, este estudo analisou os efeitos de um programa de treinamento envolvendo 12 semanas (36 sessões) do Método *Isostretching* sobre o equilíbrio/agilidade, marcha e arquitetura muscular de idosas saudáveis.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A amostra por conveniência foi composta por 25 idosas com idade mínima de 60 anos, que estavam engajadas nos programas de atividade física há mais de seis meses, promovidos pela Secretaria Municipal de Esporte e Lazer em Curitiba-PR. Idosas em tratamento para lombalgia, que utilizassem dispositivos para deambulação, história de fratura recente, hipertensão não controlada e uso contínuo de medicamentos que pudessem interferir no estudo, não foram incluídas.

As idosas receberam informações sobre os procedimentos experimentais e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Positivo sob nº 131.10, estando de acordo com a Resolução 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

O nível de atividade física foi determinado pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)²³, que identificou todas as participantes como ativas. As voluntárias (n=25) foram distribuídas de forma balanceada aleatória, em um grupo controle (GC; n=11; 62,3 ± 1,9 anos; 1,58 ± 0,06m; 73,4 ± 1,4kg) que deu continuidade ao programa de atividade física que realizava antes do início do experimento (exercícios de ginástica localizada de baixa intensidade com duração de 50 minutos e periodicidade de três sessões semanais). e um grupo experimental (GE; n=14; 64,2 ± 4,3anos; 1,56 ± 0,05 m; 74,2 ± 1,6kg) que foi submetido a um programa de exercícios de isostretching. O GE teve três sessões semanais durante doze semanas ininterruptas, as quais foram ministradas pela mesma pesquisadora e tiveram frequência mínima de 75%. Os exercícios realizados pelo GC permaneceram inalterados durante o período do experimento e tiveram uma frequência mínima superior a 85%. As participantes foram avaliadas em duas sessões idênticas que foram realizadas antes (PRE) e após (POS) o período de intervenção.

A duração de cada sessão de isostretching foi de 50 minutos, os quais compreenderam 15 minutos de aquecimento (exercícios aeróbicos de intensidade leve a moderada), 30 minutos de exercícios baseados no método *isostretching* e 5 minutos finais (exercícios de relaxamento).

Em cada aula, foram escolhidas de seis a sete posturas, em decúbito dorsal (quadril em flexão de 90°, extensão de joelhos, flexão de tornozelo, flexão de ombro, extensão de cotovelo e punho), sentado (coluna vertebral alinhada, quadril em flexão de 90°, joelhos em flexão e ou extensão, tornozelos em flexão e membros superiores em amplitudes articulares diversas) e na posição ortostática. A contração simultânea dos músculos extensores da coluna, abdominais e glúteos foi mantida durante a postura, os membros inferiores e superiores posicionados, respeitando a amplitude articular individual e mantida durante o período expiratório que durou no mínimo 5s e repetida três vezes. Um intervalo de 15s foi imposto entre cada tentativa. O grau de dificuldade foi incrementado, após a décima sessão, com uso de bastões e bolas de borracha.

Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)

Foi utilizada a versão 8, forma longa, semanal usual adaptado para idosos, que apresenta 27 questões e permite estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade leve, moderada e vigorosa, em diferentes contextos do cotidiano²³.

Timed "UP AND GO" Test (TUG)

O TUG consiste na mensuração do tempo necessário para percorrer 3 metros, partindo da posição sentada, circundar um cone e retornar a mesma posição sentada. Para efeitos do presente estudo, tempos superiores a 9s foram considerados como indicadores para risco de quedas para esta faixa etária²⁴.

Instrumento de Avaliação de TINETTI

O teste é composto por duas partes. A primeira avalia nove aspectos do equilíbrio com pontuação entre 0 a 16, enquanto a segunda avalia os sete aspectos da marcha com pontuação variando de 0 a 12, totalizando 28 pontos. Pontuação menor que 19 pontos é considerada como alto risco de quedas, entre 19 e 24 pontos como de risco moderado e acima de 25 pontos com baixo risco².

Parâmetros Morfológicos - Ultrassonografia

A avaliação da arquitetura muscular do músculo vasto lateral direito, e as medidas foram realizadas por ultrassonografia (General Electric®, modelo Logiq Book XP), com transdutor multifrequencial de 11 MHz de alta resolução.

A participante foi posicionada em decúbito dorsal, com os membros inferiores estendidos e com os joelhos flexionados a 10°. A posição do joelho controlada por um goniômetro manual (Carci®) e mantida ao longo do teste com o auxílio de um rolo de espuma posicionado na linha da fossa poplíteia. Tal posição foi adotada por permitir maior reprodutibilidade das medidas²⁵. As medidas foram tomadas no terço médio da coxa, tomando-se o trocânter maior do fêmur e linha articular do joelho como referência. Para garantir que as medidas pudessem ser realizadas da mesma forma, uma fita adesiva guia com 0,5cm de largura e 10,0cm de comprimento foi fixada longitudinalmente à pele. Perpendicularmente à fita adesiva longitudinal, um conjunto de 4 fitas de 0,3cm de largura e 3,0cm de comprimento foram fixadas a fim de permitir o agrupamento das imagens a cada tomada ao longo do músculo¹².

As imagens foram coletadas com um transdutor retangular de 5cm de comprimento por 2cm de largura, posicionado perpendicularmente à superfície do ventre muscular, sendo a imagem no sentido longitudinal das fibras musculares. Foram coletadas quatro imagens do músculo em repouso e quatro em contração isométrica submáxima. As sombras deixadas pela fita adesiva permitiram reagrupar as imagens em um programa de gerenciamento de imagens (Corel Draw X5®).

A espessura foi definida como a distância entre aponeurose superior e inferior profunda do músculo⁹. O ângulo de penação foi definido como o ângulo entre a direção das fibras musculares e a linha de geração de força de um músculo, enquanto o comprimento do fascículo foi definido como o comprimento da linha fascicular entre as inserções do mesmo na aponeurose inferior e superior profunda^{12,24,25}.

Procedimentos Estatísticos

Inicialmente, a normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk, enquanto a homogeneidade foi determinada por intermédio do teste de Levene. Diferenças intra e intergrupos em variáveis que tiveram sua normalidade confirmada foram verificadas através de um conjunto de ANOVAs para dois fatores (tempo [PRE vs POS] e grupo [GE vs GC]). O teste post-hoc de Scheffé foi aplicado para determinar onde as diferenças

encontradas na análise de variância ocorreram (tempo e grupo). Os dados que não tiveram sua normalidade confirmada foram analisados com o teste de Fisher. O tamanho do efeito (ES) foi quantificado pelo teste de Cohen's. O nível de significância estatística considerado foi de $p < 0,05$ e os dados foram analisados pelo programa STATISTICA 7.

RESULTADOS

Time up and Go Test - TUG

Os grupos não apresentaram diferenças antes do programa de intervenção (PRE; $p > 0,05$; ES=0,36). Após o período de intervenção (POS), o grupo experimental apresentou uma redução ($p < 0,05$; ES=0,85) de 11% no desempenho do teste, enquanto o grupo controle apresentou uma redução de 4% ($p > 0,05$; ES=0,36) após o mesmo período de tempo (FIGURA 1).

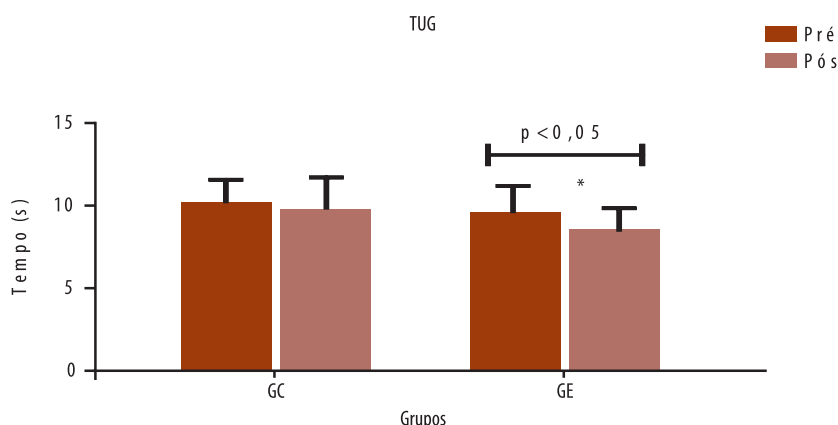


Figura 1. Escores (+ - desvio padrão) do teste TUG antes (PRE) e após (POS) o período de treinamento para grupo experimental (GE) e controle (GC).

Avaliação de TINETTI

Na comparação intragrupos e intergrupos do GC não houve diferença ($p > 0,05$; ES=0,38) dos componentes relacionados ao equilíbrio após o período de treinamento, entretanto, observa-se que, no GE, houve aumento após o período de treinamento. A avaliação da marcha do teste de Tinetti no pré e pós período de intervenção demonstrou que houve melhora no GE ($p < 0,05$; ES=1,51). Nos resultados obtidos na avaliação do Tinetti somando-se os escores do equilíbrio e marcha, observou-se melhora ($p < 0,05$; ES=1,39) no GE que passou de 23,5 pontos para 25,5 pontos no pós intervenção, ou seja, de risco moderado a baixo risco de quedas. Os dados do teste de Tinetti encontram-se na Tabela 1.

Parâmetros Morfológicos Musculares - Ultrassonografia

Os grupos eram homogêneos antes do período de treinamento (PRE). O vasto lateral apresentou aumento médio de 3.6 mm do comprimento do fascículo após o treinamento para o GE, quando em estado de relaxamento

($p < 0,05$; $ES = 1,15$). Durante a contração isométrica, observaram-se ganhos médios no comprimento do vasto lateral de 4,9 mm para o GE ($p < 0,05$; $ES = 1,94$), os quais não foram significativos para o GC ($p > 0,05$; $ES = 0,02$). A FIGURA 2 apresenta as alterações nas condições isométrica e relaxamento dos grupos GE e GC.

Tabela 1. Escores (+ - desvio padrão) da avaliação de Tinetti antes (PRE) e após (POS) o período de treinamento para grupo experimental (GE) e controle (GC).

VARIÁVEL (pontos)	GC			GE		
	PRE	POS	$\Delta\%$	PRE	POS	$\Delta\%$
TINETTI equilíbrio	13,91 \pm 2,12	13,82 \pm 1,78	1	13,58 \pm 0,90	14,08 \pm 1,24	4
TINETTI marcha	10,45 \pm 1,44	10,55 \pm 1,04	1	9,92 \pm 1,31	11,42 \pm 0,67 ^a	15
TINETTI total	24,36 \pm 2,69	24,36 \pm 1,86	0	23,50 \pm 1,88	25,50 \pm 1,00 ^a	9

^a diferenças ($p < 0,05$) entre as condições (PRE e POS) no grupo experimental.

^b diferenças ($p < 0,05$) entre os grupos (experimental e controle) na condição POS.

$\Delta\%$ variação percentual

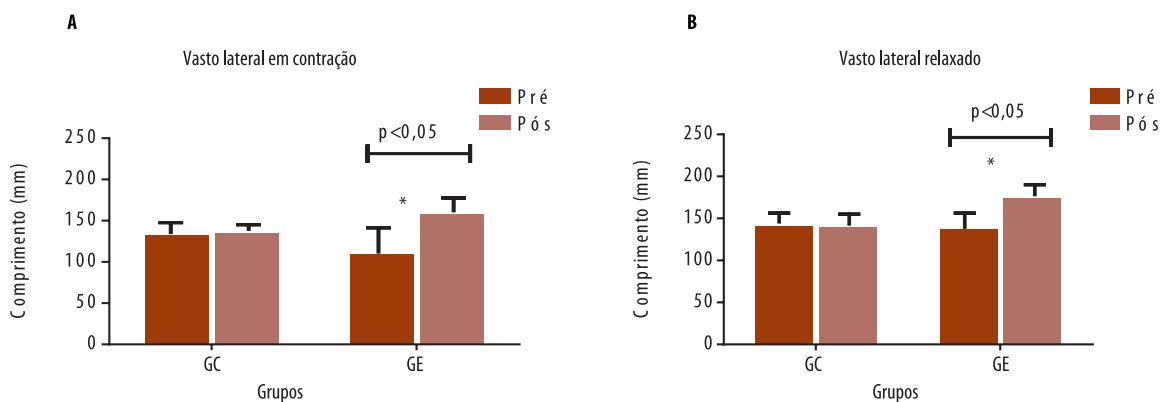


Figura 2. Comprimento do fascículo do músculo vasto lateral em contração isométrica (painel esquerdo - A) e em relaxamento (painel direito B).

O ângulo de penação do músculo vasto lateral, na condição relaxada, apresentou um aumento de 16% no GE ($p < 0,05$; $ES = 0,70$) e uma redução de 1% no GC ($p > 0,05$; $ES = 0,05$). Durante a contração isométrica, observou-se um aumento de 12% no GE ($p < 0,05$; $ES = 0,50$), enquanto o grupo controle permaneceu inalterado ($p > 0,05$; $ES = 0,01$). A Figura 3 apresenta os resultados dos grupos experimentais antes (PRE) e após (POS) o treinamento.

Houve um aumento ($p < 0,05$; $EF = 0,52$) de 8% na espessura do músculo relaxado do grupo experimental. No grupo controle, houve uma redução ($p > 0,05$; $EF = 0,08$) de 1% na mesma variável. Durante a contração isométrica, houve um aumento ($p < 0,05$; $EF = 0,43$) de 9% na espessura do músculo contraído do grupo experimental após o período de treinamento. O grupo controle não teve nenhuma variação percentual estatisticamente significativa ($p > 0,05$; $EF = 0,03$) entre a condição pré e pós. A figura 4 apresenta os resultados dos grupos experimentais antes (PRE) e após (POS) o treinamento.

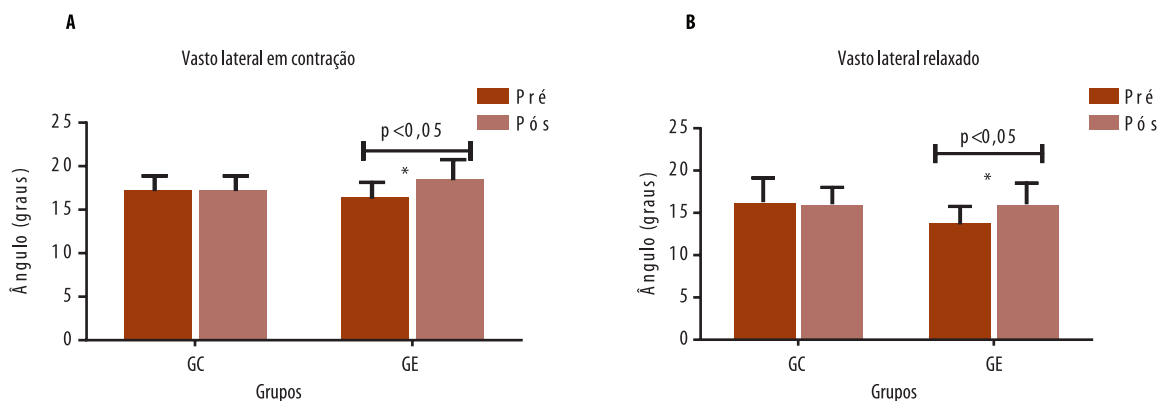


Figura 3. Comprimento médio (\pm desvio padrão) do ângulo de penação do vasto lateral em contração isométrica (painel esquerdo -A) e em relaxamento (painel direito -B) dos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes (PRE) e após (POS) o período de treinamento.

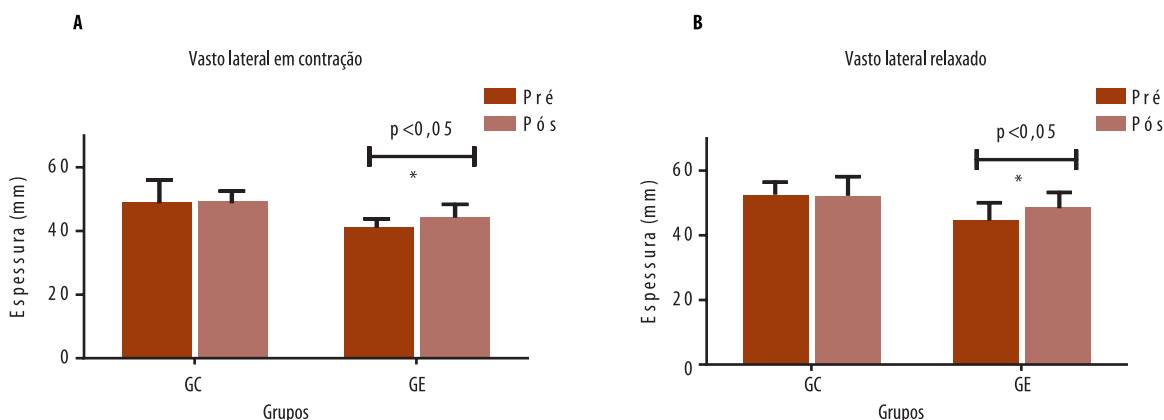


Figura 4. Comprimento médio (\pm desvio padrão) da espessura muscular em contração isométrica (painel esquerdo -A) e em relaxamento (painel direito -B) dos grupos experimental (GE) e controle (GC) antes (PRE) e após (POS) o período de treinamento.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram que o treinamento isométrico com a utilização de posturas sustentadas do Método Isostretching promoveu adaptações na arquitetura muscular do músculo vasto lateral e melhorias na capacidade funcional e no equilíbrio em idosas.

O comprimento das fibras do músculo esquelético é um importante determinante das suas propriedades contráteis, fibras mais longas tendem a trabalhar em faixas de maior comprimento muscular e prover maior velocidade de encurtamento^{4,7,9,25}.

Os resultados mostraram que após 12 semanas de treinamento com o método Isostretching, o comprimento do fascículo do vasto lateral no GE aumentou, em média, 27% relaxado e 45% em contração isométrica sub-máxima. Os achados foram maiores do que os descritos por Reeves et al.²⁶, que compararam os efeitos de duas modalidades de treinamento resistido durante 10 semanas, no excêntrico, o aumento foi de 20% e concêntrico, de 8% no comprimento do fascículo do vasto lateral de idosos. Tais diferenças podem ser atribuídas ao estresse mecânico e ao grau de estiramento imposto sobre o músculo²⁶, os quais podem ter sido potencializados na maior tensão gerada nas contrações em diversos pontos do arco do movimento. De fato,

é bastante conhecido que a tensão gerada numa contração isométrica é maior do que a concêntrica e excêntrica²⁶.

O aumento do ângulo de penação de 16% com o músculo relaxado e 12 % contraído, se assemelham aos achados de Blazevicz et al.²⁷ que após 10 semanas de treinamento resistido em jovens, o aumento foi de 17,9 %. Porém, menores aos encontrados por Narici²⁶, 35% de aumento no treinamento concêntrico e 5% no excêntrico em idosos e de Suetta et al.²⁸ 22% nos exercícios resistidos para o vasto lateral. Lee²⁰ descreve em seu estudo um aumento de 4° no ângulo de penação do gastrocnêmio medial após 10 semanas de trabalho isométrico por meio da eletroestimulação. O incremento no ângulo de penação determina adição de sarcômeros em paralelo pelo aumento da área de secção transversa fisiológica (PCSA) e pode ser considerado como uma estratégia de aumento da capacidade contrátil muscular²⁶.

Alterações na espessura do vasto lateral foram observadas após o treinamento. Houve um aumento de 8% com o músculo relaxado e 9% em contração isométrica submáxima. Estes valores foram menores do que os encontrados por Reeves et al.²⁶, que nas duas modalidades de treinamento obtiveram 12% de aumento. Suetta et al.²⁸, descrevem 14,8% de aumento no vasto lateral, após 12 semanas de treinamento resistidos em idosos, porém, nestes estudos, resistências adicionais foram utilizadas. Apesar dos nossos achados serem semelhantes aos de Seynnes e Narici²⁹, 7 % e Alegre et al.⁹, 6,9% de aumento da espessura do vasto lateral, estes resultados foram descritos em adultos jovens após treinamento de resistência leve a moderada.

A espessura é um dos parâmetros associados ao número de sarcômeros em paralelo, o que significa dizer que a maior espessura muscular representa maior capacidade de produção de força³⁰. Embora a medição da espessura do músculo forneça uma indicação relativamente local de alterações no tamanho do músculo, tem mostrado ser um bom preditor de volume muscular do quadríceps^{26,27,29}.

Nenhum estudo anterior avaliou os efeitos do método Isostretching sobre a arquitetura muscular. No entanto, a especificidade das adaptações musculares decorrentes do treinamento pelo isostretching é consistente com estudos anteriores que observaram os efeitos do treinamento isométrico em jovens e idosos^{11,18,19}. Portanto, estes achados confirmam que programas que utilizam contrações isométricas leves a moderadas podem prover importantes alterações nos parâmetros morfológicos musculares que influenciam a capacidade contrátil muscular.

Os déficits de força e potência muscular dificultam a capacidade de idosos em completar determinados movimentos funcionais que interferem nas atividades de vida diária. Melhorias na capacidade contrátil muscular têm sido apontadas como importantes no aprimoramento da capacidade funcional^{5,10,26}.

Nos testes funcionais que dependem da capacidade contrátil, houve melhora de 11% no desempenho do teste de TUGT. No teste de Tinetti, nos itens relacionados à marcha, a melhora foi de 15% e equilíbrio 4%. Resulta-

dos semelhantes foram descritos com a utilização do mesmo protocolo de treinamento para idosos por Sanglard et al.²¹ e Carvalho e Assini²² quanto ao equilíbrio, marcha e capacidade funcional.

As melhoras significativas no desempenho dos testes funcionais, principalmente, pelo aumento da velocidade da marcha, demonstram uma maior agilidade no desenvolvimento da tarefa e podem ser atribuídos ao aumento da força muscular. As adaptações na arquitetura muscular observadas pelo aumento da espessura, ângulo de penação e comprimento do fascículo determinam melhora na geração de força e velocidade de contração.

Como limitação do estudo, a amostra apresentava elevado escore do IPAQ, e podem ter os resultados do estudo minimizados, uma vez que os efeitos de programas de atividade física tendem a ser maiores em sujeitos menos condicionados. Assim, as melhorias nos parâmetros morfológicos musculares, no equilíbrio e marcha poderiam ser mais expressivas em amostras compostas por sedentários e/ou fisicamente menos ativos.

CONCLUSÃO

O treinamento isométrico por meio de posturas sustentadas do Método Isostretching de intensidade leve a moderada, promoveu aumento do comprimento do fascículo, ângulo de penação e espessura muscular. Estas melhorias na capacidade contrátil podem ter sido determinantes no aprimoramento das capacidades funcionais^{26,29}

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ratanen T, Guralnik J, Sakari-Rantala R, Leveille S, Simonsick E, Ling S, Fried L. Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the women's health and ageing study. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:130-5.
2. Giné-Garriga M, Guerra M, Manini TM, Mari-Dell'Olmo M, Pagès E, Unnithan V B. Measuring balance, lower extremity strength and gait in the elderly: Construct validation of an instrument. *Arch Gerontol Geriatr* 2010;51:199-204.
3. Katsiaras A, Newman AB, Kriska A, Brach J, Krishnaswami S, Feingold E, et al. Skeletal muscle fatigue, strength, and quality in the elderly: the Health ABC Study. *J Appl Physiol* 2005;99:210-6.
4. Aagaard P, Magnusson PS, Larsson B, Kjaer M, Krstrup P. Mechanical muscle function, morphology, and fiber type in lifelong trained elderly. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1989-96.
5. Barry BK, Carson RG. The consequences of resistance training for movement control in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59A(7):730-54.
6. Narici MV, Manganaris CN. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *J Anat* 2006;208:433-43.
7. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol* 2004;91:450-72.
8. Narici MV, Manganaris CN. Plasticity of the Muscle-Tendon Complex With Disuse and Aging. *Exerc Sports Sci Rev* 2007;35(3):126-34.
9. Alegre LM, Jimenez F, Gonzalo-Orden M, Martin-Acero R, Aguado X. Effects of dynamic resistance training on fascicle length and isometric strength. *J Sports Sci* 2006;24(5):501-8.

10. Aagaard P, Andersen JL, Dyhre-Poulsen P, Leffers AM, Wagner A, Magnusson SP, et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: Changes in muscle architecture. *J Physiol* 2001;15:613-23.
11. Kanehisa H, Nagareda H, Kawakami Y, Akima H, Masani K, Kouzaki M. Effects of equivolume isometric training programs comprising medium or high resistance on muscle size and strength. *Eur J Appl Physiol* 2002;87:112-9.
12. Kubo K, Kanehisa H, Azuma K, Ishizu M, Kuno SY, Okada M, et al. Muscle architectural characteristics in women aged 20-79 years. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(1):39-44.
13. Steib S, Schoene D, Pfeifer K. Dose-Response Relationship of Resistance Training in Older Adults: A Meta-Analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(5):902-14.
14. Hazzel T, Kenko K, Jakobi J. Functional benefit of power training for older adults. *J Aging Physiol Act* 2007;15(3):349-59.
15. Orr R, Vos NJ, Singh NA, Ross DA, Stravinos TM, Fiatarone-Singh MA. Power training improves balance in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006;61A(1):78-85.
16. Pruitt LA, Taaffe DR, Marcus R. Effects of a one-year high-intensity versus low-intensity resistance training program on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res* 1995;10:1788-95.
17. Hortobagyi T, Tunnel D, Moody J, Beam S, DeVita P. Low- or high intensity strength training partially restores impaired quadriceps force accuracy and steadiness in aged adults. *J Gerontol Biol Sci* 2001;56A:B38-B47.
18. Kubiak RJ, Whitman KM, Johnston Rm. Changes in quadriceps femoris muscle strength using isometric exercise versus electrical stimulation. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987;8(11):537-41.
19. Kubo K, Ikebukuro T, Yaeshimo K, Yata H, Tsunoda N, Kanehisa H. Effects of static and dynamic training on the stiffness on the blood volume of tendon in vivo. *J Appl Physiol* 2009;106:412-7.
20. Lee JW, Yoon SW. The effects of neuromuscular electrical stimulation on skeletal muscle architecture and qualitative proprieties in vivo. *International journal of Contents* 2009;5(4):35-9.
21. Sanglard RCF, Pereira JS, Henriques GRP, Gonçalves GB. A influência do isostretching nas alterações do equilíbrio em idosos. *Rev Bras Ciênc Mov* 2007;15(2):63-71.
22. Carvalho AR, Assini TCKA. Aprimoramento da capacidade funcional em idosos submetidos a uma intervenção por isostretching. *Rev Bras Fisioter* 2008;12(4):268-73.
23. Benedetti TRB, Mazo GZ, Barros MV. Aplicação do Questionário Internacional de Atividade Física para avaliação do nível de atividades físicas de mulheres idosas: validade concorrente e reprodutibilidade teste/reteste. *Rev Bras Ciênc Mov* 2004;12(1):25-33.
24. Bohannon R W. Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther* 2006;29(2):64-8.
25. Mairet S, Maisseti O, Portero P. Homogeneity and reproducibility of in vivo fascicle length and pennation determined by ultrasonography in human vastus lateralis muscle. *Science & Sports* 2006;21:268-72.
26. Reeves ND, Maganaris CN, Longo S, Narici MV. Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans. *Exp Physiol* 2009;94(7):825-33.
27. Blazeovich AJ, Cannavan D, Coleman DR, Horne S. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *J Appl Physiol* 2007;103:1565-75.
28. Suetta C, Andersen JL, Dalgas U, Berget J, Koskinen S, Aagaard P, et al. Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients. *J Appl Physiol* 2008;105:180-6.

29. Seynnes OR, Boer M, Narici MV. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol* 2007;102:368-73.
30. Degens H, Erskine RM, Morse CI. Disproportionate changes in skeletal muscle strength and size with resistance training and ageing. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2009; 106: 412-7.

Endereço para correspondência

Christina Cruz Cepeda
Universidade Positivo.
Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de
Souza, 5.300
Campo Comprido
81280-330 - Curitiba, PR - Brasil
E-mail: christina.cepada@up.com.br