

# Efeito da potencialização pós-ativação no torque isométrico do tríceps braquial em adultos

## *Effect of postactivation potentiation on isometric torque of the brachii triceps in adults*

Túlio Bernardo Macedo Alfano Moura<sup>1</sup>, Leonardo dos Santos Oliveira<sup>1</sup>, Bruno Secco Faquin<sup>1</sup>, Alexandre Jehan Marcori<sup>2</sup>, Victor Hugo Alves Okazaki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina – UEL/PR. Londrina, PR – Brasil.

<sup>2</sup>Mestrando em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina – UEL/PR. Londrina, PR – Brasil.

<sup>3</sup>Professor Doutor do curso de Educação Física na Universidade Estadual de Londrina – UEL/PR. Londrina, PR – Brasil.

### Endereço para Correspondência

Túlio Bernardo Macedo Alfano Moura  
Rua Delaine Negro, n.90, bloco C, AP.204  
86.055-680 - Londrina – PR [Brasil]  
tuliobernardo@gmail.com

### Resumo

**Objetivo:** Analisar o efeito de contrações voluntárias isométricas máximas e da eletroestimulação no torque isométrico e na ativação muscular do tríceps braquial em adultos fisicamente ativos. **Métodos:** Dezenove homens foram submetidos a testes de força isométrica (FI) como pré-teste, por meio de contração voluntária isométrica máxima durante 10 segundos e atividades condicionantes (ACs) randomizadas: isometrias durante 7, 10 e 12 segundos e eletroestimulação em 70 e 120Hz por 10 segundos cada. Após as ACs, foram realizadas duas contrações voluntárias isométricas máximas de 10 segundos com intervalo de 4 e 8 minutos, respectivamente. A atividade elétrica do tríceps braquial (porções medial e lateral) foi registrada. **Resultados:** Não foi verificado efeito em nenhuma das condições para o torque máximo ou médio, bem como para atividade elétrica do tríceps braquial ( $P>0,05$ ). **Conclusão:** O intervalo adotado entre as ACs e o teste de FI não foi suficiente para induzir a melhoria do torque isométrico.

**Descritores:** Contração isométrica; Estimulação elétrica; Força muscular.

### Abstract

**Objective:** To analyze the effect of maximal voluntary isometric contractions and of electrostimulation on isometric torque and muscle activation of the brachii triceps in physically active adult males. **Methods:** Nineteen men underwent isometric force tests as pre-test, through 10-second long maximal voluntary isometric contractions and conditioning activities randomized: isometric contraction during 7, 10 and 12 seconds and electric stimulation in 70 and 120 Hz for 10 seconds each. After the conditioning activities, two voluntary isometric contractions were performed for 10 seconds with interval of 4 and 8 minutes, respectively. The muscle electrical activity of brachii triceps (medial and lateral portion's) was measured. **Results:** It was not verified effect in any conditions to maximal or mean torque ( $P>0.05$ ), likewise to muscle electrical activity of brachii triceps ( $P>0.05$ ). **Conclusion:** The interval adopted among the conditioning activities and the isometric force test was not enough to induce the isometric torque improvement.

**Keywords:** Isometric contraction; Electric stimulation; Muscle strength.

## Introdução

A ocorrência da otimização aguda das capacidades contráteis musculares no desempenho esportivo e/ou no treinamento, após uma ou várias contrações máximas ou submáximas, tem sido amplamente estudada<sup>1,2</sup>. Diferentes estudos têm demonstrado que uma simples contração máxima (voluntária ou involuntária) é capaz de induzir uma maximização do pico de força, da taxa de produção de força, bem como do tempo de contração e de relaxamento muscular<sup>3-5</sup>. Este fenômeno é conhecido como potencialização pós-ativação (PPA), quando é induzido por uma contração voluntária, ou potencialização pós-tetânica (PPT), quando é induzido por uma contração tetânica involuntária<sup>6</sup>.

É comum identificar o conceito de PPA em vários estudos, de maneira que se possa explicar o aumento agudo de fatores de desempenho esportivo como a potência muscular, especialmente, em provas de corridas curtas, saltos, arremessos e lançamentos após uma atividade condicionante (AC)<sup>2</sup>. O efeito da PPA/PPT tem sido explicado a partir da fosforilação da mio-sina regulatória de cadeia leve, em que há uma alteração na formação de pontes cruzadas no processo de contração muscular<sup>1</sup>. Este processo pode ocorrer em contrações voluntárias de alta intensidade em exercícios concêntricos, excêntricos, do ciclo alongamento-encurtamento<sup>7</sup>, realizados com carga máxima ou próxima à máxima<sup>6</sup> ou que requeiram força isométrica em gestos motores específicos de modalidades como judô (pegada), ginástica artística (isometria) e levantamento do peso (manutenção da carga).

Não são apenas os exercícios que envolvem contrações voluntárias, no entanto, que podem aumentar o desempenho do indivíduo. A eletroestimulação tem sido empregada nos contextos clínicos e acadêmicos como um método efetivo de reabilitação e treinamento. A principal vantagem deste método centra-se no maior recrutamento de unidades motoras em fibras rápidas, auxiliando na geração de maior tensão muscular<sup>8</sup>. A PPT, por exemplo, ocorre com ativações realizadas por ele-

troestimulação (EE) de média e alta frequência. Investigações prévias têm demonstrado efeito significativo da PPT após EE em diferentes frequências<sup>9-11</sup>. Entretanto, Requena et al.<sup>12</sup> não encontraram diferença no desempenho do supino em cinco, oito e onze minutos após a EE de 100Hz. Do mesmo modo, Mola et al.<sup>13</sup> verificaram que a EE de 89Hz não aumentou o salto vertical, nem a atividade neuromuscular. Portanto, ainda não está claro qual frequência de EE pode proporcionar a melhora do desempenho.

Além disso, a PPA é significativamente modelada por fatores relacionados ao tipo, duração, intensidade e intervalo da AC, estado de treinamento do sujeito<sup>2</sup>, tipo de músculo<sup>14</sup>, entre outros. Do mesmo modo, sabe-se que o equilíbrio entre fadiga e potencialização são fatores chave para que uma AC possa desencadear os mecanismos de PPA<sup>1</sup>. Contudo, apesar do elevado número de estudos realizados para a análise de cada tipo de potencialização, pouco se sabe que método (EE ou CVIM) é mais efetivo em relação à uma atividade específica.

O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da estimulação elétrica e de contrações voluntárias isométricas máximas (CVIM) no torque isométrico e ativação muscular do tríceps braquial de homens adultos fisicamente ativos. Foi levantada a hipótese de que ambos os tipos de estímulos (EE e CVIM) aumentariam o torque isométrico e a ativação muscular da porção medial e lateral do tríceps braquial dos indivíduos, uma vez que a excitabilidade da unidade motora é um dos efeitos provenientes da potencialização. A corrente investigação pode fornecer informações sobre a eficácia de diferentes métodos para se induzir melhora no desempenho para membros superiores em atividades que requerem força isométrica.

## Métodos

### Participantes

Participaram do estudo 19 indivíduos adultos do sexo masculino (23±6 anos, 78.16±7.47kg,

1.79±0.07m), selecionados por conveniência. Foram incluídos indivíduos fisicamente ativos, por meio do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ-8, versão curta). O questionário é validado para a língua portuguesa<sup>15</sup> e sua versão apresenta oito perguntas com o intuito de determinar o nível de atividade. Além disto, os indivíduos não deveriam apresentar doenças neuromusculares autoreportadas que pudessem interferir no estudo. Foram excluídos os indivíduos: a) que não conseguiram manter um comportamento estável em seus níveis de força (30% CVIM) durante três séries de 10 segundos para o teste de isometria registrado por uma célula de carga (n=2); e b) que faziam uso de suplementos alimentares por conta dos possíveis efeitos ergogênicos na performance (n=1). Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado por um comitê de ética em pesquisa local (Processo nº 389.588 e CAAE nº 19844713.0.0000.5231).

## Desenho do estudo

Trata-se de um estudo crossover, em que os indivíduos foram submetidos a cinco sessões, com um intervalo de 48 horas entre elas. A primeira sessão foi destinada à familiarização dos procedimentos experimentais e realização do pré-teste, e as demais sessões foram individualmente randomizadas pelo método do quadrado latino<sup>16</sup> quanto ao tipo de estímulo (isometria ou eletroestimulação). Os participantes foram instruídos a não realizarem atividades físicas intensas, nem ingerirem bebidas alcoólicas 24 horas antes dos testes. A figura 1 apresenta o desenho experimental do estudo.

Para cada condição, foi analisado o torque ( $T$ ) máximo e médio, compreendidos entre o início e fim da ação, representados pelo produto da força ( $F$ ) registrada pela célula de carga pela distância ( $D$ ) entre a posição da alça no indivíduo (processo estilóide da ulna) e o ponto do eixo de rotação do cotovelo localizado no epicôndilo lateral do úmero ( $T = F \times D$ )<sup>17</sup>. Foi re-

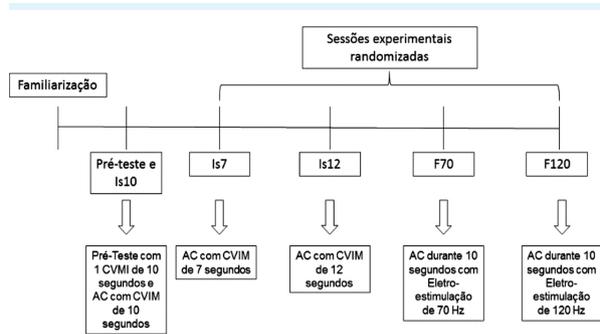


Figura 1: Desenho experimental.

CVIM – Contração voluntária isométrica máxima.

AC – Atividade condicionante.

alizado um pré-teste para a força isométrica do tríceps braquial, o qual também serviu como critério de exclusão para os participantes que apresentaram decréscimo em 30% do torque entre três séries de 10 segundos de CVIM. Nas sessões subsequentes, o teste de FI foi precedido por quatro atividades condicionantes (duas de isometria e duas de EE).-

## Protocolo de força isométrica

Após a sessão de familiarização, os participantes realizaram uma contração voluntária isométrica máxima (CVIM) por 10 segundos como pré-teste (PRE), que também serviu como AC para a primeira condição, Isometria de 10 segundos (Is10), em que foram realizadas duas tentativas com 10 segundos de duração e intervalos de 4 e 8 minutos após o pré-teste (1ª e 2ª tentativa, respectivamente). A realização destas três tentativas (uma de pré-teste e duas de Is10) fizeram parte dos critérios de exclusão do presente estudo. O valor da primeira CVIM constituiu o valor de referência do PRE para os níveis de força e torque.

A avaliação da força isométrica foi realizada por meio de uma célula de carga, com frequência de amostragem de 1000Hz (SML-100, Noraxon, EUA), acoplada à uma alça colocada na altura do processo estilóide da ulna e a um cabo de aço (11.5 x 13cm) de 3mm de diâmetro, sendo seguida da contração voluntária isométrica. Uma fita métrica flexível (Cardiomed,

Brasil) foi utilizada para medir a distância entre o centro articular do cotovelo e o processo estilóide da ulna para o cálculo do torque máximo e médio. Os participantes foram sentados em uma cadeira de costas para uma parede com ganchos de diferentes alturas ligados por uma alça de tecido especialmente confeccionada para o estudo. O braço foi apoiado em uma angulação de 90° com o antebraço e com o tronco para a realização das atividades (Figura 2). A posição para realização da atividade foi adotada de acordo com Konrad<sup>18</sup>.

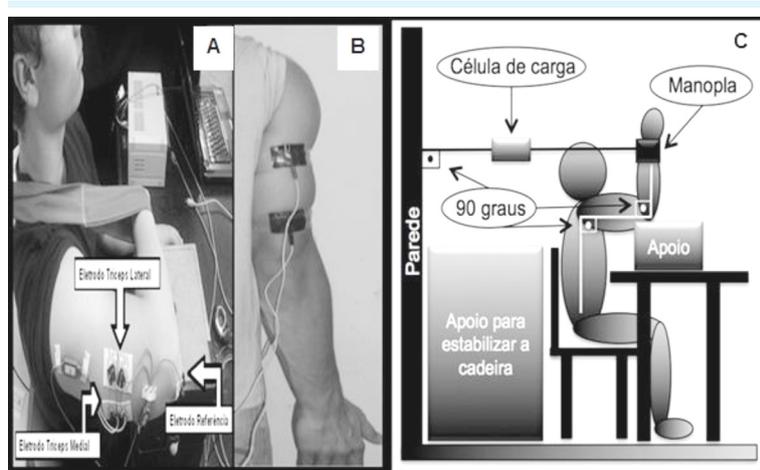


Figura 2: Posicionamento dos eletrodos da EMG no tríceps braquial (porção lateral e medial) em posição de descanso antes da realização da tarefa (A). Posição dos eletrodos da EE no tríceps braquial (B). Figura esquemática do posicionamento do indivíduo durante a coleta de dados (C).

Foram realizadas três sessões experimentais com contração voluntária isométrica como AC em três condições. A condição Is10 teve como AC a CVIM realizada durante 10 segundos. A condição de Is12 teve como AC a CVIM realizada durante 12 segundos. Por sua vez, a condição Is7 utilizou uma CVIM de apenas 7 segundos como AC. Após cada AC realizada, duas análises de FI foram realizadas depois de 4 minutos ( $t_{4min}$ ) e 8 minutos ( $t_{8min}$ ) em relação à AC, durante 10 segundos. Foram adotados estes intervalos pelo fato de a potencialização ser manifestada apenas três ou quatro minutos após contrações voluntárias como AC<sup>7</sup>.

## Protocolo de eletroestimulação

Os estímulos elétricos foram gerados por um sistema de correntes excitomotoras (STIMULUS-R, HTM, Brasil), sendo empregada a corrente russa (senoidal, pulso com tempo ON e OFF de 10ms cada) como AC. A percepção de dor do indivíduo em relação à Escala de Borg adaptada e validada para a língua portuguesa<sup>19</sup> na sessão de familiarização foi utilizada para modular a intensidade da corrente elétrica. Trata-se de uma escala que varia de 0 a 10 pontos, relacionada à percepção geral de empenho para realização de uma determinada tarefa<sup>19</sup>. Após a colocação dos eletrodos da EE, a intensidade da corrente foi aumentada gradativamente. Foi selecionada a intensidade de corrente correspondente à percepção de dor/esforço no valor "5" da escala, como indicado por Mola et al.<sup>13</sup>. Esta intensidade de corrente foi utilizada nas sessões seguintes que utilizaram a estimulação elétrica como AC. Foram realizadas duas condições com a EE como AC com frequências de 70 e 120Hz. Nestas condições, foram aplicadas eletroestimulações diretamente na musculatura do tríceps de modo a estimular o ventre muscular na porção medial e lateral. A colocação dos eletrodos foi realizada apenas por um único avaliador entre as condições experimentais. Nestas duas condições de AC foram realizados 10 segundos de uma única EE.

## EMG

A preparação da pele para todos os registros eletromiográficos incluiu tricotomia e assepsia com álcool 70%. Foram utilizados eletrodos ativos e bipolares (MSGST-06, Solidor, Brasil), com sensor Ag/Cl (2cm de distância entre os centros dos eletrodos ativos e pré-amplificados), além do eletrodo de referência (monopolar, ativo e pré-amplificado). Os eletrodos (3 x 4,5cm) foram colocados ao centro equidistante entre a crista

posterior do acrômio e o olécrano, de forma que se pudesse analisar o ventre muscular do tríceps braquial na porção medial e lateral, com o eletrodo de referência posicionado no olécrano, seguindo recomendações do SENIAM<sup>20</sup>. Para colocação dos eletrodos, o indivíduo foi sentado com o ombro em 90° de abdução, com o braço flexionado em 90° e palma da mão voltada para baixo. O posicionamento dos eletrodos no participante e a posição do participante durante a coleta de dados estão apresentados na figura 2.

A análise da ativação muscular foi realizada por meio de um eletromiógrafo de superfície Myosystem 1400A, (Noraxon, EUA) em conjunto com o software MyoResearch XP Master Edition v.1.08.16 (Noraxon, EUA), no qual os sinais da EMG e célula de carga foram sincronizados. Primeiramente, para o processamento dos sinais provenientes da EMG, realizou-se uma retificação e aplicação do filtro digital do tipo *Butterworth* de segunda ordem passa banda, com frequências de corte de 10 Hz e 500 Hz. A suavização foi realizada com filtro do tipo *Butterworth* passa baixa (janela de 100ms).

## Variáveis do estudo

As variáveis independentes foram as AC (frequência de estímulo da corrente elétrica e do tempo da CVIM) e fases de teste (pré-teste, pós-teste após 4 minutos e pós-teste após 8 minutos). As variáveis dependentes do estudo foram o torque máximo (pico do torque em N·m), o torque médio (torque isométrico médio em N·m) e a ativação muscular do tríceps nas porções lateral e medial por meio do *Root Mean Square* (RMS) da EMG (em  $\mu V$ ).

## Análise estatística

A distribuição normal (Teste de *Shapiro-Wilk*) foi confirmada para as variáveis de torque, mas não para o RMS do tríceps. Assim, os dados de torque foram reportados por média e desvio padrão, enquanto que os dados de RMS foram apresentados por mediana e intervalo in-

terquartil. Após confirmação do pressuposto de esfericidade (Teste de *Mauchly*), o efeito da potencialização no torque foi verificado por meio de análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas, com contraste planejado para a categoria de referência (PRE). Por sua vez, empregou-se o teste de *Friedman* para os dados de RMS, com *post hoc* de *Dunn*. A análise foi conduzida no programa IBM SPSS Statistics 22 (IBM, EUA), com significância adotada em 5% ( $P < 0,05$ ).

## Resultados

Não foi verificada potencialização pós-ativação em nenhuma das condições para o torque máximo,  $F_{(4,4, 79,5)} = 2,00$ ,  $P = 0,094$ , ou para o torque médio de membros superiores,  $F_{(4,5, 82,1)} = 2,107$ ,  $P = 0,078$  (Figura 3). Do mesmo modo, o efeito da potencialização não foi observado para os valores de RMS tanto do tríceps lateral, quanto do medial ( $P > 0,05$ ) (Figura 4).

## Discussão

Os resultados do presente estudo não demonstraram efeito de CVIM ou de EE sobre a PPA do torque isométrico no tríceps braquial de adultos jovens fisicamente ativos. Esta característica também pode ser observada a partir dos valores de RMS do tríceps lateral e medial. Assim, as ACs utilizadas no presente estudo não foram suficientes para induzir a melhora no torque isométrico, nem alterar os valores de RMS. Foi levantada a hipótese de que os dois tipos de estímulos, CVIM e EE, aumentariam o torque isométrico, porém esta proposição foi refutada.

A ausência no efeito da PPA também tem sido verificada em outros estudos<sup>7</sup>. Batista et al.<sup>7</sup> não encontraram efeito da PPA no teste de salto vertical após a realização de três CVIMs de cinco segundos de duração, utilizando o exercício *leg-press*. Segundo estes autores, o estado de treinamento dos sujeitos pode ter influenciado a queda de desempenho, uma vez que estes não

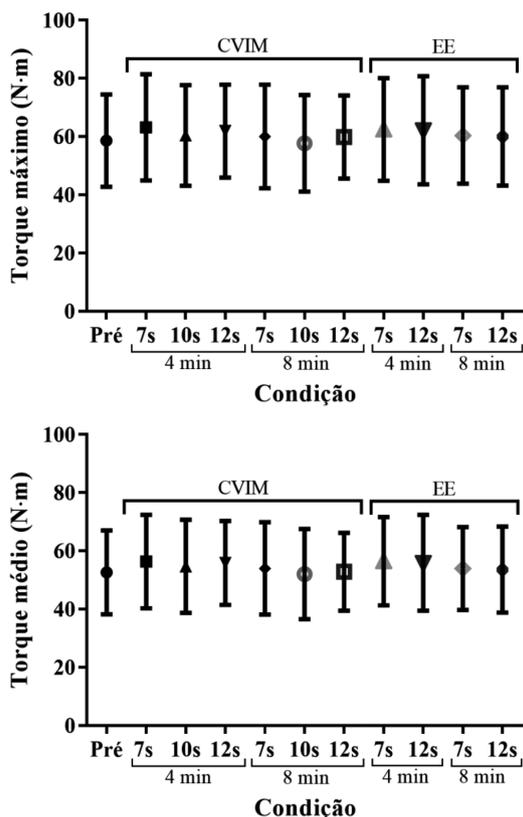


Figura 3: Torque máximo e médio (N·m) do tríceps braquial de adultos jovens fisicamente ativos em diferentes fases de contração voluntária isométrica máxima e de eletroestimulação (n=19). Dados apresentados por média e desvio padrão.

possuíam experiência em treinamento de força. Por sua vez, Tsolakis et al.<sup>21</sup>, também, não constataram efeito da PPA para membros superiores e inferiores após três CVIMs de três segundos.

Para as condições com CVIM utilizadas no presente estudo, a ausência no efeito da PPA foi explicada pela escolha do tempo utilizado para a manutenção da CVIM. O tempo de contração adotado pode ter gerado fadiga nestas condições e, conseqüentemente, não melhorou o desempenho da CVIM após quatro e oito minutos da realização da AC. De fato, mesmo os estudos citados anteriormente, cujo efeito da PPA foi significativo<sup>3,4</sup>, demonstraram este efeito em diferentes tempos de estímulo como AC. Assim, fica evidente que a escolha do período de tempo de estimulação também depende da tarefa realizada.

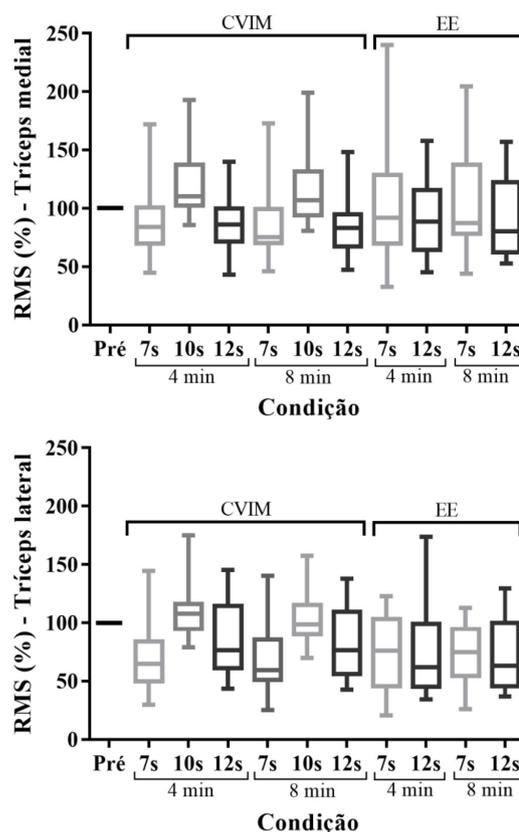


Figura 4: RMS do tríceps medial e lateral (em  $\mu\text{V}$ ) de adultos jovens fisicamente ativos em diferentes fases de contração voluntária isométrica máxima e de eletroestimulação (n=19).

Além disso, em nosso estudo, foi analisado o efeito da estimulação elétrica como AC. Assim como nas condições com CVIM, a EE (70 e 120Hz) não demonstrou efeito no período de tempo determinado. Outros estudos que analisaram o efeito da EE como AC também verificaram ausência da PPA. Requena et al.<sup>12</sup> verificaram que o desempenho no supino não aumentou após cinco, oito e onze minutos de EE com frequência de 100Hz no músculo peitoral maior e tríceps braquial. Conforme estes autores, as características morfológicas do músculo (tamanho das unidades motoras e tipos de fibra) de cada indivíduo influenciou o resultado, pois, foi encontrada grande variabilidade individual de respostas em relação ao estímulo. Do mesmo modo, Mola et al.<sup>13</sup> não constataram aumento na altura de salto vertical e

nos valores do RMS após EE de 89Hz no quadríceps femoral. A ausência de intervalo de tempo entre o estímulo elétrico e o teste de salto vertical foi apontada como fator de influência nos resultados encontrados, uma vez que os saltos foram realizados imediatamente após a EE.

Uma das possíveis explicações para a ausência no efeito da potencialização pós-EE na presente investigação centra-se no emprego da escala de dor para identificar a intensidade da corrente da EE, seguindo a mesma classificação adotada por Mola et al.<sup>13</sup>. Os autores indicaram que a intensidade do estímulo elétrico deve aumentar gradativamente até os indivíduos reportarem a classificação “5 – Forte”, de acordo com a escala de percepção subjetiva de dor. Contudo, no presente estudo, a intensidade da EE pode ter ultrapassado o limiar de tolerância à dor reportado pelos indivíduos, uma vez que estes não perceberam o início dos processos relacionados com a dor e a fadiga muscular. Além disto, outros fatores podem influenciar o aparecimento da potencialização, como o intervalo adotado entre a AC e o pós-teste.

Segundo Rassier e Macintosh<sup>22</sup>, dois processos ocorrem durante o estímulo: fadiga e potencialização. O acontecimento de um ou de outro processo é dependente do momento de avaliação do desempenho. De acordo com esses autores, quando a avaliação da PPA é realizada imediatamente após a AC, os efeitos da fadiga se sobrepõem aos efeitos da potencialização. No entanto, quando se adota um intervalo de três a cinco minutos, os efeitos da fadiga diminuem, ao passo que os efeitos da potencialização se manifestam. Em nosso estudo, os testes de FI foram realizados após quatro e oito minutos da realização da AC e não foi encontrado aumento do desempenho após realização das ACs. Desta forma, os intervalos adotados parecem não ter sido suficientes para desencadear a melhora da performance. Além dos fatores anteriormente apresentados como intervenientes na PPA, tem sido apontado que o nível de treinamento dos indivíduos também pode influenciar o efeito da AC sobre a atividade subsequente<sup>27</sup>. Assim, atletas de modalidades

que exijam força e potência muscular poderiam ser mais suscetíveis ao processo de potencialização por apresentarem predominantemente fibras musculares de contrações rápidas<sup>7</sup>. Os nossos avaliados foram classificados como fisicamente ativos por meio do questionário IPAQ-versão curta. Por conseguinte, se os participantes fossem indivíduos com maior disposição de fibras de contração rápida na musculatura analisada, ou tivessem ainda maior nível de atividade física, o efeito da PPA poderia ser evidenciado.

Apesar dos cuidados metodológicos realizados, especialmente, relacionados à EMG, destaca-se que esta técnica não mensura o sinal elétrico gerado por todo volume muscular, uma vez que as informações fornecidas sobre a atividade elétrica muscular são captadas em uma região próxima aos eletrodos<sup>23</sup>. Ademais, por natureza, o sinal da EMG tende a apresentar grande variabilidade no sinal<sup>24</sup>. Uma das limitações de nossa pesquisa está no nível de treinamento dos participantes, que eram fisicamente ativos. Como discutido anteriormente, o efeito da potencialização é mais expressivo em indivíduos treinados e atletas de modalidades esportivas que requeiram potência muscular. Assim, sugere-se a realização de novos estudos que procurem evidenciar os melhores métodos para induzir a potencialização.

## Conclusão

As atividades condicionantes adotadas não influenciaram o torque isométrico e a atividade elétrica muscular do tríceps braquial em homens adultos fisicamente ativos. O intervalo adotado entre a AC e o teste de força isométrica não foi suficiente para induzir a melhora do torque isométrico.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao MEC/Sesu pelas bolsas do Programa de Educação Tutorial

(PET) para os alunos T.B.M.A.M. e A.J.M. e para o tutor V.H.A.O.

## Referências

1. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med.* 2009;39(2):147-66.
2. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res.* 2013;27(3):854-9.
3. Güllich A, Schmidtbleicher D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Stud Athlet.* 1996;11:67-84.
4. Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, Tarnopolsky MA. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *J Appl Physiol* (1985). 2000;88(6):2131-7.
5. Gago P, Marques MC, Marinho DA, Ekblom MM. Passive muscle length changes affect twitch potentiation in power athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(7):1334-42.
6. Sale DG. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exerc Sport Sci Rev.* 2002;30(3):138-43.
7. Batista MAB, Roschel H, Barroso R, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. *J Phys Educ.* 2010;21(1):161-74.
8. Maffiuletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(2):223-34.
9. O'Leary DD, Hope K, Sale DG. Posttetanic potentiation of human dorsiflexors. *J Appl Physiol* (1985). 1997;83(6):2131-8.
10. Baudry S, Duchateau J. Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. *J Appl Physiol* (1985). 2007;102(4):1394-401.
11. Abbate F, Sargeant AJ, Verdijk PW, de Haan A. Effects of high-frequency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985). 2000;88(1):35-40.
12. Requena B, Zabala M, Ribas J, Erelina J, Paasuke M, Gonzalez-Badillo JJ. Effect of post-tetanic potentiation of pectoralis and triceps brachii muscles on bench press performance. *J Strength Cond Res.* 2005;19(3):622-7.
13. Mola DQ, Nakamura FY, Grillo DE, de Moraes Bertuzzi RC. O salto vertical não é alterado imediatamente após a eletroestimulação transcutânea de média frequência. *Rev Mackenzie Educ Fis Esporte.* 2008;7(1):69-75.
14. Fukutani A, Takei S, Hirata K, Miyamoto N, Kanehisa H, Kawakami Y. Influence of the intensity of squat exercises on the subsequent jump performance. *J Strength Cond Res.* 2014;28(8):2236-43.
15. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2012;6(2):5-18.
16. Williams E. Experimental designs balanced for the estimation of residual effects of treatments. *Aust J Chem.* 1949;2(2):149-68.
17. Bento PC, Pereira G, Ugrinowitsch C, Rodacki AL. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2010;25(5):450-4.
18. Konrad P. The ABC of EMG: A practical introduction to kinesiological electromyography. Arizona: Noraxon U.S.A.; 2006.
19. Nakamura FY, Moreira A, Aoki MS. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *J Phys Educ.* 2010;21(1):1-11.
20. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(5):361-74.
21. Tsolakis C, Bogdanis GC, Nikolaou A, Zacharogiannis E. Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. *J Sports Sci Med.* 2011;10(3):577-83.
22. Rassier DE, Macintosh BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Braz J Med Biol Res.* 2000;33(5):499-508.
23. Schwartz M. EMG methods for evaluating muscle and nerve function. Rijeka: InTech; 2011.
24. Ervilha U, Duarte M, Amadio A. Estudo sobre procedimentos de normalização do sinal eletromiográfico durante o movimento humano. *Rev Bras Fisiot.* 1998;3(1):15-20.