

ANÁLISE DO TORQUE DO MÚSCULO QUADRÍCEPS APÓS ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NAS POSIÇÕES DE ALONGAMENTO E ENCURTAMENTO

(ANALYSIS OF TOQUE ON MUSCLE QUADRICEPS AFTER NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION IN POSITIONS OF STRECHING AND SHORTENING)

Douglas Reis Abdalla^{2,3}; Eduardo Elias Vieira de Carvalho^{1,3}; Ennio da Silveira Scarpellini¹; Dayana Pousa Siqueira Abraão^{1,3}; Mara Rosa³; George Kemil Abdalla³; Leonardo César Carvalho⁴.

1 – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP – Ribeirão Preto – SP.

carvalhoev@usp.br; ennio@gmail.com

2 – Universidade Federal do Triangulo Mineiro – Uberab – MG.

abdalladr@hotmail.com

3 – Faculdade de Talentos Humanos – Uberaba – MG. mrosa@facthus.edu.br;

dpsiqueira@facthus.edu.br; gkabdalla@facthus.edu.br

4 – Faculdade Federal de Alfenas – Alfenas – MG.

leoncesa@hotmail.com

Abstract: *The aim of this study was to evaluate the peak isometric force of the quadriceps muscle, underwent NMES in streamline and shortened position. To this end, we used eight volunteers, male sedentary. Before and after the period of NMES volunteers had collected isometric strength in 45 ° and 90 ° of knee flexion of both legs. The right leg in shortened position and left stretching. The isometric torque at both angles, and both legs increased after NMES significantly. The study suggests that regardless of the position of NMES muscle increases its peak strength, with the largest increase in trend stretching.*

Keywords: *electrostimulation, quadriceps, torque, stretching*

Resumo: *Objetivamos avaliar o pico de força isométrica do músculo quadríceps, submetido a EENM em posição alongada e encurtada. Utilizou-se oito voluntários, sexo masculino, sedentários. Antes e após o período de EENM os voluntários tiveram a força isométrica coletada nas angulações de 45° e 90° de flexão de joelho de ambos os membros inferiores. O membro inferior direito na posição de encurtamento e o esquerdo de alongamento. O torque isométrico em ambas as angulações de ambos os membros inferiores aumentaram após a EENM de modo significativo. O estudo sugere que independente da posição de EENM o músculo aumenta seu pico de força, com tendência a maior aumento em alongamento.*

Palavras chave: *eletroestimulação, músculo quadríceps, torque, alongamento.*

INTRODUÇÃO

O tecido muscular é ativado quando se aplica tensão sobre suas fibras, caso isso não ocorra ele não se beneficia com o tipo treinamento escolhido. Essa tensão aproxima-se de dois terços da força total do músculo, ou seja, superior a normalmente suportada (SANTARÉM, 1999; Pollock, 1986).

Os ganhos de força são devido à capacidade dos músculos desenvolverem tensão e a do sistema nervoso ativa-los, dentre os mecanismos para aumentar a força, os principais são o maior número de miofibrilas, a melhor coordenação neuromuscular e a maior solicitação de unidades motoras (SANTARÉM, 1999).

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) para ativação do músculo esquelético é uma técnica terapêutica que tem sido utilizada na medicina física por mais de meio século. No início dos anos 60, o uso da estimulação elétrica teve um enfoque, principalmente, para o controle da atrofia musculoesquelética por denervação. Foi por muito tempo utilizada como uma terapia complementar para ajudar na reeducação de músculos (DELITTO; SNYDER-MACKLER, 2001).

A EENM consiste na aplicação de estímulos elétricos terapêuticos sobre o músculo, por meio do sistema nervoso íntegro. Esta técnica, quando aplicada no sistema neuromuscular periférico íntegro, é capaz de produzir potenciais de ação em nervos e músculos descaracterizados dos emitidos pelo sistema nervoso normal (DELITTO, 2002; SNYDER-MACKLER et al., 1994). Visa o fortalecimento (ganho de torque isométrico), a hipertrofia e o treinamento muscular (OLIVEIRA, 2002).

A associação da EENM à técnica de alongamento pode desencadear alterações no ganho de força muscular, decorrente de provável aumento das unidades contráteis do músculo esquelético (CARVALHO et al., 2008). Nesse sentido, a presente pesquisa teve por finalidade estudar o pico de força isométrica do músculo quadríceps, submetido à EENM em posição alongada e encurtada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados oito voluntários (n=8), do sexo masculino, sedentários (praticavam atividade física menos de 3 vezes por semana).

Antes e após o período de EENM os voluntários tiveram a força isométrica coletada nas angulações de 45° e 90° de flexão de joelho de ambos os membros inferiores. Para coleta dos dados foi utilizado uma máquina para avaliar a força isométrica pertencente ao Laboratório de Bioengenharia da UNIUBE equipada com uma ponte extensométrica e célula de carga de capacidade 200Kgf ambas da marca Kratos® (figura 1).

Para a EENM seguiram os parâmetros: frequência de 50Hz, ciclo on de 6 segundos (s) e ciclo off de 13s, realizando 10 sessões em dias alternados. O membro inferior direito permaneceu na posição de encurtamento e o esquerdo de alongamento.

Os dados foram testados quanto à normalidade de distribuição. Para as variáveis em que a distribuição foi considerada normal, testes paramétricos foram realizados. Para comparações de dados distribuídos normalmente, t de Student foram utilizados os testes para dois grupos de comparações. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão. .

As diferenças observadas foram consideradas significativas quando foi menor do que 0,05 (5%).



Figura 1: Representação da posição do voluntário na máquina para avaliação do torque.

RESULTADOS

Para verificar até que ponto a eletroestimulação neuromuscular seria capaz de alterar o torque isométrico do músculo quadríceps, estando os músculos nas posições de encurtamento e alongamento, desenvolveu-se este estudo.

Desta forma, ao analisar os valores de torque isométrico na posição de 45° de flexão de joelho, foi possível verificar que após o período de eletroestimulação os torques aumentaram de modo significativo estatisticamente em ambas as posições, de encurtamento e alongamento do músculo quadríceps ($p < 0,002$ e $p < 0,009$, respectivamente), como é possível de ser visualizado na figura 2A e 2B.

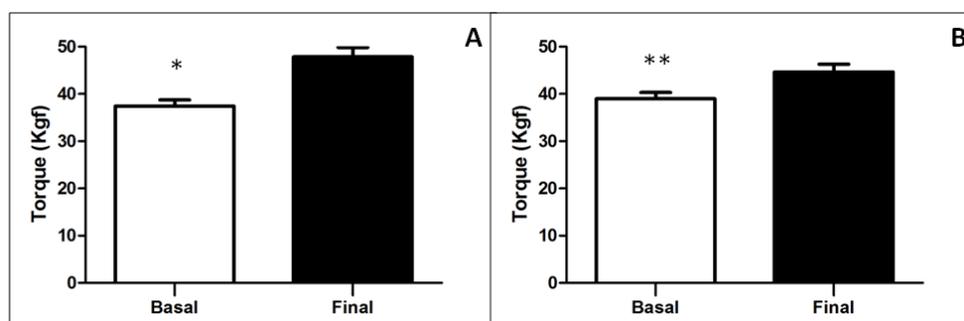


Figura 2: Representação do torque de quadríceps na angulação do membro inferior em 45°: (A) membro inferior eletroestimulado na posição de encurtamento; (B) membro inferior eletroestimulado na posição de alongamento. Em (A) * $p < 0,002$ vs. torque final e (B) ** $p < 0,009$ vs. torque final.

Resultados similares foram evidenciados quando avaliado o torque isométrico na posição de 90° de flexão de joelho, sendo possível visualizar na figura 3A e 3B, que comparando os torques basais com os torques finais tanto na posição de encurtamento quanto de alongamento foi evidente que a eletroestimulação neuromuscular no músculo quadríceps houve um aumento estatisticamente significante.

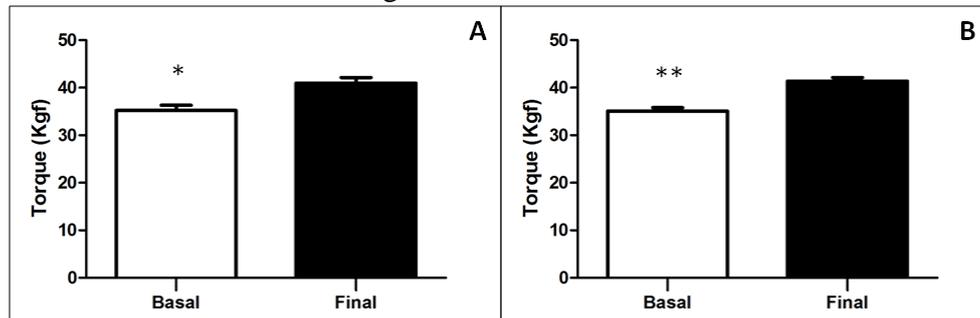


Figura 3: Representação do torque de quadríceps na angulação do membro inferior em 90°: (A) membro inferior eletroestimulado na posição de encurtamento; (B) membro inferior eletroestimulado na posição de alongamento. Em (A) * $p < 0,0029$ vs. torque final e (B) ** $p < 0,0001$ vs. torque final.

DISCUSSÃO

A eletroterapia é um recurso comumente utilizado pela fisioterapia, frequentemente empregado em diferentes situações de reabilitação. Com o transcorrer do tempo fez com que tal modalidade terapêutica fosse desenvolvendo novos métodos, variando-se em diferentes correntes elétricas terapêuticas, além de diferentes tipos de estimuladores (MOORE; SHURMAN, 1997; LAUFER et al., 2001).

A EENM estimula potenciais de ação em receptores superficiais e profundos dos músculos, gerando força muscular de forma direta, por ativação de axônios motores, e indireta, por recrutamento de motoneurônios espinhais (GODIN et al., 2006). O resultado de excitações da musculatura após a realização de EENM pode ser constatado por análise da atividade eletroneuromiográfica (EMG) ou pelo torque isométrico.

Muito já se pesquisou sobre os efeitos da EENM para o aumento da força muscular e consequentemente melhora da performance física do ser humano. Tal fato ganhou mais notoriedade, em meados dos anos 70, depois das afirmações de Yakov Kots que divulgou ganhos de força muscular, muito significativos com a utilização da eletroestimulação (WARD; SHKURATOVA, 2002), e outro autor desta estudo de Robinson, que verificou a influência da EENM em poder ser usada para aumentar tanto a força do músculo saudável como do músculo lesado (Macedo et al., 2008).

Desde as Olimpíadas de Montreal (1976), quando o médico russo Yakov Kots obteve ganhos de força de 30 a 40% em atletas de elite, diversos outros estudos têm preconizado a EENM, principalmente durante os processos de reabilitação, como no período pósoperatório de cirurgias de joelho (STEVENS et al., 2004). A utilização da EENM na tentativa de prevenir os efeitos deletérios dos processos de imobilização e dos procedimentos cirúrgicos tem grande aplicabilidade, pois reduz o tempo de reabilitação e promove o retorno dos indivíduos às suas atividades normais em tempo menor.

A capacidade de geração de torque a partir da utilização da EENM tem relação estreita, direta, à frequência de estimulação, frequências acima de 50Hz são capazes de gerar

torques maiores, acima de 60% da contração isométrica voluntária máxima (CIVM), ao contrário que baixas frequências, por exemplo de 10Hz geram torques entre 30 a 40% daquele produzido na frequência de 50Hz (Edwards et al., 1977; Martin et al., 1994; Pichon et al., 1995). Entretanto, segundo o estudo de Garret et al., 1984, acima de 32Hz não se observa aumento na tensão muscular gerada, mesmo aumentando a frequência do estímulo.

Portanto, nosso estudo sugere que independente da posição de EENM o músculo quadríceps aumenta seu pico de força isométrica, existindo uma tendência a maior aumento quando a EENM é em alongamento.

REFERÊNCIAS

Pollock, ML; Wilmore, JH; Fox III, SM. *Função musculoesquelética*. In: Exercícios na saúde e na doença. Rio de Janeiro: Medsi, 1986.

Santarém, JM. *Treinamento de Força e Potência*. In: GHORAYEB, N.; BARROS, T. L. O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos. São Paulo: Atheneu, 1999.

Delitto, A. "Russian Electrical Stimulation". Putting this perspective into perspective. *Physical Therapy*, v.82, n.10, p.1017-1018, out. 2002.

Snyder-Mackler, L. et al. Use of electrical stimulation to enhance recovery of quadriceps femoris muscle force production in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy*, v.74, n.10, p.901-907, out. 1994.

Oliveira, F. et al. Estimulação elétrica neuromuscular e exercícios com movimentos na diagonal para ganho de força em bíceps e tríceps braquial. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 6, n. 3, p.159-165, maio/jun. 2002.

Carvalho, L.C.; Shimano, A.C.; Picado, C.H.F. Estimulação elétrica neuromuscular e o alongamento passivo manual na recuperação das propriedades mecânicas do músculo gastrocnêmio imobilizado. *Acta ortop. bras.* v.16, n.3, p.161-164. Mar. 2003.

Moore SR, Shurman J. Combined neuromuscular electrical stimulation and transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of chronic back pain: a double-blind, repeated measures comparison. *Arch Phys Med Rehabil.*, v.78, n.1, p.55-70, jan. 1997

Laufer Y, Ries JD, Leininger PM, Alon G. Quadriceps femoris muscle torques and fatigue generated by neuromuscular electrical stimulation with three different waveforms. *Phys Ther.*, v.81, n.7, p.1307-16, Jul. 2007.

Gondin J, Duclay J, Martin A. Soleus and gastrocnemii evoked v-wave responses increase after neuromuscular electrical stimulation training. *J Neurophysiol.* v.95, n.6, p.3328-35, Jun. 2006.

Macedo, B. C. A.; Buck, R. G.; Cavalhi, M. M. L.; Análise comparativa da eletroterapia de média e baixa frequência no fortalecimento muscular do quadríceps em homens e mulheres sedentárias através da dinamometria isocinética. *Fisioterapia Brasil*, v. 9, n.5, Set/Out, 2008.

WARD, R.A.; SHKURATOVA, N. Russian Electrical Stimulation: The Early Experiments. *Physical Therapy*, v. 82, n. 10, p. 1019-30, out. 2002.

Stevens JE, Mizner RL, Snyder-Mackler L. Neuromuscular electrical stimulation for quadriceps muscle strengthening after bilateral total knee arthroplasty: a case series. *J Orthop Sports Phys Ther.* v.34, n.1, p. 21-9, jan. 2004.

Edwards RH, Young A, Hosking GP, Jones DA. Human skeletal muscle function: description of tests and normal values. *Clin Sci Mol Med*.v.52, n.3, p.283-90, Mar. 1977.

Martin L, Cometti G, Pousson M, Morlon B. The influence of electrostimulation on mechanical and morphological characteristics of the triceps surae. *J Sports Sci*.v.12, n.4, p.377-81, abr. 1994.

Pichon F, Chatard JC, Martin A, Cometti G. Electrical stimulation and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc.* v.27, n.12, p. 1671-6, dez. 1995.

Garrett WE, Seaber AV, Boswick J, Urbaniak JR, Goldner JL. Recovery of skeletal muscle after laceration and repair. *J Hand Surg.* v.9, n.5, p. 683-692, Jun. 1984.