

EFEITO AGUDO DA ELETROESTIMULAÇÃO TRANSCUTÂNEA ASSOCIADA AO EXERCÍCIO RESISTIDO NA ALTERAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO

Érica Queiroz da Silva¹
Andréa C. Janz Moreira²
Ewertton de Souza Bezerra³

Resumo: O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo da eletroestimulação transcutânea (TENS) na contração voluntária máxima. O estudo foi composto por 30 indivíduos divididos em dois grupos: o GAT, composto por praticantes de atividade física e o GTR composto por indivíduos que realizavam treinamento contra resistência. No primeiro dia foram obtidos dados antropométricos e o teste de 10 repetições máximas (10 RM) para identificar suas cargas máximas e, no segundo dia, houve o re-teste de 10 RM com auxílio da TENS. Os dados foram descritos utilizando média e desvio padrão, bem como teste T de *Student* para amostras dependentes e independentes. Foi utilizado um nível de significância de $p < 0,05$. Os resultados evidenciaram que para ambos os grupos (GAT e GTF) houve aumento da força total de forma significativa. Embora a variação do ganho de força relativa ($\Delta\%$) tenha sido maior para o GAT (31,11%) do que no GTF (22,4%). Os resultados sugerem que o ganho de força total agudo sofre influências devido à associação da TENS durante a realização do exercício contra resistência, independente das características do grupo.

Palavras-chaves: Eletroestimulação transcutânea. Força muscular. Exercício resistido. TENS.

Effect Acute Transcutaneous Electrical Resistance Exercises Associated With The Amendment Of The Work Load

Abstract: The purpose of this study was to evaluate the acute effect of transcutaneous electrical stimulation (TENS) in the maximum voluntary contraction. The study was composed by 30 individuals, divided into two groups: the GAT, composed of practitioners of physical activity and GTR composed of individuals who carry out training against resistance. On the first day, anthropometric data and the test of 10 repetitions maximum (10RM) were obtained to identify their maximum loads while the second day was designated to a retest of 10RM with TENS application. The data were described by using mean and standard deviation, T-student test for dependent and independent samples. The level of significance was set at 0.05. The results showed that for both groups (GAT and GTF) the use of TENS increased the overall strength significantly. However, the variation of the gain in relative strength ($\Delta\%$) was higher in the GAT (31.11%) than in the GTF (22.4%). The gain in maximum force production seems to be influenced by the association of TENS during the exercise versus resistance, independent of the characteristics of the group.

Key words: Transcutaneous electrical stimulation. Muscle strength. Resisted exercise. TENS.

¹ Fisioterapeuta, Centro Universitário Nilton Lins

² Fisioterapeuta, Centro Universitário Nilton Lins

³ Mestre em Educação Física, Universidade Federal do Amazonas – Faculdade de Educação Física e Fisioterapia

INTRODUÇÃO

Antes da década de 70, a eletroestimulação transcutânea (TENS) foi principalmente encarada como uma terapia auxiliar na "reeducação muscular" com predominância de seu uso em pessoas que tinham distúrbios neurológicos. Após esta década e com a chegada da "corrente russa" houve claramente um deslocamento em direção principalmente da melhora do desempenho muscular em diferentes condições para distintas populações (atletas, adultos e idosos) (DELITTO, 2002). Estas condições não necessariamente estavam ligadas a situações patológicas, devido a tratamento pós-lesão ou cirurgias.

Um dos primeiros estudos que utilizou a TENS é relatado da década de 70, seus autores, Kotz e Xvilon (1971), evidenciaram que a utilização deste recurso possibilitou ganhos de força de até $56,1 \pm 5,9\%$ após 19 sessões de treinamento. Porém, tanto o estudo anteriormente citado, como outros que sucederam, observaram a relação da TENS de forma crônica (CABRIC & APPELL, 1987; DELITTO *et al.*, 1989; DUCHATEAU & HAINAUT, 1988; ERIKSSON *et al.*, 1981; MCMIKEN *et al.*, 1983) para o ganho de força. E como destacado por outras intervenções experimentais (HENNING & LOMO, 1987; WILLOUGHBY & SIMPSON, 1996, 1998), este método de treinamento teria apresentado maior eficiência quando comparado ao método voluntário.

A partir dos fatos levantados, as seguintes hipóteses tornam-se pertinentes: a) a TENS quando associada ao movimento voluntário dinâmico pode incrementar a força muscular de forma aguda; b) estas modificações serão diferenciadas quando da aplicação em indivíduos com distintos estágios de condição física.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo da eletroestimulação transcutânea (TENS) na contração voluntária máxima (CVM) de indivíduos em diferentes estágios de condicionamento físico.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Participaram do experimento 30 indivíduos do sexo masculino, com idades entre 20 e 39 anos, divididos de forma intencional em dois grupos iguais. Estes foram denominados grupo atividade física (GAT) ($78,33 \pm 14,9$ kg e $1,73 \pm 0,09$ m) em virtude de apresentarem prática regular três vezes na semana com duração de pelo menos trinta minutos por sessão

há no mínimo seis meses. Entretanto, não poderia está inclusa a prática de treinamento contra resistência. Já o grupo treinamento resistido (GTR) ($81,64 \pm 11,97$ kg e $1,7 \pm 0,06$ m) eram fisicamente ativos e realizavam o treinamento contra resistência havia pelo menos seis meses sem interrupção. Todos os indivíduos não apresentavam disfunções osteomioarticulares nos membros inferiores e não foram submetidos a nenhuma intervenção cirúrgica que pudesse comprometer seu desempenho até o período de realização do presente estudo. Após breve descrição do procedimento experimental, os indivíduos receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido conforme Resolução n^o 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, previamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Centro Universitário Nilton Lins (protocolo n^o 003/08).

O procedimento experimental deu-se em dois dias. O primeiro constou de anamnese, medidas antropométricas e teste de 10 RM. Após 48 horas foi realizado um novo teste de 10RM associado a TENS que foi feita por um eletroestimulador de marca KLD[®], modelo Endophasys (São Paulo, SP, Brasil) que opera em média frequência (2500 Hz) modulada por baixa frequência (50 Hz), através de eletrodos auto-adesivos Valutrode[®], modelo CF5090 (Los Angeles, CA, USA), com dimensões de 5 cm de largura por 9 cm de altura, cujos posicionamentos se deram sobre o ventre dos músculos vasto lateral e medial (SNYDER-MACKLER *et al* 1994). Para a fixação dos mesmos foi feita assepsia do local com álcool. A intensidade da corrente foi ajustada conforme nível de conforto do indivíduo, atingindo o limiar motor. O teste foi realizado para o membro inferior em uma cadeira extensora da marca Cybex[®] (Los Angeles, CA, USA).

Todos seguiram os mesmos critérios pré-teste: realizaram aquecimento geral em bicicleta ergométrica por 10 minutos com intensidade baixa, alongamento da musculatura anterior e posterior da articulação do joelho, aquecimento específico no aparelho do teste com a carga que não ultrapassasse 50% da esperada pelo próprio sujeito (BROWN & WEIR, 2001). Permitiu-se um máximo de seis tentativas para atingir a carga para 10 RM com o intervalo de 5 minutos entre as tentativas. A carga utilizada na primeira tentativa foi determinada pelo sujeito (subjetiva) com base em sua experiência de treinamento. O aumento da carga entre as tentativas foi de no mínimo de 2,25 kg. Os sujeitos foram instruídos a realizar no máximo 10 repetições por tentativa, mesmo que a carga possibilitasse mais, sendo considerada válida a tentativa em que o voluntário realizasse 10

repetições com o máximo de carga possível. Ao ocorrer falha concêntrica ou excêntrica, antes da décima repetição a ser atingida, a tentativa era descartada.

O exercício cadeira extensora seguiu o seguinte padrão de movimento entre os voluntários: o sujeito encontrava-se sentado com o joelho e quadril flexionados a 90°, onde para a fase ascendente realizava total extensão do joelho e na fase descendente o mesmo flexionava a articulação até que atingisse 90°.

As variáveis analisadas foram denominadas de força total (FT), a qual consistiu da carga máxima obtida no teste multiplicada pelo número de repetições do mesmo (10); força total com eletroestimulação transcutânea (FTENS), que foi a carga máxima obtida no teste multiplicada pelo número de repetições máximas alcançadas por cada indivíduo e da variação absoluta e relativa do ganho de força entre os testes.

Os dados foram descritos utilizando-se média e desvio padrão e coeficiente de variação (CV). A normalidade das variáveis foi verificada com o teste de *Shapiro-wilk* e a homogeneidade pelo teste de *Levene*. Para comparar a força total (FT) sem e com o uso da eletroestimulação neuromuscular (FTENS), utilizou-se o teste *T-Student* para amostras dependente e independente. Para verificar as possíveis diferenças entre o número de tentativas para alcançar o resultado da carga máxima e o limiar de excitabilidade, optou-se por uma análise através do teste *Wilcoxon*. O nível de significância para todos os testes foi $p < 0,05$. Os dados foram processados no pacote estatístico *SPSS for Windows*, versão 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTADOS

Na análise das duas situações experimentais para os dois grupos (GAT e GTR) evidenciou-se que a utilização da TENS conduz a um aumento na variável força total de forma significativa para ambos os grupos (tabela 1). Embora a variação do ganho de força relativa ($\Delta\%$) tenha sido maior para o grupo GAT (31,11%) do que no grupo GTR (22,4%).

Tabela 1 - Descrição da média, desvio padrão, coeficiente de variação (CV) e variação do ganho de força relativa ($\Delta\%$) e absoluta (Δ (kg/rep)) quando da comparação dos grupos nas duas condições experimentais (força total (FT) e força total TENS (FTENS)).

	FT	FTENS	p	$\Delta\%$	Δ (kg/rep)
GAT	801,34 \pm 175,81 (21,9)	1163,31 \pm 297,36* (25,56)	0,00	31,11	361,96
GTR	991,85 \pm 112,27 (11,3)	1277,92 \pm 191,56* (14,98)	0,00	22,4	286,07

* $p \leq 0,05$ entre a FT e a FTENS

Quando da comparação entre os dois grupos nas variáveis analisadas (tabela 2), uma diferença estatística foi encontrada apenas para a situação força total (FT). Pois para a força total eletroestimulação transcutânea (FTENS), nas tentativas no teste de 10 RM (TT10RM), no número de repetições no teste com eletroestimulação transcutânea (RTENS) e limiar de excitabilidade (LE) os grupos apresentaram-se semelhantes.

Tabela 2 - Descrição da média e desvio padrão quando da comparação entre os grupos para a força total (FT), força total TENS (FTENS), tentativas no teste de 10 RM (TT10RM), repetições no teste com eletroestimulação neuromuscular (RTENS) e limiar de excitabilidade (LE).

	GAT (n=15)	GTR (n=15)	p
FT	801,35 (175,82)	991,86* (122,27)	0,002
FTENS	1163,31 (297,36)	1277,92 (191,57)	0,220
TT10RM	3,87 (1,46)	2,93 (0,96)	0,098
RTENS	14,73 (3,67)	13,00 (2,10)	0,124
LE	25,53 (3,54)	25,67 (3,98)	0,838

* $p \leq 0,05$ entre a GTA e GTR

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo revelam que a aplicação da TENS durante a realização de contrações voluntárias dinâmicas apresenta modificações positivas na variável força total (FT) para o dois grupos analisados, tabela 1. Embora o percentual de modificação tenha sido maior para o GAT (31,11%) do que para o GTR (22,4%). As diferenças apresentadas de forma aguda aqui realizada podem ser explicadas devido à seleção de unidades motoras que não foram ativadas durante a situação sem TENS, este mecanismo ocorre de forma apenas periférica (DUCHATEAU & HAINAUT, 1988). As possíveis diferenças entre os grupos podem ser explicadas por outras razões. Como se sabe, as áreas de secção transversa de indivíduos treinados são maiores do que em indivíduos ativos, mas não está muito claro como a TENS poderia potencializar essa resposta adaptativa.

Embora a literatura pesquisada não apresente avaliações sobre o ganho de força de forma aguda devido ao uso da TENS, sabe-se que mesmo indivíduos altamente treinados não solicitam todas as suas unidades motoras rápidas e nem a máxima frequência de disparo destas durante ações voluntárias máximas, como no teste aplicado, o que pode explicar que quando ocorre a aplicação da TENS esta força tenha aumentada em virtude do recrutamento de um número maior de unidades motoras rápidas que possivelmente não haviam sido recrutadas durante o teste realizado na primeira etapa ou até mesmo do aumento da frequência de disparo daquelas que anteriormente foram recrutadas. Esta situação já foi anteriormente evidenciada por HENNEMAN *et al* (1965) porém em movimentos isométricos.

STARKEY (1999) relata que a TENS estimula os nervos motores de grande diâmetro do tipo IIB, ao se contraírem antes da fibras do tipo I. Sendo assim, o vigor da contração aumenta, considerando-se que as fibras IIB são capazes de produzir maior força. Esta situação pode ser explicada devido aos motoneurônios das fibras de contração rápida apresentam limiar de ativação inferior às fibras de contração lenta (Ia), pois possuem menor impedância à passagem da corrente (FEIREISEN *et al.*, 1997). Outro fator que pode ser indicador do ganho de força muscular é que a corrente elétrica estimula receptores cutâneos e estes ativam os motoneurônios das fibras de contração rápida. A corrente também

seleciona a atividade dos neurônios motores das fibras rápidas antes de atingir o nível córtico-espinhal (GARNETT & STEPHENS, 1981).

Os estudos relacionados aos ganhos de força muscular com a TENS avaliam longos períodos da utilização da mesma. ROBINSON e SNYDER-MACKLEN (2001) relatam que o ganho de força com a TENS aparenta ser em torno de 20% em um mês de treinamento. Isso confirma dados encontrados em nosso estudo, que apesar de ter avaliado a força muscular de forma aguda quando associada a TENS, o GAT aumentou 31,11% e o GTR 22,4%.

DELLITO e SNYDER-MACKLER (1990) comentam que fatores neurais podem limitar a força em esforços voluntários, então a eletroestimulação pode permitir uma contração mais intensa do músculo estimulado e, portanto, induzir a maior resposta adaptativa, por promover uma despolarização sincrônica.

Diferente de nossos achados, CURRIER e MANN (1983), em estudo para avaliar o efeito crônico no ganho de força muscular, submeteram 34 indivíduos saudáveis separados em 4 grupos. Estes foram treinados 3 vezes por semana durante 5 semanas. O primeiro grupo realizou exercícios isométricos máximos, o segundo somente TENS, o terceiro TENS associado ao exercício isométrico e o quarto foi o grupo controle. Este estudo concluiu que todos os três grupos obtiveram ganhos de força muscular de forma significativa quando comparados ao grupo controle, porém essas diferenças não ocorreram quando comparados os grupos experimentais entre si.

Concordando com nosso estudo, apesar de terem realizado uma aplicação crônica, DELITTO *et al* (1988) comparou protocolos de fortalecimento muscular em 20 indivíduos que realizaram cirurgia de ligamento cruzado anterior, divididos em dois grupos, cada um com 10 componentes. Um grupo realizou exercícios voluntários e o outro eletroestimulação. Após três semanas de treinamento, eles concluíram que o grupo que realizou eletroestimulação pôde alcançar maiores níveis de força muscular quando comparados aos indivíduos submetidos a exercícios voluntários.

CONCLUSÃO

O ganho de força total agudo sofreu aumento quando associado à TENS e o exercício contra resistência, independente das características do grupo. No entanto, algumas

lacunas são evidentes, pois não se tem relatado os mecanismos e nem as modificações no sistema neuromuscular em virtude da aplicação associada.

REFERÊNCIAS

BROWN L.E.; WEIR, J.P. Asep procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power, **Journal of Exercise Physiology**, v. 4 n. 3, p.1-21, 2001.

CABRIC, M.; APPELL, H.J. Effect of electrical stimulation of high and low frequency on maximum isometric force and some morphological characteristics in men. **International Journal Sports Medicine**, v. 8, n. 4, p. 256-260, 1987.

CURRIER, D.P., MANN, R. Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. **Physical Therapy**, v. 63, n. 6, p. 915-921, 1983.

DELITTO, A. Introduction to “Russian electrical stimulation”: putting this perspective into perspective.” **Physical Therapy**, v. 82, p. 1017–1018, 2002.

DELITTO, A.; BROWN, M.; STRUBE, M.J.; ROSE, S.J.; LEHMAN, R.C. Electrical stimulation of quadriceps femoris in an elite weight lifter: a single subject experiment. **International Journal Sports Medicine**, v. 10, n. 3, p. 187-191, 1989.

DELITTO, A.; ROSE, S.J.; McKOWEN, J.M.; LEHMAN, R.C.; THOMAS, J.A.; SHIVELY, R.A. Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. **Physical Therapy**, n. 68, v. 7, p. 660-663, 1988.

DELITTO, A., SNYDER-MACKLER, L. Two theories of muscle strength augmentation using percutaneous electrical stimulation. **Physical Therapy**, v. 70, n. 3, p. 660-663, 1990.

DUCHATEAU J; HAINAUT K. Training effects of sub-maximal electrostimulation in a human muscle. **Medicine Science of Sports and Exercise**, v. 20, n. 1, p. 99-104, 1988.

ERIKSSON E; HAGGMARK T; KIESSLING KH; KARLSSON J. Effect of electrical stimulation on human skeletal muscle. **International Journal Sports Medicine**, v. 2, n. 1, p. 18-22, 1981.

FEIREISEN, P., DUCHATEAU, J., HAINAUT, K., Motor unit recruitment order during voluntary and electrically induced contractions in the tibialis anterior. **Experimental Brain Research**, v. 114, n. 1, p. 117-123, 1997.

GARNETT, R., STEPHENS, J.A., Changes in the recruitment threshold of motor units produced by cutaneous stimulation in man. **Journal of Physiology**, v. 311, p. 463-473, 1981.

HENNEMAN, F., SOMJEN, C., CARPENTER, D.O. Functional significance of cell size in spinal motor neurons. **Journal of Neurophysiology**, v. 28, p.560-580, 1965.

HENNING, R.; LOMO, T. Effect of chronic stimulation on the size and speed of long term denervated and innervated rat fast and slow skeletal muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 130, p. 115-31, 1987.

MCMIKEN, D.F.; TODD-SMITH, M.; THOMPSON, C. Strengthening of human quadriceps muscles by cutaneous electrical stimulation. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 15, n. 1, p. 25-28, 1983.

ROBINSON, A. J; SNYDER-MACKLEN, A. **Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológicos**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SNYDER-MACKLER, L.; DELITTO, A.; STRALKA, S.W.; BAILEY, S.L. 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, 1994.

STARKEY, C. **Recursos Terapêuticos em Fisioterapia**. 1.ed. Barueri, SP: Manole, 1999.

WILLOUGHBY, D.S; SIMPSON, S. Supplemental electromyostimulation and dynamic weight training: effects on knee extensor strength and vertical jump of female collegiate athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 12, n. 3, p. 131-137, 1998.

WILLOUGHBY, D.S; SIMPSON, S. The effects of combined electromyostimulation and dynamic muscular contractions on the strength of college basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 10, n. 1, p. 34-39, 1996.

Contatos dos Autores:

ericaqueiroz10@yahoo.com.br

andrea.moreira@uniltonlins.com.br

ewsbezerra@yahoo.com.br

Data de Submissão:

07/05/2009

Data de Aprovação:

12/08/2010