

Rev Bras Fisiol Exerc 2018;17(4):214-22

doi: [10.33233/rbfe.v17i4.2761](https://doi.org/10.33233/rbfe.v17i4.2761)

ARTIGO ORIGINAL

Influência do alongamento passivo dos músculos antagonistas no treinamento de força nas respostas neurais e na força isométrica máxima em mulheres jovens destreinadas
Influence of passive stretching of antagonist muscles in strength training in neural answers and maximum isometric strength in untrained young women

Igor Ferreira Nunes*, Jefferson Fernando Coelho Rodrigues Júnior*, Antônio Carlos Leal Cortez**, Glauber Castelo Branco Silva***, Vânia Silva Macedo Orsano, D.Sc.****

*Graduado em Licenciatura em Educação Física pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), **Centro Universitário Santo Agostinho UNIFSA, Teresina PI, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Enfermagem e Biociências (PPgEnfBio), Doutorado da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro UNIRIO/RJ, Bolsista Demanda Social CAPES, Fisiologista da Confederação Brasileira de Atletismo CBAf, ***Universidade Estadual do Piauí, Campus Barros Araújo, Picos PI, Universidade Católica de Brasília, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu (Doutorado) em Educação Física, Brasília DF, ****Graduada em Bacharelado e Licenciatura em Educação Física pela Universidade Estadual do Piauí (UFPI), Docente do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina PI

Recebido em 13 de setembro de 2019; aceito em 20 de dezembro de 2018.

Endereço para correspondência: Jefferson Fernando Coelho Rodrigues Júnior, Quadra 78, Casa 1 Dirceu 1, 64077-240 Teresina PI, E-mail: jefferssonfernando@hotmail.com; Igor Ferreira Nunes: igornunes101@hotmail.com; Antônio Carlos Leal Cortez: antoniocarloscortez@hotmail.com; Glauber Castelo Branco Silva: glaubercastelobsilva@hotmail.com; Vânia Silva Macedo Orsano: vania.orsano@hotmail.com

Resumo

Objetivou-se investigar a influência do alongamento passivo dos músculos antagonistas previamente ao treinamento de força muscular, nas adaptações neurais e de força isométrica máxima. Onze mulheres jovens sem experiência em treinamento de força ($24 \pm 1,61$ anos) realizaram avaliação antropométrica, corporal, eletromiográfica e isométrica máxima, depois foram submetidas a um programa de treinamento de força muscular, de seis semanas, com cargas de treino a 60%, 70%, 80% e 90% de 10 RM, com protocolos diferenciados: um grupo com treinamento de força tradicional (GTFT), um grupo de treinamento de força com alongamento passivo do antagonista (GTFc/A) e um grupo controle. Na semana seguinte do final da intervenção as voluntárias foram reavaliadas com os mesmos testes do início do estudo. Quando comparado os níveis de atividade elétrica e força isométrica máxima entre desempenho inicial com o desempenho final, o GTFT mostrou maiores resultados no pico de ação máxima em relação aos demais, tratando-se da força isométrica máxima. O grupo de treinamento de força com alongamento (GTFc/A) também apresentou maiores resultados após a intervenção, porém de maneira não significativa. Na atividade elétrica muscular não houve mudanças significativas. O alongamento passivo dos músculos antagonistas previamente aos exercícios de força, durante seis semanas, não influencia negativamente, nem de forma positiva o desempenho da força máxima, no entanto os resultados mostraram uma tendência para uma influência positiva, sendo necessários outros estudos, com maior amostra, que confirmem estes resultados.

Palavras-chave: força muscular; mulheres; treinamento de resistência.

Abstract

The aim of this study was to investigate the influence of the passive stretching of the antagonist muscles previously of muscle strength training in neural adaptations and maximal isometric strength. Eleven young women with no strength training experience (24 ± 1.61 years) underwent anthropometric, body, electromyography and maximal isometric evaluation, after

which they underwent a six-week muscle strength training program with training loads at 60%, 70%, 80% and 90% of 10 RM, with differentiated protocols: a group with traditional strength training (GTFT), a force training group with passive stretching of the antagonist (GTFc/A) and a group Control (GC). In the week after the end of the intervention as volunteers they were reevaluated with the same tests at the beginning of the study. When comparing the levels of electrical activity and maximum isometric force between initial performance and final performance, the GTFT showed higher results at the peak of maximum action in relation to the rest, considering the maximum isometric force. The strength training group with stretching (GTFc/A) also showed higher results after an intervention, but not significantly. There were no significant changes in muscle electrical activity. The passive stretching of the antagonist muscles prior to the force exercises during six weeks did not influence negatively, either positively or maximally, but the results showed a tendency for a positive influence, new studies are need, with larger sample, to confirm these results.

Keywords: muscular strength; women; endurance training.

Introdução

Estudos evidenciam os benefícios da prática de atividade física para a saúde e qualidade de vida de pessoas de todas as idades [1]. O nível de atividade física e a prevalência de sedentarismo são estudados em vários grupos como crianças, adolescentes, adultos, idosos e portadores de patologias crônico-degenerativas [2,3]. A atividade física surge como uma estratégia de baixo custo, acessível, eficiente e não medicamentosa para ajudar e manter o indivíduo saudável [4].

Atualmente, os benefícios do exercício de força têm sido demonstrados na literatura [4]. Esses exercícios são caracterizados por contrações voluntárias da musculatura esquelética, em que um segmento corporal específico desempenha ação contra alguma resistência externa [5]. O treinamento de força (TF) ou resistido é um dos métodos mais efetivos, pois proporciona a melhoria do desempenho esportivo, desenvolve capacidades físicas como velocidade, força, hipertrofia, potência, desempenho motor, resistência de força, coordenação e equilíbrio [6], além da melhoria na saúde [4]. De acordo com o *American College of Sports Medicine* [7], os protocolos, métodos e sistemas de treinamento do TF são estruturados de acordo com número de repetições, carga, intensidade e intervalo de exercício.

Os mecanismos de adaptação neural ao movimento e a hipertrofia do músculo são os principais responsáveis pelo desenvolvimento da força muscular. A primeira, atuando de maneira mais significativa na fase inicial do treinamento de força, enquanto a segunda, após um período capaz de gerar adaptações morfológicas ao músculo treinado. Dessa forma, o potencial de força neural tende a diminuir ao longo do período de treinamento, sendo necessário otimizar as adaptações neurais ao longo do treinamento de força [5].

Diversas modalidades de treinamento de força foram testadas com o intuito de potencializar os ganhos obtidos na fase inicial dos programas de TF, dentre esses, foram encontrados programas que priorizavam a realização de ações concêntricas, isométricas, combinadas (concêntricas/excêntricas) e ações excêntricas isoladas. Dentre essas, as ações excêntricas isoladas e as combinadas (concêntricas/excêntricas) foram as que demonstraram maior eficiência tanto no ganho de força como na hipertrofia muscular [8-9].

Segundo Ramos, Santos e Gonçalves [10], a força gerada pela contração muscular está associada à quantidade de pontes cruzadas entre os filamentos de actina e miosina no interior dos sarcômeros. Nesse sentido, alterações estruturais no comprimento do sarcômero da fibra muscular, em toda sua extensão, podem diminuir a capacidade de gerar tensão máxima, estando principalmente associada à condição de encurtamento muscular [10].

Nesse contexto, o alongamento entra como um exercício capaz de melhorar a mobilidade dos tecidos moles promovendo o aumento do comprimento das estruturas que sofreram encurtamento adaptativo [11]. De acordo com Rispler [12], a força que um músculo desenvolve é maior quando este atinge um “comprimento ótimo” durante uma contração. Segundo o mesmo autor, essa posição é capaz de ativar todas as possíveis pontes cruzadas entre actina e miosina ao longo do sarcômero [12].

No entanto, Bacurau *et al.* [13] descreveram que os efeitos agudos positivos da execução do alongamento muscular (AM) antes da realização de testes de força muscular ainda não estão bem elucidados, por esses demonstrarem resultados divergentes. O AM antes do início de uma sessão de treinamento tem sido utilizado por atletas de diversas modalidades

esportivas e por praticantes do TF, com a hipótese de redução do risco de lesões musculares e articulares, e forma de aquecimento.

Alguns estudos demonstraram que o AM realizado imediatamente antes dos testes de força pode gerar uma redução da capacidade de gerar força e potência [13,14], porém outros estudos não demonstraram diferenças significativas com o tempo de AM, igualou inferior a 30 segundos [15-17]. Em seu estudo Marchand *et al.* [18] afirmaram que o alongamento tende a recuperar satisfatoriamente os níveis de mobilidade articular, reduzindo tensões musculares e resultando na melhoria da mecânica articular, sendo a flexibilidade tão importante para atletas como para pessoas sedentárias, a amplitude articular limitada poderá comprometer o desempenho esportivo ou atividades diárias.

Estudos envolvendo alongamento pós-exercício têm sido desenvolvidos nas últimas cinco décadas, porém, muitos ainda, com resultados distintos [19]. Resultados positivos após prática de alongamento foram observados utilizando-se as técnicas de alongamento estático passivo, dinâmico ou por facilitação neuromuscular proprioceptiva [20]. Dentre as técnicas verificadas, o alongamento estático ativo têm sido o menos utilizado nas pesquisas, tendo os demais tipos de alongamento maior atenção nas pesquisas sobre o tema [21]. De acordo com Goldspink [22], o alongamento ativo excêntrico (antagonista) tem sido um dos mais indicados para promover o alongamento muscular, pois, além de estimular a adaptação no comprimento muscular, aumenta sua flexibilidade, pode promover alterações na geração de força.

Assim, diante da possibilidade de melhora da força muscular a partir da utilização do alongamento, a presente pesquisa avaliou a influência do alongamento passivo dos músculos antagonistas, previamente ao treinamento de força muscular nas adaptações neurais e de força isométrica máxima, em mulheres jovens sem experiência em treinamento de força.

Material e métodos

Desenho de estudo e amostra

Trata-se de um estudo descritivo experimental, realizado na cidade de Teresina PI, onde foram avaliadas jovens mulheres com idade entre 20 e 30 anos, sem experiência com o treinamento de força ou métodos de alongamentos e nenhuma patologia crônica ou lesão que impedisse a execução do exercício ou treinamento.

Assim, participaram da pesquisa 14 mulheres distribuídas de maneira randomizada nos seguintes grupos: 5 jovens no grupo controle (GC), 4 jovens no grupo de treinamento de força tradicional sem alongamento (GTPT) e 5 no grupo de treinamento de força com alongamento passivo nos antagonistas (GTPc/A).

No decorrer da pesquisa, foi observada a desistência de três voluntárias (duas do GC e uma do GTPT). Desta forma, o número de participantes foi reduzido a 11 mulheres, com uma redistribuição aleatória aos grupos: 3 participantes (idade $25 \pm 1,528$ anos no GC, 4 participantes (idade $24 \pm 1,732$ anos) no GTPT e 4 participantes (idade $24 \pm 1,826$ anos) no GTPc/A.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, respeitando os preceitos para realização de pesquisa com seres humanos, prevista na resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Tendo sido registrado com nº 57085116.0.0000.5214 e parecer nº 1.755.835. As participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido contendo todos os critérios de voluntariedade para o estudo.

Procedimentos de coletas de dados

Inicialmente, as voluntárias responderam o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), no qual foram selecionadas de acordo com os critérios de inclusão.

A formação dos grupos de experimento ocorreu de forma randomizada, por meio de sorteio, direcionando as voluntárias aos respectivos grupos, sendo: 1) controle (GC) nenhum tipo de exercício físico; 2) grupo treinamento de força tradicional, isto é, sem alongamento prévio aos exercícios (GTFT) e 3) grupo treinamento de força com alongamento dos músculos antagonistas (GTFc/A).

Análise da composição corporal

Para a avaliação da composição corporal foi utilizada uma balança de bioimpedância marca *InBody 120 Biospace, Inc.* [USA], para análise dos dados de massa corporal, massa muscular esquelética, massa gorda, índice de massa corporal, circunferência da cintura e percentual de gordura subcutânea e visceral. Previamente as participantes foram orientadas a seguir todas as recomendações da balança, sendo instruídas a não consumir quantidades excessivas nem reduzidas de água, não fazer uso de diuréticos, bebidas alcoólicas, chás, efervescentes, energéticos ou bebidas a base de cafeína, sendo proibida também a prática de exercícios físicos em um período de 12 horas e de alimentação de 2 a 3 horas precedentes a avaliação. Todas as mulheres foram avaliadas no meio do ciclo menstrual, devido ser o período de menor retenção hídrica.

Protocolo do teste de 10 repetições máximas

Para determinação das 10 RM foi utilizado o protocolo proposto por 23. Beachle *et al.* [23], sendo a carga inicial estimada de acordo com o peso utilizado nas sessões de familiarização do treinamento de cada indivíduo. O teste foi interrompido no momento em que os avaliados executavam o movimento com a técnica incorreta e/ou quando ocorreram falhas concêntricas voluntárias em 10 RM.

Os sujeitos realizaram aquecimento específico em cada exercício, após intervalo de dois minutos iniciaram as tentativas do teste de 10 RM. Obtida a carga no respectivo exercício, três minutos de repouso foram concedidos entre os exercícios. O aquecimento específico consistiu em uma série de 20 repetições, a 50% da carga de 10 RM, estimulando a quilagem de treino dos indivíduos.

Durante o teste foi adotada cadencia (2-3 segundos) concêntrica, excêntrica. Foi realizado um teste para exercício que seria realizado nas sessões de treino. As sessões para ambos os grupos experimentais foram constituídas por dez exercícios: supino reto com barra, *leg-press* 45°, puxador frontal, cadeira extensora, desenvolvimento máquina, mesa flexora, extensão dos cotovelos, flexão plantar em pé, flexão do cotovelo com barra livre e tibial anterior (dorso flexão) no *leg-press* 180°. Os exercícios foram realizados na academia de musculação do Departamento de Educação Física – DEF/UFPI em Teresina/PI, utilizando-se de aparelhos da marca *Physicus*. As participantes foram convidadas após o intervalo de 48-72 horas, para realização do re-teste, visando garantir a reprodutibilidade da medida.

Programas de intervenção (treinamento de força)

Foram realizados treinamentos de força tradicional (TFT) e de força com alongamento (TFc/A) passivo, desenvolvidos nos músculos antagonistas aos acionados durante o exercício. Os alongamentos perfaziam uma duração de 40 segundos, sendo realizados sempre antes da série de exercícios, sendo acrescentando 1 minuto de intervalo, após o alongamento entre uma série e outra de exercícios. Enquanto no TFT foram realizados intervalos de 1 minuto entre uma série e outra de exercícios.

A intervenção teve duração de seis semanas, seguindo o seguinte protocolo de 3 sessões de treinos semanais, composto por um aquecimento de 10 minutos na bicicleta ergométrica e exercícios de membro superior e inferior, a saber: puxador frente, supino reto, com halteres, rosca direta, tríceps na polia, *legpress* 45°, cadeira extensora, stiff e cadeira flexora. Os exercícios foram agrupados de acordo com a organização antero-posterior, ou seja, agonista-antagonista, realizados em 2 séries de 10 repetições e intervalo de 1 min. A progressão da carga foi mediada por aumentos progressivos de 10% das 10 RM, na 1ª semana a carga de treino foi de 60% de 10 RM, na 2ª semana 70% de 10 RM, 3ª e 4ª semana com 80% de 10 RM, 5ª e 6ª semana com 90% de 10 RM. A cada transição, foram realizadas reavaliações das 10 RM, a fim de adequar a carga de trabalho.

Eletromiografia (EMGs) e força isométrica máxima (FIM)

As EMGs foram realizadas antes e após a intervenção do TF, utilizando-se de uma cadeira extensora isocinética de marca *Medisa*. As voluntárias tomaram assento, para adequação da máquina ao exercício pelo pesquisador. A célula de carga foi colocada no apoio dos pés, e a máquina ajustada alinhando-se o ponto de articulação da máquina, com o ponto da articulação do joelho da voluntária. As participantes foram orientadas a realizar uma contração máxima, com duração de 5 segundos, a fim de mensurar a força isométrica máxima. O teste seguiu o protocolo de 3 tentativas de 5 cinco segundos de contração, com intervalo de 5 segundos sem movimento.

Os sinais da EMG de superfície foram registrados no músculo vasto lateral/ reto femoral (VL/RF) dos membros inferiores, tanto do membro dominante quanto do não dominante utilizando pares de eletrodos de superfície Ag-AgCl (área de condutividade 28 mm² – Hal, São Paulo, SP, Brasil) com 200-mm de distância entre os eletrodos. De maneira cuidadosa, a preparação da pele (raspagem, limpeza com álcool em gel antisséptico para reduzir a impedância), os pares de eletrodos foram posicionados sobre os respectivos músculos. Os sinais de EMG de superfície foram amplificados em derivações bipolares (amplificador de EMG, sistema EMG, São José dos Campos/SP, Brasil), filtro passa-faixa (largura de banda -3 dB, 20-500 Hz), representados em 2048 amostras/s, e convertidos em dados digitais por uma placa conversora A/D de 12-bit.

Análise estatística

Inicialmente os resultados obtidos nos testes foram transformados em dados numéricos por meio do software *Miotex Suite*, obtendo-se a Raiz Quadrada da Média (RMS) em microvolts (μ V) e a Força Isométrica Máxima (KgF). Foram utilizadas estatísticas descritivas de média, desvio padrão e variância, teste de normalidade de Shapiro-Wilk, teste de Mann-Whitney para comparação dos momentos pré e pós de cada grupo, e o teste de Kruskal-Wallis para comparação dos dados entre os grupos com nível de significância de $p < 0,05$. Para tanto, utilizou-se do pacote estatístico SPSS nº22 para o Windows.

Resultados

A antropometria e a composição corporal dos grupos (GC, GTFT E GTF c/A) são caracterizadas em média \pm desvio na tabela I.

Tabela I - Caracterização antropométrica das amostras por grupo

Variáveis	GC	GTFT	GTfC/A
Idade	25 \pm 1,528 anos	24 \pm 1,732 anos	24 \pm 1,826 anos
Estatura	163 \pm 6,14 cm	159 \pm 4,05 cm	161 \pm 4,73 m
Massa Corporal	49 \pm 4,784 kg	58 \pm 4,041 kg	51 \pm 1,947 kg
Massa Muscular Esquelética	19,4 \pm 1,79 kg	22,75 \pm 4,65 kg	21,15 \pm 1,823 kg
Massa Gorda	9,9 \pm 3,580 kg	17,35 \pm 3,419 kg	13,35 \pm 1,961 kg
IMC	19,9 \pm 1,122	22,7 \pm 2,170	20,55 \pm 0,780
% Gordura subcutânea	19,9 \pm 5,771%	28,6 \pm 3,363%	25,35 \pm 4,137%
% Gordura visceral	3,3 \pm 1,155%	6,5 \pm 2,380%	5,0 \pm 0,816%
Circunferência da cintura	68,5 \pm 0,70 cm	67 \pm 2,51 cm	72 \pm 3,16 cm

GC = grupo controle, GTFT = grupo treinamento de força tradicional, GTF c/A = grupo treinamento de força com alongamento dos músculos antagonistas; kg: kilogramas; cm: centímetros

Na tabela II, apresenta-se o pico máximo de ação dos sinais RMS e FIM comparando o GC, GTFT, GTfC/A, em ambas as pernas dos grupos envolvidos.

Tabela II - Dados comparativos do pico de ação da RMS (μV) e FIM (KgF) pré e pós intervenção

Perna/FIM	GC(Pré)	GC(Pós)	GTFT(Pré)	GTFT(Pós)	GTFc/A(Pré)	GTFc/A(Pós)
PD (μV)	287,51	301,24	302,49	298,85	352,29	372,15
PE (μV)	193,16	29,09	338,90	292,31	336,54	346,31
FIM(KgF)	54,02	61,52	87,83	101,72*† π	73,24	80,35

Análise comparativa referente ao sinal do pico de ação da RMS e FIM entre o grupo controle(GC), Grupo de treinamento de força tradicional (GTFT), Grupo de treinamento de força com alongamento (GTFc/A) onde, PD = Perna Direita; PE = Perna esquerda; μV = Microvolts; KgF = quilogramas de força; *Diferença significativa ($p < 0,05$) entre GTFT Pós e Pré-intervenção

Foram observadas diferenças significativas entre a pré-intervenção 87,83 kgF e pós 101,72 kgF no grupo GTFT, bem como entre GTFT pós 101,72 kgF e GC pós 61,52 kgF e GTFT pós 101,72 kgF e GTFc/A pré 73,24 kgF.

De forma similar a realização do teste de pico de ação, a média de ação também foi mensurada. Essa corresponde à média dos disparos elétricos e da força máxima durante o período de contração, no qual foram comparando os GC, GTFT, GTFc/A nas variáveis RMS e FIM (tabela III).

Tabela III - Dados comparativos da média de ação da RMS (μV) e FIM (KgF) pré e pós-intervenção

Perna/FIM	GC(Pré)	GC(Pós)	GTFT (Pré)	GTFT (Pós)	GTFc/A (Pré)	GTFc/A (Pós)
PD (μV)	128,83	160,82	179,02	177,14	251,15	222,49
PE (μV)	85,47	136,21	184,58	178,06	213,69	225,28
FIM (KgF)	33,87	43,65	64,69	79,34*† π	58,93	64,48†

Análise comparativa referente ao sinal da média de ação da RMS e FIM entre o grupo controle (GC), Grupo de treinamento de força tradicional (GTFT), Grupo de treinamento de força com alongamento (GTFc/A) onde, PD= Perna Direita; PE = Perna esquerda; μV = Microvolts;KgF = quilogramas de força.*Diferença significativa ($p < 0,05$) entre GTFT pós e pré; †Diferença significativa ($p < 0,05$) entre GTFc/A (pós) e GC (pré); †Diferença significativa ($p < 0,05$) entre GTFT (pós) e GC (pré); π Diferença significativa ($p < 0,05$) entre GTFT (pós) e GC (pós)

Foi observada uma diferença estatística entre GTFT pós 79,34 kgF e pré 64,69 kgF,entre GTFc/A pós (64,48 kgF) e GC pré(33,87 kgF), entre GTFT pós 79,34 kgF e GC pré33,87 kgF, entre GTFT pós 79,34 kgF e GC pós 43,65 kgF.

Discussão

O estudo teve como intuito investigar a influência do alongamento passivo dos músculos antagonistas, previamente ao treinamento de força muscular nas adaptações neurais e de força isométrica máxima, em mulheres jovens sem experiência em treinamento de força. Os resultados demonstraram não ocorrer alterações relevantes nos sinais elétricos musculares (RMS) de pico e de média. A atividade elétrica entre as duas pernas direita e esquerda obteve desempenhos próximos em ambos os protocolos, tanto no treinamento de força tradicional GTFT como no treinamento de força com alongamento GTFc/A.

Quanto aos resultados de força isométrica máxima (FIM), o GTFT demonstrou desempenho superior tanto no pico de ação como na média de ação, estando de acordo com os achados de Ramos *et al.* [10].

Em seu estudo Behm *et al.* [24] relataram que o alongamento, quando intenso e prolongado pode, na verdade, ser fator determinante para a diminuição da força, potência muscular e redução do desempenho humano. Outros autores ainda ressaltam que a redução da força se dá pela alteração no comprimento-tensão da fibra muscular, pois o sarcômero é submetido a sucessivos encurtamentos e alongamentos, provocando sobreposições dos miofilamentos e o número de pontes cruzadas, já que existe um comprimento ótimo para uma maior geração de força [26].

Já Ramos *et al.* [10] acreditam que as alterações de força provocada pelo alongamento não têm algo concreto e certo de tal efeito, pode ser que seja devido a fatores mecânicos, como nas alterações de propriedade viscoelásticas dos músculos e músculo tendinosas. No entanto, Robbins *et al.* [27] observaram significativa alteração no desempenho muscular dos

agonistas, como no salto vertical, embora os autores não notassem diferença na eletromiografia (EMG) dos agonistas.

Alguns achados na literatura corroboram os resultados do presente estudo, pois o recrutamento de unidade motora e a força gerada pelo GTFc/A não diminuiu e nem aumentou significativamente. A literatura aponta que os efeitos agudos do alongamento estático se dão pelo fato de que a coativação caracteriza-se pela co-contracção dos antagonistas durante o movimento realizado pelos agonistas tendo a finalidade de estabilizar o movimento, entretanto, a co-ativação dos antagonistas limita a geração de força que a agonista pode ativar, sendo assim, um dos fatores que melhora o desempenho do agonista após a aplicação do alongamento envolve fatores neurais e baseia-se na redução do recrutamento de unidades motoras ou redução do disparo fuso muscular induzido pelo alongamento [28,29].

Alguns estudos mostram que, quando imposto o alongamento estático prévio do agonista após um exercício, reduz-se o resultado final da força [25], no entanto esse estudo visou alongar os antagonistas ao exercício, obtendo valores aumentados de força pós-intervenção no grupo de treinamento de força com alongamento do antagonista, mas de forma não significativa.

Em relação à média da ação das RMS, observou-se que os valores pré-intervenção dos sinais de RMS não apresentaram diferenças significativas entre perna dominante e não dominante dos grupos testados, o mesmo acontecendo com o pós-intervenção.

O GTFc/A apresentou aumento significativo da média de ação máxima da FIM. Segundo Kawakami *et al.* [25], a GTFc/A parece produzir aumento da força muscular, bem como a ação de recrutamento de mais unidades motoras, embora não significativo neste estudo, porém demonstrado no estudo de Sandberg [26].

Os ganhos significativos de força e hipertrofia no GTFT concordam com os achados já demonstrados na literatura [8,29]. O treinamento de força mostra-se mais eficaz, incluindo ou não a predominância da fase excêntrica, mesmo que a ênfase na ação excêntrica aperfeiçoasse tal ganho.

No presente estudo, o GTFT demonstrou valores significativos, no pico de ação de força, que teve maior significância quando comparamos a pré-intervenção do GTFT com a pós-intervenção do GTFT. Também mostrou valores significativos na pós-intervenção do GTFT quando comparado ao GC pós-intervenção e mostrou-se relevante na pós-intervenção do GTFT quando comparado ao GTFc/A.

Já os valores da média de ação, o GTFT mostrou-se significativo quando comparamos a pré-intervenção do GTFT com após intervenção do GTFT, e também se mostrou eficaz na pós-intervenção do GTFT quando comparado ao GC pré-intervenção, bem como quando comparamos após intervenção do GTFT ao GC pós-intervenção.

Conclusão

Comparando os níveis de atividade elétrica e força isométrica máxima entre desempenho inicial com o desempenho final, o grupo de treinamento de força tradicional (GTFT) obteve no pico de ação maiores resultados em relação aos demais, tratando-se da força isométrica máxima (FIM). O grupo de treinamento de força com alongamento (GTFc/A) também apresentou maiores resultados, nesta variável, após a intervenção, porém de maneira não significativa.

No que diz respeito à média de ação máxima, o GTFT apresentou-se superior aos demais para a FIM, bem como o GTFc/A, mas apenas quando comparado ao GC. Em relação aos sinais elétricos musculares (RMS), não houve mudanças significativas tanto no pico de ação quanto na média de ação máxima, contudo o GTFT apresentou uma diminuição dos sinais elétricos mostrando valores próximos entre perna direita (PD) e perna esquerda (PE), mostrando certa compensação entre a perna mais forte e a mais fraca, porém de maneira não significativa. Entretanto, o GTFc/A teve um aumento do sinal elétrico e valores próximos entre PD e PE, mas de maneira não significativa também.

Conclui-se dessa forma que o alongamento passivo dos músculos antagonistas previamente aos exercícios de força, durante seis semanas, mostra que a atividade dos sinais elétricos aumenta de forma discreta, mas não influencia o desempenho da força máxima, no entanto os resultados mostraram uma tendência para uma influência positiva, sendo necessários outros estudos, com maior amostra, que confirmem estes resultados.

Referências

1. Santos CKAD, Monteiro GR, Couto JDO, Silva RJDS. Length of stay of elderly in a Community Physical Activity Program and Associated Factors. *Rev Bras Cineantrop Desemp Hum* 2017;9(2):139-49. <http://doi.org/10.5007/1980-0037.2017v19n2p139>
2. Gustafson SL, Rhodes RE. Parental correlates of physical activity in children and early adolescents. *Sports Med* 2006;36(1):79-97. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636010-00006>
3. Benedetti TB, Giovana ZM, Barros MVG. Aplicação do questionário internacional de atividades físicas para avaliação do nível de atividades física de mulheres idosas: Validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste. *Rev Bras Ciênc Mov* 2008;12(1):25-34.
4. Kelley GA, Kelley KS. Efficacy of aerobic exercise on coronary heart disease risk factors. *Prev Cardiol* 2008;11(2):71-5. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7141.2008.08037.x>
5. Fleck SJ, Kraeme RWJ. Fundamentos do treinamento de força. 3 ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
6. Kraemer WJ, Nicholas AR. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(4):674-88. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
7. Stand, Position. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009;41(3):687-708.
8. Hathe RBM, Tesch PA, Buchanan P, Dudley GA. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiol Scand* 1991;143(2):178-85.
9. Hortobagyi TIBOR, Hill JP, Houmard JA, Fraser DD, Lambert NJ, Israel RG. Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *J Applied Physiol* 1996;80(3):765-72. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.80.3.765>
10. Ramos GV, Santos RR, Gonçalves A. Influência do alongamento sobre a força muscular: uma breve revisão sobre as possíveis causas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2007;9:203-6.
11. Kisner C, Colby LAC. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. São Paulo: Manole; 2009.
12. Rispler DT. Distúrbios dos músculos, tendões e ligamentos. In: Greene WB. *Ortopedia de Netter*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006.
13. Bacurau RFP, Ugrinowitsch C, Monteiro GA, Tricoli V, Cabral L, Aoki MS. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximum strength. *J Strength Cond Res* 2009;23:304-8. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181874d55>
14. Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young W. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1389-96. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000135775.51937.53>
15. Endlich PW, Farina GR, Dambroz C, Gonçalves WLS, Moisés MR, Mill JG, et al. Efeitos agudos do alongamento estático no desempenho da força dinâmica em homens jovens. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(3):200-3. <https://doi.org/10.1590/s1517-86922009000300007>
16. Cardozo G, Torres JB, Dantas EHM, Simão R. Comportamento da força muscular após o alongamento estático. *Revista Treinamento Desportivo* 2006;7(1):73-6.
17. Beedle B, Rytter SJ, Healy RC, Ward TR. Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. *J Strength Cond Res* 2008;22(6):1838-43. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181821bc9>
18. Marchand EAA. Condicionamento de flexibilidade. *Revista Digital* 2002;8:53.
19. Achour Júnior A. Flexibilidade e alongamento: saúde e bem-estar. São Paulo: Manole; 2004.
20. Bandy WD, Iron JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1997;77:1090-6. [https://doi.org/10.1016/s1356-689x\(98\)80034-9](https://doi.org/10.1016/s1356-689x(98)80034-9)
21. Winters MV, Blake CG, Trost JS, Marcello-Brinker TBL, Garber MB, Wainner RS. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip

- extension: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2004;84(9):800-7.
<https://doi.org/10.1093/ptj/84.9.800>
22. Goldspink G. Gene expression in skeletal muscle. *Biochem Soc Trans* 2002;30:285-90.
<https://doi.org/10.1042/0300-5127:0300285>
 23. Beachle TR, Earle RW, Wathen D. Resistance training. In *essentials of strength training and conditioning*, eds. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
 24. Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1397-1402.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000135788.23012.5f>
 25. Kawakami YH, Akima K, Kubo Y, Muraoka H, Hasegawa M, Kouzaki et al. Changes in muscle size, architecture, and neural activation after 20 days of bed rest with and without resistance exercise. *Eur J Appl Physiol* 2001;84(1-2):7-12.
<https://doi.org/10.1007/s004210000330>
 26. Sandberg WDR, Willardson JM, Smith GA. Acute effects of antagonist stretching on jump height, torque and electromyography of agonist musculature. *J Strength Cond Res* 2012;26(5):1249-56. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31824f2399>
 27. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. Agonist antagonist paired set resistance training: a brief review. *J Strength Cond Res* 2010;24(10):2873-82.
<https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181f00bfc>
 28. Dudley G, Tesch PA, Miller BJ, Buchanan P. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviat Space Environ Med* 1991;62(6):543-50.
 29. Paz GB, Maia MF, Lima VP, Oliveira CG, Bezerra E, Simão R, et al. Maximal exercise performance and electromyography responses after antagonist neuromuscular proprioceptive facilitation: A pilot study. *Journal of Exercise Physiology Online* 2012;15(1097-9751):60-7.