

EFEITO SUBAGUDO DO ALONGAMENTO DOS ANTAGONISTAS SOBRE ATIVIDADE MIOELÉTRICA E DESEMPENHO DE AGONISTAS NA CADEIRA EXTENSORA

Franklin Gomes^{1,2,3}, Francine de Oliveira^{3,5}, Sabrina Medeiros Casseres², Marco Antônio de Jesus^{2,3}, Vicente Pinheiro Lima², Humberto Lameira Miranda^{3,5}, Gabriel Andrade Paz^{4,5}

RESUMO

Introdução: Protocolos de pré-ativação dos antagonistas vem sendo averiguados visando melhora do desempenho dos músculos agonistas. **Objetivo:** O estudo teve como objetivo investigar o efeito agudo do alongamento estático e da facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) aplicados nos antagonistas, antes de uma sessão no exercício “cadeira extensora”, sobre o desempenho de repetições máximas, atividade mioelétrica do vasto lateral, vasto medial oblíquo, reto femoral e gastrocnêmio porção lateral, percepção subjetiva de esforço (PSE), tempo sob tensão (TST) e eletromiografia de agonistas e antagonistas. **Materiais Métodos:** Foi realizado um ensaio clínico randomizado. Os participantes foram selecionados por conveniência e de forma não probabilística, sendo composta por 12 voluntários do sexo masculino. Os indivíduos executaram teste de carga para 25 repetições máximas (RM) na cadeira extensora. Em seguida, três protocolos foram realizados. Protocolo tradicional (PT), alongamento estático em antagonistas (PAP) e protocolo de facilitação neuromuscular proprioceptiva em flexores do joelho (FNPFLX). **Resultados:** Não houve diferença significativa entre os grupos. **Conclusão:** O TFL parece não influenciar no desempenho da sessão quando utilizado um protocolo para resistência muscular localizada de 25 RM.

Palavras-chave: Treinamento de força. Facilitação neuromuscular proprioceptiva. Exercícios de alongamento muscular. Força muscular.

1 - Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência da Atividade Física-PPGCAF, Universidade Salgado de Oliveira-UNIVERSO, Niterói-RJ, Brasil.

2 - Grupo de Pesquisas em Biodinâmica do Exercício, Saúde e Performance-BIODESA, Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro-RJ Brasil.

3 - Pós-graduação Lato Sensu em Musculação e Treinamento de Força, Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

ABSTRACT

Subacute effect of stretching of antagonists on the myoelectric activity and performance during the leg extension

Introduction: Protocols of preactivation of the antagonists have been investigated aiming the improvement in the performance. **Objective:** The aim of this study was to investigate the acute effect of static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation (NPF) applied to the antagonists before the leg extension exercise, on the performance of maximal repetitions, vastus lateral, vastus medial obliquus, rectus femoris and gastrocnemius lateralis portion, Borg scale, TUT and electromyography in agonists and antagonists. **Materials and Methods:** A randomized clinical trial was conducted. Participants were selected for convenience and in a non-probabilistic way, being composed of 12 male volunteers. The subjects performed a 25 RM test on the leg extension exercise. Three protocols were performed: traditional protocol, static stretching in the antagonists and FNPFLX. **Results:** There were no significant results between the groups. **Conclusion:** TFL does not appear to influence performance when a resistance protocol with 25 RM is applied.

Key words: Resistance training. Proprioceptive neuromuscular facilitation. Muscle stretching exercises. Muscle strength.

4 - Núcleo de Cinesiologia e Performance no Alto Rendimento-NUCAR, Instituto Bidesp, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

5 - Laboratório de Desempenho, Treinamento e Exercício Físico-LADTEF, Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

E-mail dos autores:

professorfranklin.fg@gmail.com

f.ribeiro.os@hotmail.com

sabrinacasseres@hotmail.com

marcojesus68@gmail.com

professorvicentelima@gmail.com

humbertomirandaufjr@gmail.com

gabriel.andrade.pazj@gmail.com

INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é utilizado como ferramenta visando para aumento da força e da hipertrofia muscular, sendo também proposto para melhora da saúde e da funcionalidade do indivíduo, já que a força muscular é essencial para a manutenção das atividades da vida diária (Evans, 2019).

Parte considerável do ganho de força, através do treinamento resistido, é alcançado por adaptações neurais, visto que aumentos consideráveis nos níveis de força, principalmente no início da prática do treino com pesos, não estão diretamente relacionados com o aumento da massa muscular, sendo mais associados com o desenvolvimento da habilidade de ativar a musculatura (Siddique e colaboradores, 2020).

Ainda assim, um dos métodos de treinamento também utilizados para melhora da mobilidade articular e da funcionalidade, evitando possíveis desequilíbrios nessas estruturas, é o treinamento de flexibilidade (TFL) que atua influenciando a melhora dessa valência em alguns grupos musculares, podendo assim interferir na execução de movimentos específicos ou até mesmo na força produzida pelo músculo (Souza, Paz e Miranda, 2013).

São encontrados na literatura três métodos de TFL, são eles: alongamento estático, alongamento dinâmico e de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) (Sharman, Cresswell e Riek, 2006; Sandberg e colaboradores, 2012).

De acordo com Behm, Button e Butt (2001), é notório que o treinamento de flexibilidade (TFL) possibilita uma série de benefícios na manutenção da amplitude articular, diminuindo o potencial de lesões e ajudando também no desempenho, todavia, alguns autores demonstraram também que o TFL pode interferir na produção de força (Bradley, Peter e Matthew, 2007; Gomes e colaboradores, 2014).

Na literatura há controvérsia sobre este tipo de treinamento aumentar ou diminuir a força sendo possível encontrar algumas evidências demonstrando que, quando o TFL é aplicado nos músculos antagonistas pode haver uma influência na melhora na produção de força (Paz e colaboradores, 2012; Miranda e colaboradores, 2015).

Paz e colaboradores (2012) elaboraram um estudo avaliando dez homens praticantes recreativos de TF. Este trabalho

verificou a influência do método FNP quando aplicado nos músculos adutores horizontais do ombro antes da execução do exercício remada sentada, comparando a utilização do método com uma sessão tradicional no mesmo exercício, tendo sido demonstrada uma diferença significativa na produção de força com o protocolo de pré ativação do antagonista.

Miranda e colaboradores (2015) investigaram sujeitos recreacionalmente treinados no exercício remada sentada, sendo aplicados o método tradicional e de alongamento passivo nos músculos antagonistas nos 40 segundos finais do tempo de intervalo.

Corroborando com os achados de Paz e colaboradores (2012), o estudo de Miranda e colaboradores (2015) encontraram diferença significativa no desempenho de repetições no grupo que realizou o alongamento passivo no antagonista quando comparado ao tradicional, sugerindo que o alongamento dos músculos antagonistas possa ser responsável pelo aumento do desempenho da força muscular. Vale ressaltar que os autores encontraram aumento significativo nas respostas eletromiográficas dos músculos latíssimo do dorso e bíceps braquial.

Paz e colaboradores (2016a) avaliaram três diferentes protocolos, o protocolo tradicional, onde foram executadas três séries até a falha concêntrica no exercício remada sentada; alongamento passivo em antagonistas, onde foi executado o alongamento estático intra séries com duração de 40 segundos sendo realizado o mesmo exercício em seguida e o FNP em antagonistas com método contract-relax sendo realizado intra séries, onde foi feita uma contração isométrica seguida de um alongamento, com duração de 40 segundos. Todos os protocolos foram realizados com a carga de 10RM obtida pelo indivíduo.

Entre os protocolos foi encontrado maior desempenho no número de repetições máximas, naquele que utilizou o intervalo com alongamento passivo quando comparado com os outros protocolos, foi apresentada também maior ativação muscular no mesmo protocolo de intervalo se comparado com os demais.

Demonstrando que o desempenho no número de repetições máximas pode ser alterado quando aplicado o método de TFL nos músculos antagonistas prévios ao exercício, podendo influenciar de forma aguda no desempenho do indivíduo quando treinado,

podendo reduzir a coativação do antagonista quando aplicado o treinamento de flexibilidade, sendo uma possível estratégia para melhora aguda do desempenho da força muscular.

Por outro lado, é possível encontrar estudos que não verificam a melhora do desempenho da força muscular após sessões de TFL, ainda assim, literatura apresenta escassez de evidências que possam justificar a possível melhora do desempenho da força muscular (Paz e colaboradores, 2012; Miranda e colaboradores, 2015).

Contudo, o TFL aplicado no antagonista antes da sessão de treinamento tem auxiliado pesquisadores e profissionais durante a montagem de programas de treinamento de força. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito subagudo dos alongamentos estáticos e FNP aplicados nos antagonistas (músculos flexores) durante o intervalo da sessão, no exercício cadeira extensora sobre o desempenho de 25 repetições máximas, atividade mioelétrica do vasto lateral, vasto medial oblíquo, reto femoral e gastrocnêmio porção lateral, percepção subjetiva de esforço e tempo sob tensão.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo foi realizado um ensaio clínico randomizado.

Os participantes foram selecionados por conveniência e de forma não probabilística, sendo composta por 12 voluntários do sexo masculino.

Como critérios de inclusão foram adotados: a) praticar exercício físico há no mínimo seis meses com média de idade de $21,5 \pm 2,3$ anos; b) com frequência mínima de três vezes por semana, contemplando membros superiores e inferiores com zona de carga variando de 8-15 RM e com intervalo de 1 a 2 minutos.

E como critérios de exclusão foram adotados: a) o indivíduo que apresentar o questionário Par-Q positivo (Carvalho e colaboradores, 1996) ou b) algum tipo de lesão em aproximadamente seis meses antes da data a ser aplicado o questionário referente a essa pesquisa c) uso de qualquer tipo de recurso ergogênicos. Todos os indivíduos fizeram parte dos três tipos de protocolo.

Considerações éticas

Como o presente estudo se trata de uma pesquisa com seres humanos, ela foi desenvolvida conforme legislação específica, Lei nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil e de acordo com declaração de Helsinki (Ministério da Saúde, 2012; Associação Médica Mundial, 1964).

Todos os indivíduos que participarão dessa pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido mostrando sua participação legal no presente estudo.

O presente estudo foi devidamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob o número: 08657113.0.0000.5257.

Procedimentos

Determinação da carga de 25 Repetições máximas (25RM)

Uma semana antes dos testes, a carga para 25 RM foi determinada para cada indivíduo, no exercício cadeira extensora, em dois dias distintos para o teste e reteste de carga, com intervalo de 72 horas entre as sessões de teste.

O teste de repetições máximas teve como finalidade a realização de 25 repetições consecutivas com o máximo de carga, executando o movimento na maior velocidade possível (Miranda e colaboradores, 2013).

O teste seria interrompido quando os avaliados executassem o movimento com a técnica incorreta. Os intervalos entre as tentativas em cada exercício durante o teste de 25RM foram fixados entre três e cinco minutos. Estes intervalados eram cronometrados e estabelecidos previamente pela equipe avaliadora, não permitindo que o avaliado iniciasse a nova série antes do período mínimo, ainda que este se sentisse preparado.

De acordo com o proposto pela World Medical Association (2009) e visando reduzir a margem de erro nos testes, foram adotadas as seguintes estratégias: (a) instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste, de modo que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolve a coleta de dados; (b) o avaliado foi instruído sobre a técnica de execução do exercício; (c) o avaliador esteve atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento do teste, pois pequenas variações no posicionamento das

articulações envolvidas no movimento poderiam acionar outros músculos, levando a interpretações errôneas dos escores obtidos; (d) estímulos verbais foram realizados com o intuito de manter o nível de motivação elevado; estes estímulos eram todos realizados por um mesmo avaliador através de expressões populares durante a prática de exercícios, como : “Vai!”, “Mais uma!”, dentre outros;(e) as cargas adicionais utilizadas no estudo foram previamente aferidas em balança de precisão.

Os indivíduos foram orientados a não ingerir qualquer substância estimulante (como cafeína ou álcool) e a não realizar atividade física no dia anterior ou ainda no dia dos testes. As técnicas de execução dos exercícios foram padronizadas e seguidas em todos os testes.

Posicionamento do exercício

A posição inicial na cadeira extensora se deu partindo da posição de 90°(Figura 1) de flexão do joelho até o máximo de extensão do joelho promovido pelo indivíduo. Sendo os ângulos verificados com o uso de um goniômetro manual (Goniômetro carci 360°).

Os joelhos alinhados ao eixo do equipamento e o contato da almofada sobre a parte distal da tíbia fazendo uma resistência externa ao movimento de extensão de joelho. O quadril permanecendo flexionado no maior grau de flexão do joelho do indivíduo.

Na fase concêntrica quando o joelho estiver na posição de 0° será colocado um limitador, especificamente um cabo, que seria tocado pelo participante nessa amplitude, dando feedback sensorial para delimitação do ângulo proposto.



Figura 1 - Posicionamento na cadeira extensora.

Sessões de treinamento

Após a obtenção das cargas para 25 RM, os participantes executaram três protocolos de forma randomizada a cada 48 horas, sendo eles: Protocolo tradicional (PT): O indivíduo executou quatro séries até a falha concêntrica com intervalo de trinta segundos entre as séries na cadeira extensora; Protocolo de alongamento estático passivo (PAP): O indivíduo executou quatro séries de quarenta segundos de alongamento da musculatura flexora do joelho (Figura 2) e imediatamente depois foram executadas quatro séries até a falha concêntrica na

cadeira extensora com trinta segundos de intervalo entre as séries.

E o protocolo de facilitação neuromuscular proprioceptiva em flexores do joelho (FNPFLX) foi realizado da seguinte forma: O indivíduo executou quatro séries de seis segundos de contração para quatro segundos de relaxamento alongando os flexores do joelho (Figura 2); onde foi aplicada a técnica de FNP nos flexores do joelho. O avaliador realizou uma flexão de quadril do avaliado até que atinja o desconforto do sujeito, o indivíduo avaliado realizou uma resistência ao movimento, contraindo os músculos extensores do quadril durante seis

segundos, seguido de uma fase de relaxamento de quatro segundos.

O procedimento foi realizado quatro vezes para cada membro totalizando 40 segundos de execução, sendo aplicadas quatro séries de quarenta segundos, e, a cada ciclo o avaliador aumentou a amplitude de movimento do quadril chegando até o limite de

do indivíduo, imediatamente após este protocolo foram realizadas quatro séries até a falha concêntrica na cadeira extensora, com trinta segundos de intervalo entre as séries.

O número de repetições realizadas até a falha concêntrica foi registrado em cada série e em cada protocolo na cadeira extensora.



Figura 2 - Posicionamento FNPFLX.

Escala de percepção subjetiva de esforço

A escala OMNI - RES para exercícios de força em adultos foi utilizada para mensurar a percepção subjetiva de esforço (Morishita e colaboradores, 2018).

Todos os participantes foram instruídos sobre a escala OMNI - RES onde foi feita uma escala numérica de 0 (zero) que é o menor a 10 (dez) que é o maior esforço ou intensidade subjetiva dela, desconforto e/ou fadiga experimentada durante a sessão de exercício. A escala foi aplicada imediatamente depois que o indivíduo executou cada protocolo.

Tempo sob tensão

A análise do tempo sob tensão foi feita através do software Kinovea (Quintic 4, QuinticConsultancyLtd., Cambridge, Inglaterra, Reino Unido), sendo este, utilizado em outros estudos com este fim. Este procedimento garantiu o tempo de tensão real e que todos os sujeitos da amostra realizassem o movimento seguindo o padrão de execução.

Para que este procedimento fosse possível foi realizada a filmagem da execução do teste com a filmadora (Sony make.believe

DCR-PJ6) posicionada no plano sagital, de modo que a visualização de todo o movimento fosse garantida e para uma melhor avaliação do movimento foram colocados marcadores reflexivos nas articulações do quadril, joelho e tornozelo (Paz e colaboradores, 2016b).

Eletromiografia de superfície

Todo o tratamento do sinal EMG foi realizado de acordo com as recomendações da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesilogia (Merletti, 1999).

Os sinais EMG foram coletados no membro direito de todo os sujeitos. Eletrodos de superfície bipolares foram posicionados paralelos às fibras musculares e fixos com fita adesiva. Os eletrodos de superfície bipolares foram posicionados paralelos às fibras musculares e fixos com fita adesiva no músculo vasto lateral (VL), reto femoral (RF), vasto medial obliquo (VMO) e gastrocnêmico lateral (GL) da perna direita e o eletrodo de referência foi colocado na tuberosidade da tíbia. Antes da colocação dos eletrodos realizou-se tricotomia e abrasão com álcool 70% sobre a pele. Para o posicionamento dos eletrodos foram adotadas as recomendações

anatômicas de SENIAM (Hermens e colaboradores, 2000).

Sendo assim, para o VL os eletrodos foram colocados a 2/3 da linha da espinha ilíaca ântero-superior ao lado lateral da patela, na direção das fibras musculares; para o RF os eletrodos foram colocados a 50% na linha da espinha ilíaca ântero-superior à parte superior da patela, tendo o mesmo direcionamento; para o VMO, a 80% na linha entre a espinha ilíaca ântero-superior e o espaço articular na frente da borda anterior do ligamento medial, com a direção quase perpendicular à este mesmo ponto. Já para o GL, em 1/3 da linha entre a cabeça da fíbula e o calcânhar com direcionamento para este mesmo ponto.

Os eletrodos foram sempre posicionados pelo mesmo pesquisador. O sinal EMG foi coletado através de um eletromiógrafo (EMG System do Brasil LTDA, São José dos Campos, São Paulo, Brasil) de quatro canais, modo de rejeição comum 110 dB (a 60 Hz), impedância de entrada de sistema de 109 Ohms, ganho de 1000 vezes e conversor A/D de 16 bits.

A frequência de amostragem foi de 1000 Hz. O sinal EMG foi capturado através de eletrodos de superfície bipolares passivos de Ag/AgCl (Meditrace 100 - Kendall, Chicopee, MA) com área de captação de 1 cm e distância entre os eletrodos = 1 cm, posicionados paralelos as fibras musculares. Foi aplicado filtro analógico Butterworth de

dois polos de ordem 4, com passa-banda (10-450 Hz). O sinal EMG será analisado em rotinas elaboradas no software Matlab 5.02c (MathworksTM, Natick, USA).

Tratamento estatístico

Na estatística descritiva foram adotadas as médias e desvio-padrão das variáveis. Na estatística inferencial foi aplicado o teste de Shapiro-wilk para determinar a normalidade dos dados. O teste não-paramétrico de Friedman foi aplicado para comparar a percepção subjetiva de esforço entre protocolos e séries. A ANOVA one-way para medidas repetidas foi aplicada para comparar o volume de treino e trabalho total da sessão.

A ANOVA two-way para medidas repetidas [protocolos (3) x séries (4)] seguida pelo post hoc the Bonferroni foi aplicada para analisar o desempenho de repetições e atividade mioelétrica dos músculos reto femoral, vasto medial oblíquo, vasto lateral e gastrocnêmio porção lateral na cadeira extensora. O valor de $p \leq 0,05$ foi adotado para todas as análises inferenciais. O tratamento estatístico foi realizado no software SPSS versão 20.0 (Chicago, IL, USA).

RESULTADOS

As características da amostra são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Características antropométricas (Média \pm desvio-padrão).

Idade (anos)	Massa (kg)	Estatura (m)	Índice de massa corporal (kg/m ²)	Experiência (meses)	Carga de 25-RM (kg)
21,5 \pm 2,3	75,4 \pm 10,9	1,73 \pm 0,01	25,2 \pm 2,7	47 \pm 15,7	60,3 \pm 13,8

Quanto à atividade mioelétrica dos músculos do quadríceps avaliados não se verificaram diferenças significativa entre os protocolos, séries ou interação entre protocolos e séries (reto femoral $p > 0,05$; vasto lateral tabela 2; $p > 0,05$; tabela 3; vasto medial oblíquo $p > 0,05$; tabela 4).

Em relação ao gastrocnêmio porção lateral, também não se verificou diferença significativa na atividade mioelétrica entre os protocolos, séries ou interação entre protocolos e séries ($p > 0,05$; tabela 5).

Tabela 2 - Atividade mioelétrica via root meansquare (RMS) normalizada do Reto Femoral (Média ± desvio-padrão).

	Série 1 (%)	Série 2 (%)	Série 3 (%)	Série 4 (%)
Tradicional	53 ± 22,7	54,3 ± 23,7	55,5 ± 24,3	56,7 ± 26,2
FNP	50,5 ± 18,5	50,1 ± 17,2	52,4 ± 18,9	54,4 ± 20,2
Alongamento Estático	51,6 ± 21,3	51,5 ± 22,1	51,3 ± 23,1	48,9 ± 27,5

Tabela 3 - Atividade mioelétrica via root meansquare (RMS) normalizada Vasto Lateral (Média ± desvio-padrão).

	Série 1 (%)	Série 2 (%)	Série 3 (%)	Série 4 (%)
Tradicional	75,9 ± 19,5	76,5 ± 21,1	79,7 ± 21	80,7 ± 21
FNP	70,9 ± 27,4	71,2 ± 26,1	71,6 ± 23,8	74,7 ± 25,3
Alongamento Estático	78,4 ± 19,5	78,9 ± 18,3	74,6 ± 17	69,7 ± 27,3

Tabela 4 - Atividade mioelétrica via root meansquare (RMS) normalizada Vasto Medial Oblíquo (Média ± desvio-padrão).

	Série 1 (%)	Série 2 (%)	Série 3 (%)	Série 4 (%)
Tradicional	71,8 ± 31,8	72,7 ± 30,3	74 ± 30,4	74 ± 29,8
FNP	87,2 ± 15,2	86,7 ± 12,7	88,9 ± 6,2	88,2 ± 11,5
Alongamento Estático	78,2 ± 28,3	83,9 ± 16,7	80,3 ± 17,7	74,7 ± 30

Tabela 5 - Atividade mioelétrica via root meansquare (RMS) normalizada gastrocnêmico porção lateral (Média ± desvio-padrão).

	Série 1 (%)	Série 2 (%)	Série 3 (%)	Série 4 (%)
Tradicional	8,2 ± 8,4	7,8 ± 7,9	8,3 ± 7,4	8,2 ± 6,5
FNP	9 ± 3	9,7 ± 4	10 ± 3,8	10,7 ± 4,9
Alongamento Estático	7,2 ± 3,9	7,4 ± 3,3	6,8 ± 2,4	6,4 ± 2,8

Em relação ao desempenho de repetições não se observou diferença entre os protocolos ou interação entre protocolos e séries ($p > 0,05$; tabela 6).

Por outro lado, observou-se diferença significativa intra-protocolo entre as séries ($F_{3,30} = 71,941$; $p = 0,0001$). Quanto ao volume de treinamento, também não se observou diferença entre os protocolos ou interação entre protocolos e séries ($p > 0,05$).

Por outro lado, observou-se diferença significativa intra-protocolo entre as séries ($F_{3,30} = 98,096$; $p = 0,0001$).

Adicionalmente, não se verificou diferença significativa entre os protocolos para o trabalho total e volume de treino da sessão ($p > 0,05$).

Quanto à percepção subjetiva de esforço, não foram observadas diferenças entre os protocolos ($p > 0,05$). Em relação ao tempo sob tensão, não se observou diferença entre os protocolos ou interação entre protocolos e séries. Todavia, observou-se diferença intra-protocolo entre as séries ($F_{3,30} = 14,078$; $p = 0,0001$).

Tabela 6 - Desempenho de repetições, percepção subjetiva de esforço (OMNI-RES) e tempo sob tensão (segundos) entre os protocolos aplicados.

Desempenho de repetições						
	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Trabalho total	
Tradicional	21,7 ± 2,9	12,3 ± 3,5*	9,2 ± 2,4*¥	7,1 ± 1,5*¥	40,2 ± 21,8	
FNP	21,9 ± 4,1	12,3 ± 2,7*	8,5 ± 1,7*¥	7,6 ± 1,5*¥	40,2 ± 21,3	
Alongamento Estático	21,5 ± 4,5	12,4 ± 2,9*	9,1 ± 2,4*¥	8,1 ± 2,2*¥	40,3 ± 22	
Volume de Treinamento (kg)						
	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Sessão	
Tradicional	1040,60 ± 612,1	600,5 ± 403*	440,3 ± 274,3*¥	338,9 ± 202,7*¥	2420,3 ± 1427,1	
FNP	1055,5 ± 647,2	587 ± 355,5*	410,3 ± 254,2*¥	366,5 ± 277,6*¥	2419,2 ± 1398,2	
Alongamento Estático	1034,9 ± 641,7	442,2 ± 352,6*	442,2 ± 284,4*¥	368 ± 264,7*¥	2447,4 ± 1480	
Percepção de esforço (mediana)						
	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4		
Tradicional	8 ± 1,2	9,5 ± 0,9	9,8 ± 0,5	10 ± 0	-	
FNP	8,0 ± 1,9	9,5 ± 1,1	9,8 ± 0,5	10 ± 0	-	
Alongamento Estático	8 ± 1,1	9 ± 1	9,7 ± 0,5	10 ± 0,3	-	
Tempo sob tensão (segundos)						
	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4		
Tradicional	21,3 ± 5,2	13,4 ± 5,4*	11,6 ± 3,5*	10,2 ± 3,1*	-	
FNP	23,8 ± 4,1	14,6 ± 2,2*	9,2 ± 1,7*¥	9,2 ± 1,7*¥	-	
Alongamento Estático	23,3 ± 5,8	14,2 ± 2,4*	11,1 ± 2,6*¥	9,5 ± 2,4*¥	-	

Legenda: * Diferença significativa para série 1; ¥ Diferença significativa para série 2.

DISCUSSÃO

Os principais achados no presente estudo demonstraram que não houve diferença no desempenho de repetições máximas, percepção subjetiva de esforço, volume total de repetições e atividade mioelétrica dos músculos RT, VMO, VL e GL comparando o PT com os protocolos FNPFLX e PAP, demonstrando resultados diferentes quando comparados com achados de outros estudos que apresentaram melhora significativa no desempenho quando aplicado o protocolo de pré-ativação nos antagonistas (Gomes e colaboradores, 2014; Paz e colaboradores, 2012; Miranda e colaboradores, 2015; Paz e colaboradores, 2016a).

Porém, corroborando o encontrado por Nascimento e colaboradores (2019), que não encontraram benefícios através da utilização do método de facilitação neuromuscular proprioceptiva nos flexores de joelho sob o desempenho de repetições máximas na cadeira extensora.

Esses estudos prévios demonstraram melhora significativa no desempenho quando aplicado o protocolo de pré-ativação nos antagonistas (Gomes e colaboradores, 2014; Paz e colaboradores, 2012; Miranda e colaboradores, 2015).

Os fatores que podem ter influenciado nos resultados podem estar relacionados com a zona de RM utilizada. Os estudos que obtiveram uma melhora no desempenho como resultado trabalharam com uma sobrecarga de 10RM, uma carga proporcionalmente maior que a carga de 25RM tendo então uma maior zona de intensidade na sessão de treinamento (Gomes e colaboradores, 2014; Paz e colaboradores, 2012; Miranda e colaboradores, 2015).

Podendo influenciar no efeito da redução do reflexo miotático advindo do alongamento, ou resultar em uma fadiga local pelo alto volume de RMs aplicada no protocolo do presente estudo.

Uma outra hipótese é a de que o período de intervalo entre as séries também esteja relacionado a um dos fatores que

venham a interferir nos resultados, onde foi adotado um intervalo de 30 segundos entre as séries pode ser que não seja tempo suficiente para a ressíntese de adenosina trifosfato (ATP) e a redução de metabólitos influenciando nessa redução de repetições.

O volume de repetições pode ser algo que tenha sido pouco estudado ainda, onde não houve estudos que verificassem a resistência muscular com pré-ativação (Gomes e colaboradores, 2014; Paz e colaboradores, 2012; Miranda e colaboradores, 2015; Paz e colaboradores, 2016a).

No estudo de Gomes e colaboradores (2014) foi comparado o desempenho de repetições máximas com carga de 10RM na mesa flexora aplicando o protocolo de FNP nos agonistas e nos antagonistas onde encontrou melhora no desempenho, outra hipótese para estes resultados é a de que eles podem ter sido alcançados pela sobrecarga trabalhada onde o período de trabalho exercido pode ser menor e influenciar nas adaptações neurais (redução da ativação do órgão tendinoso de Golgi).

No estudo de Paz e colaboradores (2012) onde foi verificado o desempenho de repetições máximas no exercício de remada sentada, comparando o protocolo tradicional executando uma série até a falha concêntrica com a carga de 10RM com o protocolo de FNP aplicados nos músculos adutores horizontais do ombro corrobora com os resultados do estudo de Gomes e colaboradores (2014), quando aplicado o protocolo de FNP nos antagonistas.

Em outro estudo de Sandberg e colaboradores (2012) avaliaram o desempenho no salto vertical aplicando a pré-ativação nos flexores do joelho, flexores de quadril e dosiflexores do tornozelo não sendo demonstradas diferenças significativas na ativação mioelétrica do vasto lateral e bíceps femoral, assim como os achados referentes a atividade eletromiográfica do presente estudo e do apresentado por Paz e colaboradores (2012).

Outro fator que podem demonstrar diferença no presente estudo comparada com outros estudos de pré ativação, é a diferença no volume total das sessões de alongamento e flexibilidade, onde os estudos comparam uma série de quarenta segundos prévio a sessão de treinamento de força, onde o presente estudo foi aplicado quatro séries com quarenta segundos de duração em cada séries, totalizando cento e sessenta segundos

sendo assim o protocolo teve maior volume (Gomes e colaboradores, 2014; Paz e colaboradores, 2012; Miranda e colaboradores, 2015; Paz e colaboradores, 2016a).

Marek e colaboradores (2005) encontraram redução na força aplicando os protocolos de alongamento com tempo similar ao presente estudo. Onde o tempo maior pode ter influenciado nos fatores mecânicos afetando o efeito de comprimento-tensão muscular, e alteração do disparo do fuso (Sharman, Cresswell, Riek, 2006).

Em relação à PSE alguns estudos verificando predição de 1RM encontraram valores menores na escala de OMNI-RES trabalhando com maiores sobrecargas comparando com a sobrecarga aplicada no presente estudo onde obteve médias de 6,4 para 70-80% de 1RM e 7 para 80-70% (Naclerio e colaboradores, 2011).

Porém, um dos fatores que pode ter influenciado nesses resultados pode ter sido o intervalo entre as séries, onde o estudo de Balsamo e colaboradores (2010) demonstram a média 8 na escala com intervalo 90 segundos utilizando sobrecarga de 10RM.

Porém, algumas limitações do estudo podem influenciar nos resultados como o n avaliado, outro fator que pode ter interferido nos resultados pode ter sido a aplicação dos protocolos de PAP e FNPFLX de forma unilateral, até mesmo outras formas de avaliações que podem ser impostas ao estudo como marcadores bioquímicos, avaliações cinemáticas.

CONCLUSÃO

Em conclusão, o TFL não influencia no desempenho do treinamento quando trabalhado resistência muscular comparando os protocolos, demonstrando que não se torna um treinamento concorrente aplicando-se o TFL no antagonista, podendo ou não ser aplicado antes da sessão de treinamento ser haver interferência na sessão, porém se faz importante novas pesquisas com um n maior e diferentes zonas de intensidade e volume de treino para identificar diferentes perspectivas de prescrição.

AGRADECIMENTOS**- FAPERJ**

O professor Dr. Humberto Miranda é grato à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pelo apoio através do Programa Jovem Cientista do nosso Estado, E-26/202.814/2015.

- CAPES

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Nível Superior-Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001.”

REFERÊNCIAS

1-Associação Médica Mundial. Declaração de Helsinki. Princípios éticos para a pesquisa médica feita em humanos. Helsinki. 1964.

2-Balsamo, S.; Tibana, R. A.; Magalhães, I.; Bezerra, L.; Santana, F. Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no volume completado e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol.18. Num.1. 2010. p.35-41.

3-Bradley, P.S.; Peter, D.O.; Matthew, D.P. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007. p. 223-226.

4-Behm, D.G.; Button, D.C.; Butt, J.C. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology*. Vol.26. Num.3. 2001.p.261-72.

5-Ministério da Saúde. Diretrizes e normas regulamentadoras que envolvem seres humanos. Num. 466 de 12 de dezembro de 2012. Brasília. 2012.

6-Carvalho, T.D.; Nóbrega, A.D.; Lazzoli, J.K.; Magni, J.R.T.; Rezende, L.; Drummond, F.A.; Oliveira, M. A. B.; Rose, E. H.; Araújo, C. G. S.; Teixeira, J. A. C. Posição oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 2. Num. 4.1996.p.79-81.

7-Evans, J. W. Periodized Resistance Training for Enhancing Skeletal Muscle Hypertrophy and Strength: A Mini-Review. *Frontiers of Physiology*. Vol. 10. Num. 13.2019. p.10-13.

8-Gomes, F.D.; Vieira, W.; Souza, L.M.; Paz, G. A.; Lima, V.P. Desempenho de repetições máximas após facilitação neuromuscular proprioceptiva aplicada nos músculos agonistas e antagonistas. *ConScientia e Saúde*. Vol.13. Num.2. 2014. p.252-258.

9-Hermens, H.J.; Freriks, B.; Disselhorst-Klug, C.; Rau, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol.10.Num 5. 2000. p.361-374.

10-Marek, S. M.; Cramer, J.T.; Fincher, A. L.; Massey, L.L.; Dangelmaier, S. M.; Purkayastha, S.; Culbertson, J.Y. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*. Vol.40. Num. 2. 2005. p.94-103.

11-Merletti, R. Standards for Reporting EMG Data. *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*. Torino.1999.

12-Miranda, H.; Figueiredo, T.; Rodrigues, B.; Paz, G. A.; Simão, R. Influence of exercise order on repetition performance among all possible combinations on resistance training. *Research in Sports Medicine: An International Journal*. Vol.21. Num.4. 2013. p.355-66.

13-Miranda, H.; Maia, M.D.F.; Paz, G.A.; Costa, P.B. Acute effects of antagonist static stretching in the inter-set rest period on repetition performance and muscle activation. *Research in Sports Medicine*. Vol. 23. Num. 1. 2015. p.37-50.

14-Morishita, S.; Tsubaki, A.; Nakamura, M.; Nashimoto, S.; Fu, J.B.; Onishi, H. Rating of Perceived Exertion on Resistance Training In Elderly Subjects. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*. Vol.17. Num.2. 2018.p.135-142.

15-Naclerio, F.; Rodríguez-Romo, G.; Barriopedro-Moro, M.I.; Jiménez, A.; Alvar, B. A.; Triplett, N. T. Control of resistance training intensity by the OMNI perceived exertion

scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num. 7. 2011. p.1879-88

16-Nascimento, C. E. R.; Guapyassú, R. M.; Silva, J. B.; Paz, G. A.; Gomes, F. D.; Vale, R. G. S.; Nunes, R. A.; Lima, V. P. Efeito subsequente do treinamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva nos antagonistas na força dos agonistas em séries múltiplas. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol.13. Num. 83. 2019. p.383-388.

17-Paz, G. A.; Maia, M. D. F.; Whinchester, J.; Miranda H. Strength performance parameters and muscle activation adopting two antagonist stretching methods before and between sets. *Science & Sports*. Vol. 31. Num. 6. 2016a. p.173-180.

18-Paz, G. A.; Maia, M. D. F.; Santana, H.; Miranda, H.; Lima, V.P.; Herrington L. Kinematic analysis of knee valgus during drop vertical jump and forward step-up in young basketball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*. Vol.11. Num. 2. 2016b. p.212-9

19-Paz, G. A.; Maia, M. D. F.; Lima, V.P.; Oliveira, C.G.; Bezerra, E.; Simão, R.; Miranda, H. Maximal exercise performance and electromyography responses after antagonist neuromuscular proprioceptive facilitation: A pilot study *Journal of Exercise Physiology*. Vol.15. Num.6. 2012. p.60-68.

20-Sandberg, J. B.; Wagner, D. R.; Willardson, J. M.; Smith, G. A. Acute effects of antagonist stretching on jump height, torque and electromyography of agonist musculature. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 26. Num. 5. 2012. p.1249-56.

21-Siddique, U.; Rahman, S.; Frazer, A. K.; Pearce, A. J.; Howatson, G.; Kidgell, D. G. Determining the Sites of Neural Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. Vol. 50. Num. 6. 2020. p.1107-1128.

22-Sharman, M.J.; Cresswell, A. G.; Riek, S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Sports Medicine*. Vol. 36. Num. 1. 2006. p.929-39.

23-Souza, J.K.M.; Paz, G. A.; Miranda, H. Influência de diferentes intervalos de

recuperação entre o alongamento estático e desempenho de força muscular. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. Vol. 18. Num. 1. 2013. p.86-94.

Autor correspondente:

Francine de Oliveira

f.ribeiro.os@hotmail.com

Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Avenida Carlos Chagas, 540.

Rio de Janeiro-RJ. Brasil.

CEP: 21941-599.

Telefone: 21-99356-2765.

Recebido para publicação em 11/05/2020

Aceito em 12/12/2021