

Artigo original

Análise comparativa da eletroterapia de média e baixa frequência no fortalecimento muscular do quadríceps em homens e mulheres sedentárias através da dinamometria isocinética

Comparative analysis of low and medium frequency electrotherapy of quadriceps muscle strength in sedentary men and women by isokinetic dynamometer

Ana Carolina Brandt de Macedo, Ft., M.Sc.*, Gustavo Rauen Buck, Ft.** , Luciane Marques Maylini Cavalli**

.....
*Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Tuiuti do Paraná (UTP-PR), **UTP-PR

Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia do fortalecimento muscular do quadríceps através da eletroterapia de média frequência e a de baixa frequência. A pesquisa foi realizada na clínica de Fisioterapia da Universidade Tuiuti do Paraná, com 18 mulheres e 18 homens, hígidos, na faixa etária de 18 a 30 anos. Os indivíduos foram divididos em três grupos: o grupo A (n = 12) foi submetido à aplicação da eletroterapia de média frequência "Corrente Russa" no membro inferior mais fraco, o grupo B (n = 12) foi submetido à aplicação da eletroterapia de baixa frequência no membro inferior mais fraco e o grupo C (n = 12) constituindo-se do grupo controle. Os grupos A, B e C foram subdivididos em A1 e A2, B1 e B2, C1 e C2. Os grupos A1, B1 e C1 foram constituídos por mulheres e o A2, B2 e C2 por homens. Ambos os grupos foram submetidos a aplicações de eletroestimulação durante 6 semanas, 3 sessões semanais de 15 minutos cada. Os indivíduos foram avaliados e reavaliados através da dinamometria computadorizada isocinética. Após o término da aplicação do protocolo e reavaliação, observou-se que a corrente de baixa frequência aumentou mais a força muscular do que a corrente de média frequência tanto nos homens quanto nas mulheres, mas não foi significativo ($p > 0,05$), porém o fortalecimento de ambos os grupos foi significativo quando comparado ao controle.

Palavras-chave: força muscular, terapia por estimulação elétrica, torque.

Abstract

The aim of this study was to compare the efficacy of quadriceps muscle strength by low and medium frequency. The research was carried out at a Physical Therapy Clinic of Tuiuti University in Paraná with 18 females 18 males, aged 18-30 years. The subjects were divided into three groups: A Group (n = 12) was submitted to electrical stimulation of medium frequency "Russia current" in the lower weakness limb, B group (n = 12) was submitted to low frequency, in the weakness limb and C group (n = 12) was the control group. The groups A, B and C were subdivided into A1 and A2, B1 and B2 and C1 and C2. The A1, B1 and C1 were composed by women and A2, B2 and C2 by men. Both group received electrical stimulation 3 times a week, during 6 weeks, fifteen minutes every session. The individuals were evaluated and reevaluated using computerized isokinetic dynamometer. After performing the protocol, it was observed that the low frequency increased strength levels more than the Russian current in both groups but it was not significant ($p > 0,05$), but when compared strength of both groups with control group it was significant.

Key-words: muscle strength, electric stimulation therapy, torque.

Recebido em 6 de maio de 2008; aceito em 30 de setembro de 2008.

Endereço para correspondência: Ana Carolina Brandt de Macedo, Av. da República, 7651/ 55 Portão 80610-220 Curitiba PR, Tel: (41)3567-9527, E-mail: acbrandt@bol.com.br

Introdução

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é praticada desde o século XVIII na fisioterapia. A contração muscular eletricamente induzida ativa as unidades motoras de modo diferente da contração muscular voluntária. Na eletroestimulação todas as unidades motoras são recrutadas e os motoneurônios maiores são estimulados primeiramente, em função da sua localização (mais superficial) e da sua menor impedância [1].

A EENM é uma corrente elétrica de baixa frequência (1-1000 Hz), despolarizada, que estimula os ramos intramusculares dos motoneurônios e provoca a contração muscular [2]. É utilizada para tratamento de hipotrofia, espasticidade, contraturas e fortalecimento, além de poder ser aplicada em atletas [3].

Com o avanço da tecnologia sobre EENM, desenvolveu-se a estimulação russa que é uma corrente sinusoidal alternada (bifásica) de 2500 Hz com uma frequência de estímulo de 50 Hz e com um tempo de cada envelope de 10 ms (milissegundos) e intervalo entre eles de 10 ms. Uma corrente de média frequência modulada em baixa frequência, alternada, despolarizada, interrompida e seletiva. Esta corrente é capaz de atingir estruturas teciduais profundas, pois quanto maior a frequência, menor é a impedância tecidual. Outra característica importante é que sua média frequência está fixada em 2.500 Hz, pois a despolarização máxima do nervo motor ocorre nesta frequência [4].

Várias pesquisas científicas estão sendo abordadas sobre os efeitos da corrente elétrica nos músculos, entretanto dois aspectos são mais visados: o aumento da força muscular e a mudança no tecido muscular. No estudo de Fagundes *et al.* [5] a EENM minimizou a atrofia das fibras musculares e proliferação do tecido conjuntivo em músculos denervados.

O estudo de Santos *et al.* [6] concluiu que geralmente a estimulação elétrica não é um substituto satisfatório para a atividade voluntária. No entanto, Snyder-Mackler *et al.* [7] demonstraram o fortalecimento e a melhora funcional do músculo quadríceps pela eletroestimulação após cirurgia do ligamento cruzado anterior (LCA).

É muito claro que a parte do ganho de força que ocorre com o treinamento, especialmente no início de um programa, é atribuída a fatores neurais (adaptações) e não ao aumento muscular. As adaptações neurais relacionadas ao treinamento de força incluem melhor sincronia do disparo das unidades motoras para permitir que um indivíduo ajuste-se à força desencadeada pela estimulação elétrica [8].

Em virtude das grandes controvérsias que existem a respeito de qual corrente é mais eficaz para ganhar força muscular, o objetivo deste estudo foi comparar se existe ou não diferença significativa no fortalecimento muscular, em homens e mulheres sedentárias, através da eletroestimulação de baixa e média frequência no grupo muscular quadríceps.

Materiais e métodos

Sujeitos

No presente estudo do tipo ensaio clínico, analisou-se 36 (trinta e seis) indivíduos, do gênero masculino (n = 18) e feminino (n = 18), sedentários, sem lesão na musculatura estudada. Esta pesquisa foi realizada na Clínica de Fisioterapia da Universidade Tuiuti do Paraná, previamente aprovado pelo CEP-UTP 021/2005.

Para a aplicação prática, os indivíduos foram divididos aleatoriamente em 3 grupos distintos: o primeiro grupo, A, (n = 12) foi submetido à eletroestimulação de média frequência, Corrente Russa; o segundo grupo, B, (n = 12), foi submetido à eletroestimulação de baixa frequência, e o terceiro grupo, C, controle (n = 12) não recebeu a aplicação de corrente elétrica. Os grupos A e B receberam a eletroestimulação no grupo muscular quadríceps do membro inferior mais fraco.

Estes 3 grupos foram subdivididos em Grupos A1 e A2, B1 e B2 e C1 e C2. Os grupos A1, B1 e C1 foram constituídos pelo gênero feminino, cada um contendo 6 indivíduos e os grupos A2, B2 e C2 foram constituídos pelo gênero masculino seguindo a mesma metodologia.

Eletroestimulação

Para a aplicação da corrente de média frequência foi utilizado o aparelho de eletroestimulação *Endophasy - R*, da marca KLD Biosistemas com 4 canais e 8 eletrodos - "Corrente Russa" e para a aplicação da corrente de baixa frequência foi utilizado o aparelho Ecor, também da marca KLD.

O protocolo com todos os parâmetros está demonstrado abaixo:

Grupo	Frequência	Modulação	Duração	Intensidade	Ciclo on	Ciclo off	Tempo sessão	No. contrações
	50 Hz		10 us	Variável	15 s	15 s	15 min	30
RUS-SA	2500 Hz	50 Hz	50%	Variável	15 s	15 s	15 min	30

As sessões de eletroestimulação foram realizadas 3 vezes por semana, durante um período de 6 semanas, totalizando 18 sessões, com duração de 15 minutos cada sessão.

Para a aplicação das correntes, os indivíduos foram posicionados sentados em uma maca, com o joelho fletido a 90°, os eletrodos posicionados no ventre muscular de cada componente do músculo quadríceps, sendo utilizados dois eletrodos em reto femoral, dois em vasto lateral e dois em vasto medial. A intensidade era aumentada até ser verificada contração muscular na amplitude de movimento máxima do joelho.

Dinamometria

Para a obtenção dos resultados foi utilizada a dinamometria isocinética, da marca *Cyberx-norm*, que foi realizada antes e após a aplicação dos protocolos. No teste isocinético para a articulação do joelho, o paciente foi posicionado sentado e fixado com o uso de cinto de segurança ao nível de tórax e abdômen.

A almofada dos braços da alavanca foi posicionada e presa na região distal da perna para realizar a flexão e a extensão confortavelmente. A perna contralateral ficou apoiada atrás dos estabilizadores do membro contralateral. A cadeira encontrou-se com uma rotação de 40°. O ângulo das costas da cadeira foi de 85°. A posição do assento da cadeira foi levantada e a cadeira ficou presa no monotrilha a 38°. A escala de inclinação do dinamômetro foi zero, a escala da altura do dinamômetro foi 8 e a escala de rotação do dinamômetro foi 40. O eixo de rotação do dinamômetro corresponde ao eixo do côndilo femoral do membro a ser testado. O modo de operação isocinético foi o concêntrico, onde foi realizado um exercício, com 3 repetições submáximas e 3 repetições máximas a 60° por segundo, primeiro no membro dominante e em seguida no outro membro.

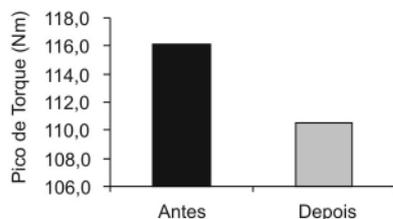
Resultados

Quanto às características antropométricas da amostra no grupo masculino, a idade média foi de 20,78 com desvio padrão de 2,13; o peso de 72,78 kg com desvio padrão de 8,35 e altura de 1,78 com desvio padrão de 0,04. No grupo feminino a idade média foi de 22,4 com desvio padrão de 0,5; peso de 58,5 com desvio padrão de 5,3 e altura de 1,62 com desvio padrão de 0,1.

Dos 36 indivíduos analisados, 26 (13 homens e 13 mulheres) apresentaram no primeiro teste isocinético diminuição de força do quadríceps membro inferior direito e 10 (5 homens e 5 mulheres) apresentaram no membro inferior esquerdo. Esta avaliação determinou o membro que seria estimulado.

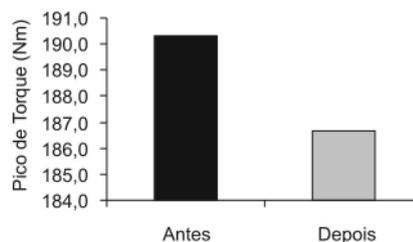
Em relação ao pico de torque medido no dinamômetro no grupo A1, encontrou-se que antes da aplicação da eletroestimulação com Corrente Russa a média dos indivíduos foi de 116,17 Nm e depois de 110,50 Nm (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Média do pico de torque do grupo A1.



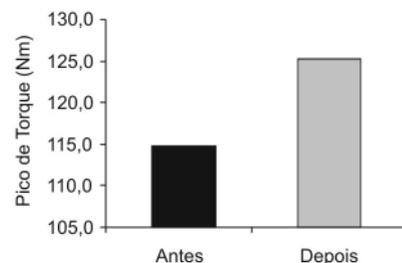
De acordo com o Gráfico 2, o pico de torque medido no dinamômetro no grupo A2, antes da aplicação da eletroestimulação com Corrente Russa foi de 190,33 Nm e após 186,67 Nm.

Gráfico 2 - Média do pico de torque do grupo A2.



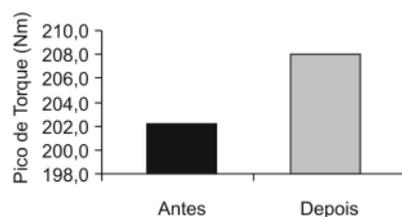
Em relação ao pico de torque medido no dinamômetro no grupo B1, encontrou-se que antes da aplicação da eletroestimulação de baixa frequência a média da força dos indivíduos foi de 114,83 N e depois de 125,33 N (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Média do pico de torque do grupo B1.



De acordo com o Gráfico 4, que aponta os dados do pico de torque (Nm) do grupo B2 da musculatura quadríceps (baixa frequência), encontrou-se 202,17 Nm antes e 208 Nm após as aplicações.

Gráfico 4 - Média do pico de torque do grupo B2.



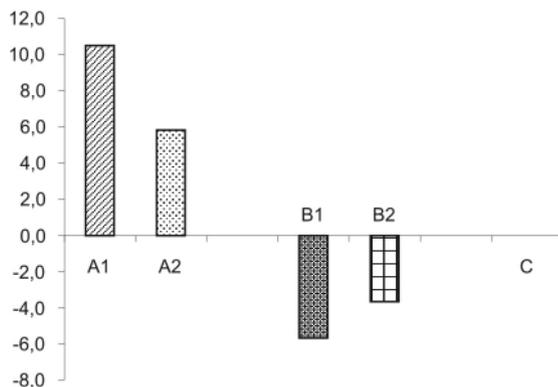
De acordo com o grupo controle, sem aplicação de corrente elétrica, verificou-se que os indivíduos não apresentaram modificações nos valores de Pico de Torque (Nm) durante a reavaliação.

Discussão

No presente estudo, comparando o grupo A, B e C o grupo A, Corrente Russa, teve uma diminuição de força de

2,41% e o grupo B, EENM, obteve um ganho de força de 4,53% (Gráfico 5). Comparando-se os resultados iniciais com os finais dos respectivos grupos, individualmente homens e mulheres, observou-se através da análise estatística, Teste t, que os resultados foram estatisticamente significativo ($p < 0,05$). Porém comparando-se o grupo A e B, não houve diferença significativa ($p > 0,05$).

Gráfico 5 - Comparação dos grupos.



Os pesquisadores Souza *et al.* [9] relataram um melhor desempenho no grupo de camundongos submetidos a eletroestimulação através da corrente farádica (50 Hz) do que pela corrente russa. Os resultados encontrados neste estudo são semelhantes, uma vez que o grupo submetido à corrente de baixa frequência, em comparação com o de média frequência, obteve melhores resultados e apresentaram aumento da força do músculo quadríceps da coxa.

Para Silva *et al.* [10], que compararam o fortalecimento associado ou não a corrente russa, verificaram que a associação da eletroestimulação ao treinamento de força durante 8 semanas foi mais eficaz. Brasileiro e Villar [11] relataram que quanto maior a intensidade suportada pelo indivíduo, dentro do limite da dor, maior o incremento de força muscular.

Os resultados obtidos não confirmam as conclusões de Silva *et al.* [12] e de Santos *et al.* [13] que relataram não haver aumento de força muscular através da eletroestimulação elétrica neuromuscular em indivíduos sadios comparados aos exercício voluntário.

Observando o estudo de Guirro *et al.* [14], os resultados demonstraram que houve um aumento significativo da força nos grupos estimulados, tanto em baixa (40,5%) quanto em média frequência (44,6%). Diferente deste estudo que só encontrou aumento de força muscular no grupo tratado com EENM.

Brustolin *et al.* [7] após aplicarem a eletroestimulação de média frequência (2500 Hz, modulada a 50 Hz) 3 vezes por semana, durante 7 semanas em um jogador de futebol, observaram uma melhora do trofismo muscular.

Apesar de a literatura relatar que a corrente russa ativa de 30 a 40% a mais de unidades motoras e conseqüentemente promove um melhor fortalecimento muscular, no presente estudo não foi observado aumento da força muscular e sim uma diminuição tanto nos homens quanto nas mulheres, contrariando os estudos já realizados sobre esta corrente.

Pode-se verificar através deste estudo que o protocolo da EENM aumentou mais a força muscular do que a corrente russa, porém esta diferença não foi estatisticamente significativa. Quando os grupos A e B foram comparados com o controle observou-se uma diferença significativa [15].

Conclusão

Os resultados apontados neste estudo indicam que a EENM produziu um aumento de torque maior que a corrente russa e que esta não contribuiu para o fortalecimento muscular visto que após a aplicação da corrente o torque diminuiu. Embora estes resultados tenham sido observados, necessita-se de um incremento da amostra para verificar realmente qual o tipo de corrente que pode melhor auxiliar no tratamento.

Referências

1. Agne JE. Eletroterapia teoria e prática. Santa Maria: Orium; 2005.
2. Kitchen S, Bazin S. Eletroterapia: prática baseada em evidências. 11a ed. São Paulo: Manole; 2003.
3. Brasileiro JS, Salvini TF. Limites da estimulação elétrica neuromuscular no fortalecimento de músculos esqueléticos saudáveis e com déficit de força. *Fisioter Bras* 2004;5(3):224-30.
4. Ward Ar, Shkuratova N. Russian electrical stimulation: The early experiments. *Phys Ther* 2002;82(10):1019-30.
5. Fagundes KCB, Polacow MLO, Guirro RRJ, Campos GER, Somazz MC, Pinto VF, Fuentes CB, Teodori RM. Análise morfométrica dos tecidos muscular e conjuntivo após desnervação e elétrica de baixa frequência. *Rev Bras Fisioter* 2005;9(2):235-241.
6. Santos FM, Rodrigues RGS, Trindade-filho EM. Exercício físico versus programa de exercício pela eletroestimulação com aparelhos de uso doméstico. *Rev Saúde Pública* 2008;42(1):117-22.
7. Brustolin M, Briel AF, Guerinio M. Efeito da corrente russa sobre o trofismo do grupo muscular quadríceps. *Revista de Biologia e Saúde da Unisesp* 2007;1(1):60-66.
8. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício. 3a ed. São Paulo: Manole; 2004.
9. Sousa, Alita MS, Sobreira NFD; Abdon APV. Estudo comparativo da Corrente Russa e farádica no desempenho motor pós-fratura em camundongos. *Ter Man* 2007; 5(22):333-37.
10. Silva RT, Knorr LF, Lopes RF, Knorr L, Navarro F. Comparação entre os efeitos do uso da eletroestimulação neuromuscular associada ao treinamento de força com somente treinamento de força em exercícios de membros inferiores durante oito se-

- manas. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício* 2007;1(5):1-10.
11. Brasileiro JS, Villar FAS. Comparação dos torques gerados por estimulação elétrica e contração muscular voluntária no músculo quadríceps femoral. *Rev Bras Fisioter* 2000;4(2):75-81.
 12. Silva JCE, Monteiro Neto LF, Cirillo F, Sauro EE, Colman SGL, Koeke P, *et al.* Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular associada ou não a exercícios de contração máxima voluntária. *Rev Bras Fisioter* 2005;6(3):186-91.
 13. Santos FM, Rodrigues RGS, Trindade-Filho EM. Exercício físico versus programa de exercício pela eletroestimulação com aparelhos de uso doméstico. *Rev Saúde Pública* 2008;42(1):117-22.
 14. Guirro R, Nunes CV, Davini R. Comparação dos efeitos de dois protocolos de estimulação elétrica neuromuscular sobre a força muscular isométrica do quadríceps. *Rev Fisioter Univ São Paulo* 2000;7(1-2):10-5.
 15. Low J, Reed A. *Eletroterapia explicada*. Sao Paulo: Manole; 2001.
-