

EFEITO DA FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA-3S NOS ANTAGONISTAS SOBRE A DETERMINAÇÃO DA CARGA NO TESTE DE 10RM

THE EFFECT OF ANTAGONIST PROPRIOCEPTIVE-3S NEUROMUSCULAR FACILITATION ON DETERMINING THE LOADS OF 10RM TEST

Rodrigo Haua¹, Gabriel Andrade Paz², Marianna de Freitas Maia²,
Vicente Pinheiro Lima³, Samária Ali Cader⁴, Estélio Henrique Martins Dantas⁵

¹Mestrando em Medicina Esportiva pela Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción – Asunción, Paraguai.

²Mestrando em Biodinâmica do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

³Professor Mestre do Curso de Graduação em Educação Física da Universidade Castelo Branco – Rio de Janeiro (RJ).

⁴Doutora em Medicina do Esporte pela Universidad Nuestra Señora de la Asunción – Asunción, Paraguai.

⁵Doutor Livre Docente em Educação Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Data de entrada do artigo: 25/12/2012

Data de aceite do artigo: 02/04/2013

RESUMO

Introdução: Evidências prévias indicam que o treinamento de flexibilidade promove efeito deletério sobre a força muscular, todavia são escassos achados relacionados aos efeitos potenciais de exercícios de alongamento muscular nos antagonistas sobre o desempenho dos agonistas. **Objetivo:** Verificar o efeito do método de facilitação neuromuscular proprioceptiva-3S (FNP-3S) nos músculos antagonistas sobre a determinação da carga de 10 repetições máximas (RM) dos músculos agonistas no exercício de remada aberta sentada com pegada pronada (RA). Dezoito sujeitos (25±5 anos de idade) do sexo masculino, praticantes de treinamento de força há no mínimo um ano, participaram do estudo. **Materiais e Métodos:** Dois protocolos foram aplicados para determinação das cargas de 10RM: (1) protocolo tradicional (TRAD) — teste e reteste de 10RM na RA; (2) protocolo FNP-3S nos antagonistas (FNPA) — foi aplicada uma série de FNP-3S nos antagonistas (peitorais) antes de cada tentativa de determinação de carga no teste de 10RM. Ao final de cada protocolo, registrou-se a sobrecarga e tempo de tensão (TT). **Resultados:** Houve aumento significativo na sobrecarga obtida durante o teste de 10RM no protocolo FNPA (54,3±7,9 kg) quando comparado ao protocolo TRAD (47,94±8,77 kg) de acordo com o teste T pareado (p<0,05). Não houve diferença significativa no TT entre os protocolos. **Conclusão:** O método FNP-3S aplicado nos músculos antagonistas promoveu aumento significativo na sobrecarga de 10RM. Sugere-se a utilização desse método em novas pesquisas, a fim de possibilitar o surgimento de evidências que venham a contribuir para a obtenção de melhores resultados em programas de treinamento e reabilitação.

Palavras-chave: exercícios de alongamento muscular; educação e treinamento físico; força muscular.

ABSTRACT

Introduction: Previous studies indicate that flexibility training promotes deleterious effect on muscle strength, however there is scant evidence related to the potential effects of antagonist stretching exercises on the strength performance of the agonist muscles. **Objective:** To determine the effect of method-3S of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF-3S) in the antagonistic muscles on determining the load of 10 repetition maximum (RM) of agonist muscles in the exercise of wide grip seated row (SR). Eighteen subjects (25±5 years) male practitioners of resistance training for at least one year participated in this study. **Materials and Methods:** Two protocols were applied to determine the 10RM loads: (1) traditional protocol (TRAD) — test and retest of 10RM in SR; (2) protocol on FNP-3S antagonists (PNFA) — it was applied a set of PNF-3S in the antagonists (pectoral major) before each attempt to determine the load on 10RM test. At the end of each protocol, it was recorded the load and time of tension (TT). **Results:** There was significant increase in load obtained during 10RM test protocol PNFA (54.3±7.9 kg) compared to TRAD protocol (47.94±8.77 kg) according to the paired t test (p<0.05). There was no significant difference in TT between protocols. **Conclusion:** The method antagonist FNP-3S promoted an immediate significant increase in load for 10RM. It is suggested to use this method in new studies, enabling the development of evidences which will help to achieve better results in training and rehabilitation programs.

Keywords: muscle stretching exercises; physical education and training; muscle strength.

1. INTRODUÇÃO

A flexibilidade pode ser conceituada como propriedades morfofuncionais do aparato motor e de suporte que determinam a amplitude de movimentos¹, e suas manifestações visam obter maiores amplitudes de arco de movimento articular superiores aos originais. É caracterizada fisiologicamente por provocar a ação de órgãos proprioceptores, como o fuso muscular e órgãos tendinosos de Golgi (OTG)².

Entre as técnicas de treinamento de flexibilidade, destaca-se a facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) que utiliza a influência recíproca entre o fuso muscular e o OTG, possibilitando obter maiores amplitudes de movimento quando comparada com outros métodos, como alongamento estático e balístico³. Uma das técnicas FNP mais difundidas e aplicadas nas áreas de treinamento desportivo e reabilitação é a FNP-3S, que é caracterizada por mover passivamente a articulação até o limiar de amplitude do indivíduo. Em seguida, o avaliador realiza uma ação muscular isométrica máxima e, por fim, o avaliador amplia o arco articular além do limite da amplitude original⁴.

Todavia, evidências prévias indicam que exercícios de alongamento muscular realizados antes de exercícios resistidos podem promover efeitos deletérios significativos na força, na potência e no torque muscular⁵⁻⁸, contudo outras evidências não indicaram qualquer alteração⁹. Quanto à aplicação da técnica de FNP antes de exercícios resistidos, alguns autores observaram-se redução significativa na produção de força muscular¹⁰⁻¹², entretanto outros estudos não observaram alteração significativa^{13,14}. Assim, dois mecanismos podem estar associados à redução de ativação e produção de força dos músculos alongados. O primeiro mecanismo é baseado na redução da rigidez e no aumento do comprimento entre os sarcômeros em repouso, que podem alterar a relação de comprimento-tensão do músculo^{6,8,11}. O segundo mecanismo envolve fatores neurais e baseia-se na redução do recrutamento de unidades motoras e/ou redução no disparo do fuso muscular^{6,8,9}.

Recentemente, Sandberg et al.¹⁵ aplicaram alongamento estático passivo nos músculos antagonistas (flexores do joelho e dorsiflexores) e verificaram melhora significativa no desempenho do salto vertical e torque isocinético, indicando que possivelmente a inibição neural dos antagonistas por meio do alongamento muscular pode contribuir para melhorar o desempenho de força e atividade neural dos agonistas. Paz et al.¹⁶ aplicaram a técnica de FNP de contração-relaxamento nos músculos antagonistas (peitorais) antes de uma série com cargas de 10 repetições máximas (RM) no exercício de remada aberta sentada e observaram aumento significativo no número de repetições realizadas e sinal eletromiográfico (EMG) dos agonistas (latíssimo do dorso e bíceps

braquial), comparado ao protocolo sem pré-ativação dos antagonistas via FNP.

Diversos estudos investigaram os efeitos de técnicas de alongamento muscular aplicadas nos músculos agonistas sobre o desempenho muscular deles^{5-7,10-13}. Evidências recentes na literatura científica sugerem a possibilidade de melhorar o desempenho dos músculos agonistas por meio da pré-ativação dos músculos antagonistas via técnicas de flexibilidade, como a FNP^{15,16}. Adicionalmente, dados relacionados à influência da FNP aplicada nos músculos antagonistas sobre a força muscular dos músculos agonistas pode gerar informações relevantes a serem consideradas durante a elaboração de programas de treinamento de força ou reabilitação. Dessa forma, o estudo justifica-se, pois as evidências possivelmente auxiliarão educadores físicos e outros profissionais da área da Saúde a desempenharem suas tarefas de trabalho com melhores condições de intervenção.

Logo, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da técnica de treinamento de flexibilidade FNP-3S aplicada nos músculos antagonistas (peitorais) sobre a determinação da carga no teste de 10RM no exercício de remada aberta sentada com pegada pronada (RA).

2. MÉTODOS

2.1 Amostra

O número amostral foi selecionado de forma não probabilística e intencional, uma vez que os sujeitos que fizeram parte da amostra eram voluntários. Foram incluídos no estudo 18 sujeitos (25±5 anos, 75,3±4,9 kg, 175±5,9 cm e 24,9±2,1 kg/m² de índice de massa corporal) praticantes de treinamento de força há pelo menos um ano, com frequência semanal mínima de três sessões, utilizando cargas entre 10–15 RM e intervalos de recuperação de dois minutos entre as séries e exercícios. Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: (a) problemas osteomioarticulares ou metabólicos que limitassem ou contraindicassem a prática dos exercícios programados; (b) quadro de infarto há pelo menos dois anos, insuficiência cardíaca, cardiopatia isquêmica ou angina instável; (c) participação em outros programas regulares de exercícios; (d) uso de substâncias ergogênicas. Antes de começar o teste, todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no qual constava que eles permanecerão em anonimato, e que serão usados para publicação somente os dados estatísticos.

Como se trata de pesquisa com seres humanos, foi desenvolvida conforme legislação específica — Lei nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil, de 10 de outubro de 1996 —, e foi aprovada

pelo Comitê de Ética em pesquisa envolvendo seres humanos, da Rede Euroamericana de Motricidade Humana, número 09/2009.

2.2 Procedimentos

Para realização do exercício de RA, foi utilizado um aparelho específico articulado, da marca Total Health, anilhas de 20, 10, 5, 2 e 1 kg para ajuste de sobrecarga, goniômetro de aço inox da marca Basile-Stanless com 180° de amplitude para ajuste dos voluntários no aparelho. A presente pesquisa foi desenvolvida em quatro sessões (teste e reteste), com um intervalo de 48 horas entre as sessões, adotando-se entrada contrabalanceada e alternada para os protocolos de teste.

2.3 Determinação das cargas de 10 repetições máximas

As cargas para 10RM foram determinadas para cada sujeito no exercício de RA em duas condições distintas com intervalo de 48 horas entre as sessões de teste. No protocolo tradicional (TRAD), o teste de 10RM foi realizado seguindo o protocolo proposto por Baechle e Earle¹⁷. O objetivo do teste foi identificar a carga máxima a ser utilizada para realizar 10RM. Para tal, no máximo três tentativas foram permitidas por sessão de teste. A carga inicial foi estimada de acordo com o peso habitualmente utilizado nas sessões de treinamento de cada indivíduo. O teste foi interrompido no momento em que os avaliados executavam o movimento com a técnica incorreta do movimento e/ou quando ocorreram falhas concêntricas voluntárias em 10RM. Após o intervalo de 48–72 horas, foi realizado o reteste de 10RM, visando garantir a reprodutibilidade da medida.

2.4 Protocolo de 10RM com pré-ativação nos antagonistas por meio da FNP-3S

Em um dia distinto, o protocolo de 10RM foi realizado utilizando a pré-ativação dos antagonistas por meio da técnica de FNP-3S (FNPA). Os procedimentos adotados neste protocolo foram similares ao TRAD, exceto pela aplicação da técnica de FNP-3S nos músculos antagonistas (peitorais) antes de cada tentativa de realização de 10RM. A aplicação da técnica de FNP-3S foi realizada mediante a abdução horizontal dos ombros com os cotovelos em flexão promovida de forma passiva pelo avaliador, que apoiou as mãos no terço distal do braço¹, seguindo três passos: primeiro, realizar uma abdução horizontal dos ombros até o limiar de amplitude de cada indivíduo; segundo, realizar ação muscular isométrica máxima de 8 segundos de adução horizontal dos ombros; terceiro, realizar novamente uma abdução horizontal dos ombros, além do limite da amplitude original³, sem intervalo, se realizou a RA, visando realizar

o máximo de repetições até identificar a carga para 10RM. Após intervalo de 48–72 horas, foi realizado o reteste de 10RM baseado no FNPA, com a finalidade de garantir a reprodutibilidade da medida.

Visando reduzir a margem de erro nos testes, foram adotadas as seguintes estratégias nos protocolos TRAD e FNPA¹⁸: (a) instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste, para que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolveu 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; (e) as cargas adicionais utilizadas no estudo foram previamente aferidas em balança de precisão. Os intervalos entre as tentativas em cada exercício durante o teste de 10RM foram fixados entre três e cinco minutos.

Durante os testes, os voluntários foram o tempo todo observados e motivados pelo pesquisador. Com a finalidade de identificar a alteração no número de repetições máximas no exercício de RA após a aplicação do método FNP-3s nos músculos adutores horizontal do ombro, em ambos os testes, foi controlado o tempo de tensão (TT) na RA para se observar a existência ou não de discrepâncias entre os membros da amostra, sendo que nesse estudo a velocidade solicitada foi à máxima. Em estudo de Pereira e Gomes¹⁹, foi verificado que não houve diferença significativa relacionada ao desempenho de repetições máximas, quando as estas foram realizadas em velocidades lentas e rápidas. Adicionalmente, os indivíduos foram orientados a não ingerir qualquer substância estimulante (cafeína ou álcool) e não realizar atividade física no dia anterior ou no dia dos testes.

As técnicas de execução dos exercícios foram padronizadas e seguidas em todos os testes. Para tal, no exercício de RA, o indivíduo permaneceu sentado no banco com os dois pés no chão e com o encosto apoiado no torác, de frente para o espelho para facilitar a visualização do movimento. A posição inicial foi regulada a fim de que os cotovelos ficassem na angulação 0°, com as mãos fazendo a pegada pronada nas barras, e a final, quando o indivíduo realizou a abdução horizontal com a articulação do ombro em abdução a 90°. A ação muscular na passagem da posição inicial para final é concêntrica e da final para inicial é excêntrica. No momento do teste, o indivíduo não retirou o peito do encosto.

2.5 Análise estatística

O tratamento estatístico foi realizado no *software* SPSS versão 20.0 (Chicago, IL, USA). A análise estatística foi

realizada inicialmente utilizando o teste Shapiro-Wilk de normalidade e teste de homocedasticidade (critério Bartlett). Todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homocedasticidade. O coeficiente de correlação intraclasse foi calculado para garantir a reprodutibilidade das medidas obtidas no TRAD e FNPA em relação ao teste de 10RM. O teste T pareado foi aplicado para verificar se houve diferença na carga máxima obtida no teste de 10RM entre os protocolos adotados. No presente estudo, foi adotado o valor de $p < 0,05$ para todas as análises inferenciais.

3. RESULTADOS

O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi 0,91 e 0,98 para RA nos protocolos TRAD e FNPA, respectivamente. Os resultados são apresentados na Tabela 1 abaixo, de forma descritiva, pelos valores da média e o desvio-padrão da sobrecarga e TT nos protocolos TRAD e FNPA.

Como visto na Tabela 1, houve aumento significativo na sobrecarga obtida durante o teste de 10RM no protocolo no qual foi adotada a pré-ativação dos antagonistas (FNPA) quando comparado ao protocolo sem pré-ativação (TRAD). Em relação ao TT (Tabela 2), o teste T pareado não indicou diferença significativa entre o protocolo FNPA comparado ao protocolo TRAD.

4. DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi o aumento significativo na sobrecarga obtida no teste de 10RM após aplicação da técnica de FNP-3S nos músculos antagonistas (peitorais) antes de cada tentativa no exercício de RA, comparado ao protocolo sem pré-ativação (TRAD). Tais achados corroboram com estudos recentes que indicam efeitos potenciais associados à pré-ativação

dos músculos antagonistas sobre o desempenho muscular dos agonistas^{15,16,20,21}. Há de se considerar que no presente estudo os protocolos foram aplicados em aparelhos movidos por sistemas de roldanas, usualmente utilizados em centros de treinamento e reabilitação, facilitando a reprodutibilidade dos testes e protocolos em situações próximas da realidade dos praticantes de treinamento de força e população em geral.

Quanto ao TT, não foi observada diferença significativa entre os protocolos FNPA e TRAD. Destaca-se que o TT é uma variável associada ao acúmulo de metabólitos e liberações de mediadores químicos que desencadeiam a hipertrofia muscular¹⁹, e apresenta uma relação direta para com a carga (intensidade) de treinamento e velocidade de execução dos exercícios¹⁶. Dessa forma, considerando que em ambos os protocolos o TT foi similar, possivelmente a velocidade de execução dos exercícios não interferiu no recrutamento de unidades motoras e desempenho muscular nos protocolos FNPA e TRAD.

Como visto no protocolo FNPA, foi observado aumento significativo na sobrecarga obtida para 10RM comparada ao TRAD. Tais achados indicam que a pré-ativação dos antagonistas pode promover melhora significativa no desempenho muscular. Sandberg et al.¹⁵ aplicaram alongamento estático nos antagonistas (flexores do joelho e dorsiflexores) e observaram melhora significativa no desempenho muscular dos agonistas durante o salto vertical e torque isocinético extensor, todavia os autores não observaram diferença significativa no sinal EMG dos agonistas. De acordo com Sandberg et al.¹⁵, o acúmulo de energia elástica e alterações morfológicas promovidas pela aplicação do alongamento estático nos antagonistas pode estar associado à melhora no desempenho muscular.

Recentemente, Paz et al.¹⁶ verificaram aumento significativo no número de repetições completadas e sinal EMG dos agonistas (latíssimo do dorso e bíceps braquial) no exercício de RA após aplicação da FNP contração-relaxamento nos antagonistas (peitorais)

Tabela 1: Valores da sobrecarga de dez repetições máximas nos protocolos de teste de dez repetições máximas sem pré-ativação e teste de dez repetições máximas com pré-ativação por meio de FNP-3S.

	TRAD (kg)	FNPA (kg)	Valor p
Média±desvio-padrão	47,94±8,77	54,3±7,9*	0,001

*Diferença significativa na sobrecarga (kg) entre FNPA e TRAD ($p < 0,05$).

TRAD: teste de 10RM sem pré-ativação; FNPA: teste de 10RM com pré-ativação por meio de FNP-3S.

Tabela 2: Tempo de tensão nos protocolos de teste de dez repetições máximas sem pré-ativação e teste de dez repetições máximas com pré-ativação por meio de FNP-3S.

	TRAD (seg)	FNPA (seg)	Valor p
Média±desvio-padrão	18,67±2,05	20,4±2,70	0,072

TRAD: teste de 10RM sem pré-ativação; FNPA: teste de 10RM com pré-ativação por meio de FNP-3S.

comparados ao protocolo sem aplicação do alongamento muscular com cargas de 10RM. Paz et al.¹⁶ sugerem que a técnica de FNP aplicada nos antagonistas pode induzir um aumento no estímulo neural (recrutamento de unidades motoras) dos agonistas por meio do retardamento no ponto de disparo do fuso muscular promovido nos antagonistas durante a pré-ativação.

Nesse sentido, alguns mecanismos são descritos na literatura científica como responsáveis pelas alterações agudas na produção de força muscular após exercícios de alongamento. Dentre eles, destacam-se a redução na rigidez e o aumento do comprimento entre os sarcômeros em repouso, que podem alterar a relação de comprimento-tensão do músculo¹¹. O segundo mecanismo envolve fatores neurais e baseia-se na redução do recrutamento de unidades motoras e/ou redução no disparo do fuso muscular dos músculos alongados^{6,11}. Adicionalmente, no presente estudo, realizou-se FNP-3S apenas nos músculos peitorais, pois esse grupamento é o principal antagonista no movimento de abdução horizontal dos ombros durante o exercício de RA. Todavia, a aplicação de FNP-3S no tríceps braquial (antagonista do bíceps braquial) poderia interferir nos resultados, considerando que o tríceps braquial é um dos músculos sinergistas durante o movimento de abdução horizontal dos ombros, bem como a ordem dos exercícios de FNP-3S (tríceps e peitorais) poderia influenciar no desempenho do teste de 10RM.

Quanto ao efeito da técnica de FNP sobre a produção de força muscular, Bagrichevsky² descreve um aumento na estimulação dos reflexos proprioceptivos durante as solicitações mecânicas do tecido muscular, que possibilitam interferir no processo de inibição reflexa do músculo, minimizando-o durante o desempenho. Cramer et al.²² analisaram o efeito do alongamento estático antes da realização de uma extensão de joelho em aparelho isocinético nos membros dominante e não dominante, e em velocidade lenta e rápida, verificando diminuição de força em ambos os membros e velocidades, levantando a hipótese de que a diminuição deve-se à alteração na relação tensão-comprimento e no mecanismo inibitório do sistema nervoso central. Outro fator que pode promover a redução na produção de força muscular é baseado no aumento da tensão passiva do músculo ao agir sobre os OTG, que provoca a liberação do neuromediador inibitório Gama-Amino-Butírico na medula, provocando diminuição da força³. Tais hipóteses corroboram com estudo de Youdas et al.²³, que aplicaram diferentes técnicas de FNP em indivíduos saudáveis com limitação de amplitude na extensão do joelho e observaram que, após a aplicação de FNP de contração-relaxamento nos músculos antagonistas (Ísquiotibiais), ocorreu redução na atividade EMG dos Ísquiotibiais e aumento da amplitude da extensão do joelho.

Destaca-se que, até o momento, não foram encontrados estudos que apresentaram modelo metodológico semelhante ao aplicado no presente estudo. Ainda sim, alguns autores investigaram o efeito da pré-ativação dos antagonistas sobre a força e desempenho muscular dos agonistas, indicando alguns mecanismos intervenientes nessa condição. Jeon et al.²⁴ investigaram o efeito de ações recíprocas entre agonistas e antagonistas por meio da execução de uma série com cinco repetições máximas, enfocando apenas a compreensão dos efeitos de diferentes velocidades (100, 200 e 300°/s). Os autores observaram que a transição imediata entre flexão e extensão do joelho promoveu melhora no torque extensor e, ao que parece, o ganho de força observado foi resultado da facilitação neural advinda dos fusos musculares, que ocorreu nas amplitudes iniciais do movimento de extensão.

Contrariamente aos resultados observados no presente estudo, Maynard e Ebben²⁵ verificaram que cinco repetições prévias de flexão do joelho, seguidas por uma série de extensão do joelho, promoveram redução do torque isocinético extensor e potência dos agonistas, entretanto não foi verificada alteração no sinal EMG. Ainda sim, no estudo de Maynard e Ebben²⁵, foram aplicados quatro exercícios de alongamento estático nos agonistas durante o aquecimento. Tal procedimento possivelmente pode ter influenciado os resultados obtidos, considerando as evidências prévias que verificaram efeitos deletérios sobre a força dos músculos alongados^{6-8,10,12,13}.

Contudo, ainda não há evidências suficientes que suportem a hipótese baseada na inibição neurológica dos antagonistas. Robbins et al.²¹, em estudo que investigou o efeito da pré-ativação dos antagonistas no exercício de remada na barra longa sobre a potência muscular dos agonistas, por meio de lançamentos no supino reto com 40% de 1RM comparado ao protocolo sem pré-ativação, não observou diferença significativa na potência muscular nem no sinal EMG. Uma das hipóteses consideradas é que possivelmente a pré-ativação por meio de 4RM não promoveu alterações no padrão trifásico de ativação (agonista-antagonista-antagonista). Destaca-se que alguns autores descrevem uma possível interrupção ou pausa na fase de ativação dos antagonistas durante o padrão trifásico^{26,27}, porém essa condição é frequentemente observada quando a pré-ativação é realizada por meio de movimentos balísticos²⁰.

Uma das limitações do presente estudo foi não utilizar instrumentações, como a eletromiografia, para avaliar as respostas neuromusculares associadas aos estímulos impostos, bem como o número reduzido da amostra que limita a validade externa das descobertas do estudo. Adicionalmente, os benefícios potenciais obtidos a partir de efeitos agudos da FNP-3S aplicada nos antagonistas observados no presente estudo não refletem necessariamente a reprodutibilidade dos

dados em estudos de efeitos crônicos, tornando-se necessária a realização de estudos que investiguem essa condição.

5. CONCLUSÃO

Como visto no presente estudo, a aplicação da técnica de FNP-3S nos antagonistas (peitorais) promoveu aumento significativo no desempenho muscular dos agonistas no exercício de RA durante o teste de 10RM. Tal achado sugere uma nova possibilidade de implementar exercícios de alongamento muscular, utilizando técnicas como a FNP, visando à melhora no desempenho muscular. Há de se considerar que as

evidências encontradas no presente estudo podem auxiliar educadores físicos e outros profissionais da área da Saúde durante a elaboração de programas de exercícios físicos direcionados para o treinamento e a reabilitação. Entretanto, ainda não estão claros os mecanismos associados aos efeitos da FNP aplicada nos músculos antagonistas sobre o recrutamento de unidades motoras e redução da coativação. Ainda sim, outros fatores, como duração dos exercícios de alongamento, número de repetições e intervalo entre as séries e exercício, podem exercer influência direta nessa relação. Portanto, em pesquisas futuras, sugere-se a manipulação das variáveis supracitadas associadas ao desempenho físico em outros grupos musculares, visando ampliar a lacuna de conhecimento relacionada à pré-ativação dos músculos antagonistas.

REFERÊNCIAS

- Bradley PS, Olsen PD, Portas MD. The effect of static, ballistic and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2007 Feb; 21(1):223-6.
- Bagrichevsky M. O Desenvolvimento da flexibilidade: Uma análise teórica de mecanismos neurais intervenientes. *Rev Bras Cie Esp.* 2002. 24(1):199-210.
- Cornwell A, Nelson G, Sidaway B. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur J Appl Physiol.* 2002 Mar; 86(5):428-34.
- Wallmann HW, Gillis CB, Martinez NJ. The effects of different stretching techniques of the quadriceps muscles on agility performance in female collegiate soccer athletes: a pilot study. *N Am J Sports Phys Ther.* 2008 Feb; 3(1):41-7.
- Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young WB. An Acute Bout of Static Stretching: Effects on Force and Jumping Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Aug; 36(8):1389-96.
- Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, Fleck SJ, Franklin B, Fry AC, Hoffman JR, Newton RU, Potteiger J, Stone MH, Ratamess NA, Triplett-McBride T. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Feb; 34(2):364-80.
- Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. *J Appl Physiol.* 2000 Sep; 89(3):1179-88.
- Nelson AG, Kokkonen J, Arnall DA. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *J Strength Cond Res.* 2005 May; 19(2):338-43.
- Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther.* 2009 Jan; 13(1):11-2.
- Ogura Y, Miyahara Y, Naito H, Katamoto S, Aoki J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res.* 2007 Aug; 21(3):788-92.
- Marek SM, Cramer JT, Fincher AI, Massey II, Dangelmaier SM, Purkayastha S, Fitz KA, Culbertson JY. Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. *J Athl Train.* 2005 Jun; 40(2):94-103.
- Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, Oliveira CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond Res.* 2008 Nov; 22(6):1832-7.
- McBride JM, Deane R, Nimphius N. Effect of stretching on agonist-antagonist muscle activity and muscle force output during single and multiple joint isometric contractions. *Scand J Med Sci. Sports* 2007 Feb; 17(1):54-60.
- Higgs F, Winter SL. The effect of a four-week proprioceptive neuromuscular facilitation stretching program on isokinetic torque production. *J Strength Cond Res.* 2009 Aug; 23(5):1442-7.
- Sandberg JB, Wagner DR, Willardson JM, Smith GA. Acute effects of antagonist stretching on jump height, torque and electromyography of agonist musculature. *J Strength Cond Res.* 2012 May; 26(5):1249-56.

REFERÊNCIAS

16. Paz GA, Maia MF, Lima VP, Oliveira CG, Bezerra E, Simão R, Miranda H. Maximal exercise performance and electromyography responses after antagonist neuromuscular proprioceptive facilitation: a pilot study. *JEPonline*. 2012; 15(6):60-7.
17. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign: Human Kinetics; 2000.
18. Miranda H, Simao R, dos Santos Vigario P, de Salles BF, Pacheco MT, Willardson JM. Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. *J Strength Cond Res*. 2010 Jun; 24(6):1573-7.
19. Pereira MIR, Gomes PSC. Efeito do treinamento contra-resistência isotônico com duas velocidades de movimento sobre os ganhos de força. *Rev Bras Med Esp*. 2007; 13(2):91-6.
20. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. Effects of agonist-antagonist complex resistance training on upper body strength and power development. *J Sport Sci*. 2009 Dez; 27(14):1617-25.
21. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. Agonist-antagonist paired set resistance training: a brief review. *J Strength Cond Res*. 2010 Oct; 24(10):2873-82.
22. Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res*. 2004 May; 18(2):236-41.
23. Youdas JW, Haeflinger KM, Kreun MK, Holloway AM, Kramer CM, Hollman JH. The efficacy of two modified proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques in subjects with reduced hamstring muscle length. *Physiother Theory Pract*. 2010 May; 26(4):240-50.
24. Jeon HS, Trimble MH, Brunt D, Robinson ME. Facilitation of quadriceps activation following a concentrically controlled knee flexion movement: the influence of transition rate. *J Orthop and Sports Phys Ther*. 2001 Mar; 31(3):122-9.
25. Maynard J, Ebben W. The effects of antagonist pre-fatigue on agonist torque and electromyography. *J Strength Cond Res*. 2003 Aug; 17(3):469-74.
26. Baker D, Newton RU. Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. *J Strength Cond Res*. 2005 Feb; 19(1):202-5.
27. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009 Mar; 34(1):687-708.

Endereços para correspondência:**Rodrigo Haua**

rodrigohaua@hotmail.com |

Gabriel Andrade Paz

gabriel.andrade.paz@gmail.com

Marianna de Freitas Maia

E-mail – mariannamaia2@gmail.com |

Vicente Pinheiro Lima

professorvicentelima@gmail.com

Samária Ali Cader

samaria.cader@hotmail.com

Estélio Henrique Martins Dantas

estelio.dantas@unirio.br