

**EFEITO SUBSEQUENTE DO TREINAMENTO DE FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR
 PROPRIOCEPTIVA NOS ANTAGONISTAS NA FORÇA DOS AGONISTAS
 EM SÉRIES MÚLTIPLAS**

Carlos Eduardo da Rocha Nascimento¹, Renan Menezes Guapyassú¹
 Jurandir Baptista da Silva^{1,2} Gabriel Andrade Paz¹
 Franklin de Deus Gomes¹, Rodrigo Gomes de Souza Vale^{1,2}
 Rodolfo Alkmim Nunes^{1,2}, Vicente Pinheiro Lima^{1,2}

RESUMO

Objetivo: Evidências recentes na literatura sugerem a possibilidade de gerar uma vantagem na produção de força dos agonistas reduzindo a coativação dos antagonistas através de sua pré-ativação de diferentes formas. Assim o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito do treinamento de flexibilidade com o método de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) aplicado antes da sessão de treinamento em músculos antagonista sobre a força muscular dos agonistas em séries múltiplas no exercício cadeira extensora unilateral. **Método:** Foram avaliados vinte homens treinados ($25,3 \pm 5,75$ anos) que foram divididos em dois grupos: grupo controle (GC = 10) e grupo experimental (GFNP = 10). O estudo foi dividido em duas visitas. Na primeira foi realizado o teste de dez repetições máximas (RM) unilaterais na cadeira extensora. Na segunda visita, foram aplicados dois protocolos diferentes: a) protocolo tradicional para o GC; b) GFNP – uma série de FNP nos músculos flexores de joelho antes do exercício para o GFNP. **Resultados:** Não houve diferença significativa no desempenho de RM para o grupo GFNP comparado ao grupo controle em nenhuma série. **Conclusão:** Os achados do presente estudo indicam que não há benefícios com a aplicação da FNP nos músculos antagonistas (flexores de joelho) antes da execução do exercício sobre RM, para o exercício cadeira extensora.

Palavras-chave: exercícios de alongamento muscular; força muscular; facilitação neuromuscular proprioceptiva; treinamento de força.

1-Grupo de pesquisa em Biodinâmica do Exercício, Saúde e Performance (BIODESP), Universidade Castelo Branco (UCB), Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

ABSTRACT

Subsequent response of the proprioceptive neuromuscular facilitation training on antagonists in the strength of agonists in multiple sets

Objective: Recent evidence in the literature suggests the possibility of generating an advantage in the production of force of the agonists reducing the coactivation of the antagonists through their pré activation of different forms. Thus the objective of the present study was to verify the effect of flexibility training with the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) method applied before the training session in muscle antagonist on the muscle strength of the agonists in multiple series in the unilateral extensor chair exercise. **Method:** Twenty trained men (25.3 ± 5.75 years) were divided into two groups: control group (CG= 10) and experimental group (GPNF = 10). The study was divided into two visits where the first visit was performed the tests of ten maximal repetitions (RM) in the extensor chair. During the second visit, two different protocols were applied: a) traditional protocol for GC; B) FNPAT - a series of FNPs in the knee flexor muscles before exercise for the GFNP. **Results:** There was no significant difference in RM performance for the FNPAT group compared to the control group in any series. **Conclusion:** The findings of the present study indicate that there are no benefits with the application of PNF in the antagonist muscles (knee flexors) before performing exercise on MRI for the extensor chair exercise.

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

2-Programa de pós-graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

INTRODUÇÃO

A flexibilidade pode ser conceituada como mobilidade articular, liberdade de movimento ou, ainda, amplitude de movimento angular de uma articulação ou de um grupo de articulações (ACSM, 2013), influenciada, principalmente pelo tamanho efetivo dos músculos antagonistas e pelo nível de atividade neural do músculo, no momento que está sendo alongado (Bagrichevsky, 2002).

Estudos têm demonstrado que a prática de exercícios de flexibilidade pode ter efeito imediato negativo sobre o desempenho (Alemdaroğlu, Köklü e Koz, 2017; Loughran e colaboradores 2017; Paula e colaboradores, 2017).

Fatores mecânicos, como mudanças na rigidez muscular e fatores neuromusculares, como alterações nas estratégias de controle motor são hipóteses discutidas para tentar explicar o déficit de força induzido pelo alongamento (Paula e colaboradores, 2017)

No entanto, o desenvolvimento da força muscular também envolve outros fatores, como, por exemplo, mecanismos de adaptação neural (Loughran e colaboradores 2017).

Essa adaptação é caracterizada essencialmente pelo aumento da coordenação inter e intramúsculos sinergistas, incremento no recrutamento de unidades motoras (UM) e redução na coativação dos antagonistas (Paz e colaboradores, 2013a, 2017).

A coativação dos músculos antagonistas produz força em direção oposta à força dos agonistas. Essa estratégia neuromuscular tem como principais objetivos coordenar o movimento e aumentar a estabilidade articular prevenindo lesões.

No entanto, a coativação inibe de maneira recíproca a ativação muscular e produção de força dos músculos agonistas (Lima e colaboradores, 2016).

Sendo assim, evidências recentes na literatura sugerem a possibilidade de gerar uma vantagem na produção de força dos agonistas reduzindo a coativação dos antagonistas através de sua pré-ativação via alongamento estático (Corrêa e colaboradores, 2017; Miranda e colaboradores, 2015) e Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) (Gomes e colaboradores, 2014; Ruan, Zhang, Wu, 2017).

Contudo, a maior parte dos estudos verificaram esta influência em séries únicas,

sendo assim, as respostas desse método em séries múltiplas ainda não estão muito bem descritas na literatura.

Como é necessário verificar as respostas musculares aos protocolos de exercícios de força, em especial, a redução da coativação do antagonista, e a fim de apresentar bases científicas para a prescrição deste método, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo do treinamento de FNP em músculos antagonista sobre a força muscular dos agonistas em séries múltiplas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento

Pesquisa original, do tipo experimental, randomizada e controlada verificando a relação de causa e efeito com desenho analítico observacional de caráter transversal.

Amostra

A amostra foi constituída por 20 homens voluntários, sendo 10 no grupo controle (GC) e 10 no Grupo experimental (GFNP), selecionados de modo aleatório. Todos experientes em exercícios de musculação, com $25,3 \pm 5,75$ anos de idade, $79,4 \pm 13$ kg de massa corporal, $180 \pm 7,7$ cm de estatura e $25,4 \pm 3,17$ kg/m² de índice de massa corporal. Como critérios de inclusão foram adotados: a) treinar musculação há no mínimo um ano; b) frequência semanal mínima de 2 sessões do exercício cadeira extensora.

Como critérios de exclusão foram adotados: a) apresentar dor e ou lesão que impossibilite a execução dos protocolos do estudo; b) exercitar os grupamentos musculares envolvidos no exercício da pesquisa e/ou ter realizado treino de flexibilidade nos referidos músculos até 48 horas antes dos dias de coleta de dados; c) PAR-Q positivo.

Procedimentos

Os procedimentos experimentais foram executados dentro das normas éticas prevista na resolução 466/2012 (Conselho Nacional de Saúde, 2012) e de acordo com a declaração of Helsink (World Medical Association, 2009).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, CAAE n° 51654515.2.0000.5257, com o parecer aprovado sob o n° 1.396.944.

Desta forma, todos os participantes assinaram o termo de participação livre e esclarecida, conhecedores que pareceram em anonimato.

O estudo foi realizado pelo grupo de pesquisa em biodinâmica de exercícios, saúde e performance (BIODESP) da Universidade Castelo Branco-RJ.

Determinação da sobrecarga de 10RM

Foram realizadas duas visitas ao laboratório para coletar os dados da pesquisa com um intervalo de 48h entre elas (Figura 1).

Na primeira visita foi efetuado o teste de dez repetições máximas (RM), na cadeira extensora (realizada unilateralmente, apenas com a membro preferido, previamente apontada pelo participante) para encontrar a carga máxima que seria usada nos protocolos, de acordo com o protocolo de Miranda e colaboradores (2013).

Os voluntários inicialmente realizaram um aquecimento com 12 repetições com carga de 40 a 60% estimada para 10 RM. Nas tentativas de 10RM, os intervalos foram fixados em cinco minutos, sendo permitidas, no máximo, três tentativas para identificação da carga.

Caso a carga não fosse encontrada, um novo dia de testes foi realizado com 48 horas de intervalo entre as sessões. A carga registrada foi determinada a partir do máximo obtido para realização de 10RM.

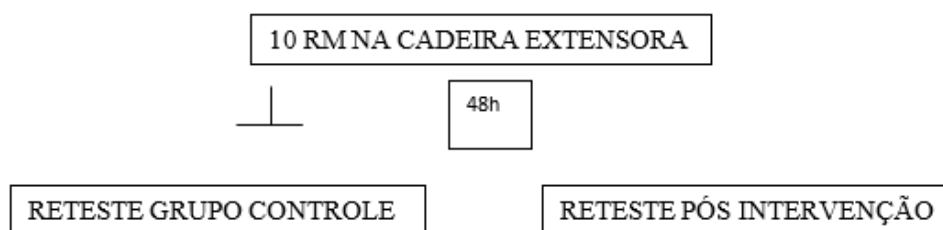


Figura 1 - Desenho Experimental.

Padrão de execução do Exercício Cadeira Extensora

Foram definidas as seguintes etapas para controlar a execução dos exercícios: a posição inicial e a execução do exercício, esta última compreendendo as fases concêntricas e excêntricas.

A posição inicial no exercício de cadeira extensora unilateral: O indivíduo sentado com as mãos apoiadas sobre o suporte manual, os joelhos em um ângulo de 90° medido com um goniômetro e foi colocado um limitador para a fase inicial do movimento de extensão.

Durante a fase concêntrica, os participantes realizavam a extensão completa do joelho do membro preferido, e durante a excêntrica, a flexão do joelho era controlada até a posição inicial.

Protocolo Experimental

Após a obtenção da carga para 10RM, foram realizados dois protocolos

experimentais, por dois grupos com 10 voluntários cada, são eles: a) protocolo tradicional (PT) - foram realizadas três séries na cadeira extensora até a falha concêntrica sem alongamento prévio, com intervalo de recuperação de um minuto entre cada série; b) protocolo facilitação neuromuscular proprioceptiva (GFNP) uma série de FNP contração-relaxamento foi aplicada nos músculos flexores de joelho (antagonistas), imediatamente seguida, por três séries até a falha concêntrica no exercício cadeira extensora, com intervalo de recuperação de um minuto entre cada série.

Foram adotadas cargas de 10RM em ambos os protocolos, sendo registrado o número máximo de repetições realizadas no exercício de extensão dos joelhos na cadeira extensora.

Os grupos foram divididos em Grupo Controle (GP), no qual realizaram as três séries do exercício seguindo o PT; e outro grupo (GFNP), que realizou as três séries do exercício seguindo o protocolo FNP no antagonista.

Protocolo de facilitação neuromuscular proprioceptiva

A aplicação da técnica de alongamento FNP de contração-relaxamento seguiu o protocolo de Gomes e colaboradores (2014). Para tal, o participante foi posicionado em decúbito dorsal com o quadril flexionado e o joelho estendido do membro preferido.

Então, o avaliador aplicou passivamente o alongamento nos flexores do joelho até atingir a amplitude do limiar de desconforto indicado pelo participante.

Ao atingir a amplitude, a posição foi mantida por 30 segundos, a seguir, este realizava uma contração de cinco segundos dos flexores do joelho que foi controlada mediante resistência imposta pelo avaliador.

Logo após essa contração isométrica, a musculatura foi de novo alongada passivamente pelo avaliador, encontrando-se então uma nova amplitude articular, que foi mantida por mais 30 segundos.

Estatística

Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk que determinou que os dados são paramétricos. Foi aplicado do teste de ANOVA com Post Hoc de Tukey para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Na tabela 1, são apresentados os valores médios e desvio padrão da idade, estatura, massa corporal e índice de massa corporal dos participantes da amostra do estudo.

A tabela 2 apresenta os resultados do desempenho de repetições máximas (RM) nos protocolos pós intervenção por facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) nos músculos flexores de joelho (GFNP), comparados aos encontrados no protocolo tradicional (PT) realizado pelo grupo controle.

Não houve diferença significativa no desempenho de RM do GFNP1 comparado ao PT1 ($p = 0,085$), GFNP2 comparado ao PT2 ($p = 0,072$) e no GFNP3 comparado ao PT3 ($p = 0,068$).

Tabela 1 - Caracterização da Amostra.

	Intervenção				Controle			
	Idade (anos)	Est (metros)	MC (Kg)	IMC	Idade (anos)	Est (metros)	MC (Kg)	IMC
Média	28,2	1,8	85	26,19	22,4	1,725	73,75	24,7
DP	6,65	0,078	13,18	3,53	2,63	0,057	10,72	2,74

Legenda: EST: estatura; MC: Massa corporal; IMC: Índice de Massa Corporal;

Tabela 2 - Valores de média e desvio-padrão do número de repetições encontrados nos testes.

	Intervenção				Controle			
	SC	GFNP1	GFNP2	GFNP3	SC	PT1	PT2	PT3
Média	43,1	12,1	7,7	5,6	41	10,6	7,9	7,2
DP	10,97	2,77	2,83	2,12	8,31	1,35	2,28	1,75

Legenda: SC= Sobrecarga de 10RM; GFNP= Facilitação neuromuscular proprioceptiva nos antagonistas; PT= protocolo tradicional.

DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa no desempenho de RM na primeira série do grupo FNP para a primeira série do PT.

Esses resultados divergem dos resultados de diversos estudos que investigaram o efeito da pré-ativação dos antagonistas via técnicas de flexibilidade sobre a força dos agonistas (Corrêa e colaboradores, 2017; Gomes e colaboradores, 2014; Lima e

colaboradores, 2016; Miranda e colaboradores, 2015; Ruan, Zhang, Wu, 2017).

Também não foi verificada diferença significativa no desempenho de RM entre os protocolos GFNP e PT para a segunda e terceira série.

Miranda e colaboradores (2015), verificaram melhora significativa no desempenho de RM após alongamento estático com duração de 40 segundos no final de dois minutos de intervalo entre as séries,

na musculatura antagonista, para os exercícios de remada sentada.

Esses resultados não corroboram com os achados pelo presente estudo que verificou a influência deste método no número de repetições realizadas.

O tempo de estímulo de alongamento pode ter sido um fator determinante para os resultados divergentes dos estudos.

Paz e colaboradores (2013b) verificaram diferentes métodos de pré ativação do antagonista no exercício remada sentada, sendo aplicados o método FNP, onde o indivíduo alongou em sua maior amplitude os músculos antagonistas durante 20 segundos e realizou uma contração isométrica também de 20 segundos, foi aplicado também o protocolo de alongamento estático de 40 segundos, sendo aplicados nos músculos do peitoral maior e o protocolo pareado antagonista-antagonista no supino reto, onde foi encontrado aumento na produção de força dos músculos agonistas nos protocolos de alongamento estático e pareado agonista-antagonista, porém o método FNP não demonstrou mudança na produção de força quando aplicado nos antagonistas, onde corroboram com os resultados do presente estudo, no entanto resultados encontrados por Paz e colaboradores (2013a) que também não observou melhora na força isométrica no exercício de remada sentada após a aplicação da FNP nos antagonistas.

Os dois estudos utilizaram os mesmos exercícios, porém avaliações de desempenho diferentes, sugerindo assim que o grupamento muscular e a mecânica do movimento pode ser fator determinante para a influência da FNP.

A não alteração de forma significativa de RM na primeira série após o protocolo FNPAT verificado no presente estudo, diverge dos resultados encontrados por Gomes e colaboradores (2014).

No estudo dos autores citados o número de repetições máximas na mesa flexora foi significativamente maior quando a FNP *contract-relax*, que consistiu de três séries de alongamento de 4 segundos na musculatura extensora do joelho e em seguida uma força isométrica durante 6 segundos comparada ao grupo controle e ao grupo que teve a FNP aplicada na musculatura flexora de joelhos. Os protocolos distintos de FNP podem explicar essa diferença nos resultados.

Porém, algumas limitações podem ser consideradas no presente estudo, como o

número de avaliados, ausência de outros instrumentos para avaliação dos resultados como marcadores bioquímicos, lactato e EMG, além da não verificação do tempo sob tensão antes e após a aplicação do FNP.

CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo indicam que não há benefícios com a aplicação prévia da FNP nos músculos antagonistas (flexores de joelho) sobre o número de RM para o exercício cadeira extensora.

Sendo assim, de acordo com esses resultados, o uso do método de FNP aplicado nos flexores do joelho não se justifica quando o objetivo do treinamento for o aumento de força de extensão.

Por fim, novos estudos são sugeridos, com maior número de participantes, grupamentos musculares diferentes e diferentes métodos de avaliação e exercícios.

REFERENCIAS

- 1-American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins. 2013.
- 2-Alemdaroğlu, U.; Köklü, Y.; Koz, M. The acute effect of different stretching methods on sprint performance in taekwondo practitioners. The Journal of sports medicine and physical fitness. Vol. 57. Num. 9. 2017. p. 1104-1110.
- 3-Bagrichesky, M. O Desenvolvimento da flexibilidade: Uma análise teórica de mecanismos neurais intervenientes. Revista Brasileira de Ciências do Esporte. Vol. 24. Num. 1. 2002. p. 199-210.
- 4-Conselho Nacional de Saúde Resolução nº 466/2012 Sobre respeito pela dignidade humana e pela especial proteção de vida aos participantes de pesquisas científicas envolvendo seres humanos. Brasília. Ministério da Saúde. 2012.
- 5-Corrêa, M.G.; Carvalho, É.R.; Borges, E.N.; Oliveira E.; Araújo, F.D. Efeitos do método pareado agonista-antagonista utilizando séries múltiplas sobre o desempenho de repetições máximas para membros inferiores. Conscientiae saúde. Vol. 16. Num. 4. 2017. p. 409-416.

6-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. *Conscientiae saúde*. Vol. 13. Num. 2. 2014. p. 252-258.

7-Lima, R.; Nasser, I.; Paz, G.; Maia, M.; Miranda, H.; Lima, V. Efeito da pré-ativação dos antagonistas sobre a determinação da carga no teste de 10 repetições máximas no exercício supino reto. *Conscientiae saúde*. Vol. 15. Num. 1. 2016. p. 71 - 77

8-Loughran, M.; Glasgow, P.; Bleakley, C.; McVeigh, J. The effects of a combined static-dynamic stretching protocol on athletic performance in elite Gaelic footballers: A randomised controlled crossover trial. *Physical Therapy in Sport*. Vol. 25. 2017. p. 47-54.

9-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*. Vol. 21. Num. 4. 2013. p.355-366.

10-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.

11-Paula, O.L.; Vieira, L.H.P.; Aquino, R.; Manechini, J.P.V.; Santiago, P.R.P.; Puggina, E.F. Acute Effects of Active, Ballistic, Passive And Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Streching On Sprint And Vertical Jump Performance In Trained Young Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research*. 2017.

12-Paz, G.A.; Maia, M.F.; Santiago, F.L.S.; Lima, V.P.; Miranda, H.L. Efeito da facilitação neuromuscular proprioceptiva e pré-ativação dinâmica dos antagonistas sobre a força isométrica máxima e sinaleletromiográfico. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 21. Num. 2. 2013a. p. 71-81.

13-Paz, G.A.; Willardson, J.M.; Simão, R.; Miranda, H. Effects of different antagonist protocols on repetition performance and

muscle activation-original research. *Medicina Sportiva*. vol. 17. Num. 3. 2013b. p.106-112.

14-Paz, G.A.; Robbins, D.W.; Oliveira, C.G.; Bottaro, M.; Miranda, H. Volume Load and Neuromuscular Fatigue During an Acute Bout of Agonist-Antagonist Paired-Set vs. Traditional-Set Training. *Journal of strength and conditioning research*. Vol. 31. Num. 10. 2017. p. 2777-2784.

15-Ruan, M.; Zhang, Q.; Wu, X. Acute Effects of Static Stretching of Hamstring on Performance and Anterior Cruciate Ligament Injury Risk During Stop-Jump and Cutting Tasks in Female Athletes. *Journal of strength and conditioning research*. Vol. 31. Num. 5. 2017. p. 1241.

16-World Medical Association. Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. 2009.

E-mails dos autores:

carloveduardo.ef2013@gmail.com
Renanguapyassu@gmail.com
profjurandirsilva@hotmail.com
gabriel.andrade.paz@gmail.com
professorfranklin.fg@gmail.com
rodrigovale@globo.com
rodolfoalkmim@gmail.com
professorvicentelima@gmail.com

Endereço para correspondência:

Jurandir Baptista da Silva
 Estrada Pacheco de Carvalho, nº1251.
 Maceió, Niterói-RJ, Brasil.

Recebido para publicação 04/08/2018

Aceito em 16/04/2019