

**Artigo original****Estudo comparativo entre a estimulação elétrica neuromuscular de baixa e média frequências para o incremento da força de preensão em indivíduos saudáveis não-treinados*****Comparative study among the neuromuscular electrical stimulation of low and medium frequency to the increase of palmar grip in healthy individuals not trained***

Antonio Vinicius Soares\*, Fernando Pagliosa\*\*, Gabriel Osvaldo de Oliveira\*\*

.....

\*Fisioterapeuta (ACE), especialista em cinesioterapia neuro-sensório-motora (PUC-PR), professor da ACE, IELUSC e FURB -SC, \*\*Acadêmicos de Fisioterapia da FURB-SC

**Palavras-chave:**

Estimulação elétrica neuromuscular, força muscular, preensão palmar, dinamometria.

**Resumo**

A Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) é um recurso frequentemente utilizado para proporcionar o aumento da força e hipertrofia muscular. O protocolo e a técnica de aplicação são fatores importantes para a efetividade dos resultados. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi verificar os efeitos de dois protocolos de EENM sobre a força de preensão palmar do membro superior não dominante em 17 voluntários do sexo feminino, saudáveis, não treinados, com média de idade de 21,5 anos ( $\pm 4,5$ ), sem história de doença ósteo-muscular, divididos em três grupos distintos. O protocolo constou de duas correntes com pulso quadrado, bifásico e simétrico, com tempo de subida e descida de 2s cada, 5s de sustentação e 10s de repouso, sendo para o grupo I a corrente de baixa frequência (65 Hz), e para o grupo II a corrente de média frequência (2000 Hz modulada em 50 Hz). E, ainda, o grupo III, como grupo controle. Avaliou-se a força de preensão palmar através da dinamometria e a hipertrofia muscular através da perimetria. Antes e após a aplicação de 10 sessões de EENM, durante 20 minutos, 3 vezes por semana em dias não consecutivos. Os resultados demonstraram que houve um aumento significativo na força de preensão palmar ( $p < 0,05$ ) dos grupos estimulados, tanto para o de

---

Artigo recebido em 11 de julho de 2002; aprovado em 4 de novembro de 2002.

**Endereço para correspondência:** Prof. Antonio Vinicius Soares, Depto Fisioterapia, FURB-SC, Rua Antonio da Veiga, 140, 89012-900 Blumenau SC, Tel: (47)321-0243, E-mail: a.vini@ig.com.br

---

baixa (8,7%) como para o de média frequência (22,75%). O grupo de média frequência obteve um aumento maior de força muscular, também quando comparado ao grupo de baixa frequência. Já a perimetria não apresentou aumento significativo em ambos os grupos.

**Abstract**

The Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) is one resource which is used to promote gain of power and muscle hypertrophy. The protocol and technic used are important to the success of the results. So, the objective of this research was to verify the effects of two different protocols of NMES measuring the strength of palmar grip of the non dominant upper limb among 17 volunteers, female non trained with age average 21.5 years old ( $\pm$  4.5) with no ostheo-muscular disease. They were divided in three groups. The protocol was constituted of two currents with square pulses, byphasic and simetric, with the up and down time of 2s each one, 5s of sustentation and 10s off. For group I was used the low frequency current (65Hz), and for group II was used the medium frequency (2000 Hz modulated in 50Hz). Group III was used as the control group. The palmar grip was evaluated by dinamometer, and muscular hypertrophy by perimetry, and was done before and after 10 sessions of 20 minutes, 3 times a week, non consecutive days using NMES. The results showed an significant improvement on palmar grip ( $p < 0,05$ ) of the groups stimulated for both frequencies low (8.7%) and medium (22.7%). The medium frequency group obtained a gain of strenght even when compared to the low frequency group. The perimetry did not show significant results in both groups.

**Key-words:**

Neuromuscular electrical stimulation, muscle strenght, palmar grip, dinamometry.

.....

**Introdução**

A fisioterapia é uma ciência cujo principal objeto de estudo é o movimento humano. Para isto, usa recursos próprios, físicos ou naturais, objetivando promover, aperfeiçoar ou adaptar as capacidades iniciais de cada indivíduo. Diversos recursos fisioterápicos podem ser utilizados para os mais variados casos e patologias [1].

No Brasil, de acordo com Ayres [2], a estimulação elétrica foi introduzida por um grupo de eslovenos em 1989 e tem sido utilizada com uma frequência cada vez maior nos serviços

de fisioterapia. A partir de então, vários métodos e protocolos foram criados para a obtenção de contração muscular através do uso de corrente elétrica [3].

A estimulação elétrica neuromuscular (NMES), tanto de baixa como de média frequência, é utilizada em indivíduos saudios, como em atletas para otimizar a condição física, quanto para a obtenção de objetivos terapêuticos em pacientes para diversas disfunções físicas [3,4,5].

O protocolo e a técnica de aplicação da eletroestimulação utilizados em um experimento, são fatores de extrema importância para a

efetividade dos resultados da NMES. Isto explica o grande número de pesquisas realizadas com o objetivo de determinar o protocolo de estimulação mais eficiente para proporcionar um aumento na atividade contrátil do músculo, ou um padrão específico de eletroestimulação capaz de produzir hipertrofia muscular [6,7].

Low e Reed [8] ressaltam que a contração muscular por corrente elétrica não substitui satisfatoriamente a atividade voluntária.

Esta controvérsia encontrada entre os autores e a importância terapêutica da confirmação da hipótese de um aumento considerável da força muscular e hipertrofia, decorrentes da estimulação elétrica, objetiva-se com esta pesquisa, verificar os efeitos da aplicação de dois protocolos de estimulação elétrica neuromuscular, sobre a força de preensão palmar do membro superior não dominante em indivíduos sadios não treinados.

## **Materiais e métodos**

A pesquisa em questão caracteriza-se por ser uma pesquisa experimental teórico-prática, quantitativa.

Os indivíduos tinham idade variando entre 17 e 26 anos, sendo a totalidade composta por 18 mulheres universitárias, brancas, destros e não praticantes de atividade física. Nenhuma delas (0%) referiu-se como alcoolista ou usuária de drogas e uma constatou ser fumante (5,5%). Ao se analisar o Índice de Massa Corporal (IMC), verificou-se que os grupos I e II estavam dentro dos padrões considerados normais, com 20,87 e 20,47 respectivamente. Já o grupo III, apresentou um IMC próximo do considerado normal, porém, discretamente abaixo, com 19,98 de média.

O processo de seleção do grupo amostral foi aleatória e voluntária através de convite verbal.

As voluntárias foram esclarecidas sobre os procedimentos experimentais e assinaram antes do início dos experimentos um termo de consentimento, demonstrando ter conhecimento na íntegra das etapas do trabalho, aceitando a participação e a utilização dos resultados obtidos.

Foram divididas em três grupos de 6 pessoas. Onde 6 fizeram parte do grupo I, submetidas a terapia com corrente de baixa frequência (65 Hz), 6 fizeram parte do grupo II, submetidas a

terapia com corrente de média frequência (2000 Hz, modulada em 50Hz) e por último, 6 para o grupo controle (III), que não foram submetidas a terapia de eletroestimulação. Uma integrante do grupo I desistiu do tratamento, ficando o grupo, então, com apenas 5 integrantes.

Os grupos I e II receberam 10 sessões de eletro-estimulação de 20 minutos diários, 3 vezes por semana com um dia de intervalo para cada sessão. Os protocolos constaram, ainda, de 2 segundos de tempo de subida e de descida, 5 segundos de sustentação e 10 segundos de repouso. Utilizamos este tempo de aplicação como indicada por Delitto *et al.* [9], que observaram ganho significativo de força muscular com a realização de 10 sessões de eletro-estimulação.

Como instrumentos da pesquisa utilizou-se de fichas de avaliação, divididas em avaliação inicial e final, tendo uma ficha específica para cada momento.

Para a mensuração da força muscular de preensão, realizou-se a dinamometria, onde os sujeitos foram orientados a ficarem na posição sentada, de tal maneira que os quadris e joelhos ficassem a noventa graus, com os pés apoiados no chão. Nos membros superiores, o ombro foi mantido em posição aduzida junto ao tronco, o cotovelo a noventa graus com o antebraço em posição neutra (entre pronação e supinação), e o punho também na posição neutra sem que houvesse desvios. Sendo o dinamômetro sustentado pelo examinador durante toda a realização do teste, segundo as recomendações da Sociedade Americana dos Terapeutas de Mão – SATM [10,11].

A dinamometria foi realizada em dois momentos da pesquisa, ao início e também no final das 10 sessões de estimulação, para verificar se houve aumento de força dos músculos estimulados. Utilizou-se o aparelho de dinamometria digital modelo TKK, digital GRIP-D Tester, da marca Takei Scientific Instruments CO, de fabricação japonesa. Dinamômetro capaz de mensurar o momento de preensão palmar de 5,0 a 100,0 Kgf. A força de preensão palmar plena é feita com os cinco dedos segurando o objeto em contato com a palma da mão. A força de preensão é bastante importante para execução e precisão dos manuseios [1].

A perimetria foi feita com uma fita métrica da marca Eslon de fabricação japonesa,

realizada após a mensuração do comprimento do antebraço, que foi dividido em três partes. Foi mensurado ao final do terço proximal e início do terço distal, estando o paciente na posição ortostática, com os membros superiores ao longo do tronco, em posição anatômica.

Antes da realização da estimulação, limpou-se a pele com um algodão embebido em álcool comum [4].

A estimulação elétrica neuromuscular foi realizada, utilizando-se o aparelho microprocessado de estimulação elétrica da marca QUARK Produtos Médicos, modelo DUALPEX 992 SPORT. Este equipamento caracteriza-se pelas correntes alternadas e/ou pulsáteis, bifásicas, simétricas, de intensidade variável de 0 a 60 miliamperes (mA), com dois canais independentes, produzindo correntes com frequência de um (01) à 2500 hertz (Hz), uma largura de pulso (T) de 20 ms à 300 ms.

Utilizamos eletrodos auto-adesivos de superfície da marca Axelgaard modelo CF5000 2". Os eletrodos foram posicionados na região anterior do antebraço não dominante, sobre o ponto motor dos músculos flexores de dedos. Com membro superior apoiado sobre uma mesa, com o braço em semi-flexão de ombro e cotovelo, supinação de antebraço, punho na posição neutra e relaxado.

A análise dos resultados foi feita através de uma avaliação quantitativa, comparando os resultados dos indivíduos dos três grupos. Os dados foram analisados através de uma análise estatística utilizando-se de médias e do teste *T* de *Student*, afim de verificar as relações entre os grupos e nível de significância de 5%.

## Resultados

A dinamometria, assim como a perimetria, foi realizada em dois momentos; na avaliação inicial e na reavaliação, sendo realizada três medidas, em cada uma delas com intervalo de tempo de um (1) minuto, evitando, assim, a fadiga muscular.

A perimetria do início do terço proximal do antebraço dos grupos I e II teve um leve aumento, porém não significativo, passando de 22,5 para 22,8 cm (1,33%) no grupo I e de 20,7 para 20,9 cm (1,06%) no grupo II. Já no grupo III, não houve alterações na perimetria.

As alterações quanto à perimetria nos grupos estimulados, não apresentaram significância de acordo com o teste *T* de *Student*.

Na perimetria do início do terço distal do antebraço, repete-se a mesma proporção da mensuração do terço proximal. Nos grupos I e II também identificaram-se um aumento pouco significativo, passando de 18,2 para 18,3 cm (0,55%) no grupo I, e de 15,92 para 16,17 cm (1,57%) no grupo II. O grupo III não apresentou alteração. Assim, como na perimetria proximal, os dados mensurados distalmente também não apresentaram significância de acordo com o teste *T* de *Student*, apresentando menos de 5% de aumento.

Os resultados da dinamometria estão detalhados nas tabelas 1 e 2, demonstrando a média dos valores da mensuração, além de sua média geral, para cada grupo da pesquisa.

**Tabela I - Dinamometria inicial de preensão palmar.**

	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
Dinam. Inicial 1	30,94 Kgf	27,8 Kgf	27,35 Kgf
Dinam. Inicial 2	32,1 Kgf	27,15 Kgf	28,63 Kgf
Dinam. Inicial 3	31,78 Kgf	28,28 Kgf	28,73 Kgf
Dinam. Inic.Média	31,6 Kgf	27,74 Kgf	28,23 Kgf

**Tabela II - Dinamometria final de preensão palmar.**

	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
Dinam. Final 1	33,3 Kgf	33,77 Kgf	27,5 Kgf
Dinam. Final 2	34,66 Kgf	33,75 Kgf	27,57 Kgf
Dinam. Final 3	34,94 Kgf	34,63 Kgf	28,77 Kgf
Dinam. Fin. Média	34,35 Kgf	34,05 Kgf	27,93 Kgf

## Discussão

Os dados referentes a perimetria não apresentaram significância de acordo com o teste *T* de *Student*.

Analisando a dinamometria, o grupo I, de estimulação elétrica de baixa frequência, obteve na avaliação inicial uma força de preensão palmar média de 31,6 Kgf, aumentando para 34,35 Kgf. Este aumento (8,7%) é considerado significativo de acordo com o teste *T* de *Student* ( $p < 0,05$ ).

Já o grupo II, grupo da estimulação elétrica de média frequência, verificou-se na avaliação inicial uma força de preensão palmar média de

27,74 Kgf, aumentando para 34,35 Kgf na avaliação final, apresentando um aumento significativo, segundo o teste T de *Student* ( $p < 0,05$ ).

No grupo controle (III), verificou-se na avaliação inicial uma força de preensão palmar média de 28,23 Kgf e 27,93% na avaliação final, apresentando leve diminuição de 1,07%, considerado não significativo perante o teste T de *Student* ( $p < 0,05$ ).

Para Camargo *et al.* [6] e Frischknecht & Vrbová [7], a intensidade de corrente suportada pelo indivíduo é um dos fatores determinantes para efetividade da técnica e, conseqüentemente, dos resultados. Brasileiro & Villar [12] relatam que quanto maior a intensidade suportada pelo indivíduo, dentro do limite da dor, maior o incremento de força muscular. Guirro *et al.* [13] também concluem que o aumento da força está relacionada à uma maior intensidade suportada, em consequência do aumento do recrutamento das unidades motoras. Em nosso estudo, também encontramos relação entre intensidade suportada e aumento da força muscular, como previamente citado.

Os resultados obtidos não confirmam as conclusões de Barry [14] e de Noronha *et al.* [15], que relatam não haver aumento de força muscular, através da estimulação elétrica neuromuscular em indivíduos sadios.

Porém, estão de acordo com as hipóteses de diversos autores que citam o aumento considerável na força muscular, decorrentes tanto da estimulação de baixa frequência como na estimulação de média frequência [5,12,13,16].

Os resultados encontrados na presente pesquisa não confirmam os relatos de que as correntes de média frequência resultam em um maior êxito na hipertrofia muscular [5,13,17], uma vez que não observamos aumento significativo na perimetria entre os grupos estimulados.

## Conclusão

Considerando-se os resultados obtidos e levando em consideração os achados descritos na literatura, conclui-se que:

1. O protocolo de eletro-estimulação neuromuscular foi eficaz no incremento da força de preensão palmar em indivíduos do sexo

feminino, sadios, não treinados. Confirmando o relato de diversos autores [5,6,7,12,13].

2. O protocolo de estimulação com a corrente de média frequência foi mais eficiente na obtenção dos objetivos desejados de aumento da força muscular. Porém, ambas as correntes foram efetivas perante os objetivos, também estando de acordo com trabalhos anteriores [5,13,16,17].

3. Os resultados quanto à hipertrofia muscular, mensurados através da perimetria do antebraço, não foram significativos para nenhum dos grupos estimulados, tanto para o de baixa frequência como para o grupo de média frequência.

4. O aumento da força de preensão mostrou-se dependente da intensidade da corrente a ser aplicada. Observou-se, ainda, que quanto maior a intensidade, melhor será o resultado obtido.

5. Os procedimentos e técnicas da pesquisa, assim como a utilização dos seus instrumentos, devem ser padronizados e seguidos criteriosamente, para que as informações possam ser consideradas com maior fidedignidade, como ressaltado em importante trabalho recente [11].

## Referências

1. Vicente LP, Gallinaro AL. Avaliação da força de preensão palmar dos alunos de quarto e primeiro anos do curso de fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo. *Fisioter Bras* 2002;3(1):30-35.
2. Ayres DVM. Estimulação elétrica funcional e sua aplicação na divisão de medicina de reabilitação. *Rev Bras Fisioter* 1999; 6(3):19-35.
3. Ferrarin M, Pedotti A. The relationship between electrical stimulus and joint torque: a dynamic model. *Trans Rehabil Eng* 2000;8(3):342-52.
4. Kitchen S, Bazin S. Eletroterapia de Clayton. 10ª.ed. São Paulo: Manole, 1998.
5. Robinson AJ, Snyder-Mackler A. Eletrofisiologia Clínica: eletroterapia e testes eletrofisiológicos. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.
6. Camargo LC, Minamoto VB, Noronha MA, Castro CES, Salvani TF. A estimulação elétrica neuromuscular do tibial anterior não altera a morfologia dos músculos sóleo (antagonista) e extensor digital longo (sinergista) do rato. *Rev Fisioter USP* 1998;5(2):120-126.

7. Frischknecht R, Vrbová G. Effect of electrical stimulation on overloaded rat muscle. *J Neurol Sci* 1990;16-22 [Apresentado à VII International Congress on Neuromuscular Disease].
8. Low J, Reed A. *Eletroterapia Explicada: princípios e prática*. São Paulo : Manole, 2001.
9. Delitto A, Rose JS, Mckowen MJ. Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciat ligament surgery. *Phys Ther* 1988;68(5):660-3.
10. Moreira D, Godoy JRP, Silva Junior W. Estudo sobre a realização da preensão palmar com a utilização do dinamômetro: considerações anatômicas e cinesiológicas. *Fisiot Bras* 2001;2(5):295-300.
11. Brasileiro JS, Castro CES, Parizotto NA. Parâmetros manipuláveis clinicamente na estimulação elétrica neuromuscular (NMES). *Fisioter Bras* 2002;3(1):16-24.
12. Brasileiro JS, Villar AFS. Comparação dos torques gerados por estimulação elétrica e contração muscular voluntária no músculo quadríceps femural. *Rev Bras Fisioter* 2000;4(2):75-81.
13. 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 USP* 2000;7(2):10-15.
14. Barry. J. Chronic electrical stimulation halves the time for recovery from immobilization atrophy. *J Neurol Sci* 1990:16-22 [Apresentado À VII International Congress on Neuromuscular Disease].
15. Noronha MA, Camargo LC, Minamoto VB, Castro CES, Salvini TF. O papel da estimulação elétrica neuromuscular (NMES) no músculo tibial anterior do rato. *Ver Bras Fisioter* 1997; 2(2):71-6.
16. 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* 2001;81(7):1307-16.
17. Kahn J. *Princípios e prática da eletroterapia*. 4ª ed. São Paulo: Santos, 2001.

## Universidade Católica de Petrópolis CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO 2003

### FISIOTERAPIA NEUROFUNCIONAL

Objetiva aprofundar a formação técnico-científica do fisioterapeuta para a prática clínica, na pesquisa e no ensino da fisioterapia neurofuncional. Capacitá-lo a avaliar sua atuação a partir da compreensão do movimento humano e sua disfunção, propiciando melhor tomada de decisões na resolução de problemas em pacientes neurológicos.

**Carga Horária:** 510 horas/aula

### FISIOTERAPIA EM TRAUMATO ORTOPEDIA

Objetiva aprofundar o conteúdo relativo a atuação fisioterapêutica em clínica, ambulatório e no esporte, na área traumato ortopédica, com rigor científico e em uma perspectiva humanizada.

**Carga Horária:** 405 horas/aula

### FISIOTERAPIA NEONATAL E PEDIÁTRICA

Objetiva formar especialistas nas áreas neonatal e pediátrica, em atividades de prevenção, cura e reabilitação. Capacitar sobre os recursos diagnósticos físico-funcionais, os recursos terapêuticos e a execução das técnicas fisioterapêuticas. Provocar comportamento reflexivo e questionador sobre a fisioterapia neonatal e pediátrica, visando a atuação clínica e a pesquisa.

**Carga Horária:** 990 horas/aula

  
**Universidade Católica de Petrópolis**  
 www.ucp.br  
**Escola de Reabilitação**  
 Fundada em 1969

**INFORMAÇÕES:**  
**(24)2245-9168**  
**www.ucp.br**