

# Estimulação elétrica funcional otimizada em pacientes com hemiparesia por doença cerebrovascular

## Functional electrical stimulation optimized in patients with hemiparesis due to cerebrovascular disease

Simone Hitomi Oshiro<sup>1</sup>, Carolina Lemes de Oliveira<sup>1</sup>, Amanda Carolina da Silva Bim<sup>1</sup>, Gisele Saraiva Reis de Oliveira<sup>2</sup>, Marcelo Riberto<sup>3</sup>

### RESUMO

A Estimulação Elétrica Funcional (FES) é uma das técnicas utilizadas em pacientes com sequelas motoras como a hemiparesia após acidente vascular cerebral (AVC). Estudos recentes mostram resultados positivos para o uso de FES no aumento da força muscular isométrica de extensores de punho e redução do tônus para pacientes com extensão ativa de punho superior a 20° antes da intervenção. **Objetivo:** Com relação à amplitude de movimento e redução do tônus para pacientes com 10° e 20° de extensão ativa de punho, não se observaram ganhos significativos. **Método:** Este estudo avaliou a eficácia da estimulação elétrica funcional otimizada (FES-O) por duas semanas sobre a destreza manual e a amplitude de movimento (ADM) em três indivíduos apresentando hemiparesia decorrente de AVC. **Resultados:** Todos os pacientes apresentaram melhora em um ou mais itens da avaliação (destreza manual e ADM). **Conclusão:** Podemos concluir que a aplicação de estimulação de acordo com este novo parâmetro mostrou-se benéfica, em pouco tempo de estimulação naqueles pacientes com apenas esboço de movimento de dedos.

**Palavras-chave:** acidente vascular cerebral/reabilitação, estimulação elétrica, hemiparesia

### ABSTRACT

Functional Electrical Stimulation (FES) is one of the techniques used on patients with motor sequelae such as hemiparesis after a stroke (CVA). Recent studies show positive results for the use of FES in the increase of isometric muscular strength for wrist extensors and reduction of tonus for patients with active extension of upper wrist at 20° before the intervention. **Objective:** As for the amplitude of movement and reduction of tonus in patients with 10° and 20° of active extension of the wrist, no significant gains were observed. **Method:** This study evaluated the efficiency of optimized functional electrical stimulation (O-FES) for two weeks on the manual dexterity and range of movement (ROM) of three individuals showing hemiparesis due to a stroke. **Results:** All the patients improved in one or more items of the evaluation (manual dexterity and ROM). **Conclusion:** We can conclude that the application of stimulation according to this new parameter showed benefits with a short time of stimulation on those patients with only a hint of finger movement.

**Keywords:** electric stimulation, paresis, stroke/rehabilitation

<sup>1</sup> Terapeuta Ocupacional, aperfeiçoanda do Instituto de Reabilitação Lucy Montoro do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

<sup>2</sup> Terapeuta Ocupacional, Instituto de Reabilitação Lucy Montoro do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

<sup>3</sup> Docente do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Endereço para correspondência:  
FMRP USP, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor  
Avenida Bandeirantes, 3900, Monte Alegre  
CEP 14048-900  
Ribeirão Preto - SP

Recebido em 6 de Julho de 2012.  
Aceito em 6 Agosto de 2012.

DOI: 10.5935/0104-7795.20120010

## INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral (AVC) é definido como uma lesão no cérebro, caracterizado por interrupção do fluxo sanguíneo causado por um êmbolo, trombo ou extravasamento sanguíneo a uma área específica do cérebro, com consequentes déficits neurológicos.<sup>1</sup> A hemiparesia é um dos comprometimentos motores causados pelo AVC, com alteração no tônus, ruptura do movimento ativo e espasticidade.<sup>1</sup> Dentre as principais características clínicas no membro superior são o padrão flexor, adução e rotação interna de ombro, flexão de cotovelo, pronação de antebraço e flexão de punho e dedos.<sup>2</sup>

Entre o arsenal terapêutico de reabilitação para os indivíduos com sequelas do AVC destaca-se, recentemente, a estimulação elétrica funcional (FES). A FES consiste numa corrente elétrica que provoca potenciais de ação no nervo motor,<sup>3</sup> podendo causar fortalecimento, diminuição da espasticidade (por inibição recíproca) e relaxamento muscular, dependendo da frequência utilizada e de outros parâmetros (largura de pulso, tempo on/off e área estimulada).

O uso da FES ainda não é disseminado na clínica, devido à heterogeneidade dos estudos e à escassez de conhecimento de seus efeitos e parâmetros adequados de estimulação.<sup>3</sup> Os parâmetros normalmente utilizados para produção de artigos científicos são: frequência de 20 a 100 Hz, amplitude de 14 a 60 mA e largura de pulso de 200 a 300  $\mu$ s.<sup>3</sup> Para força muscular e tônus muscular, há forte evidência de efeitos positivos, ressaltando que, para o efeito de diminuição de tônus, este é limitado aos pacientes com extensão ativa de punho superior a 20° antes da intervenção. Com relação à amplitude de movimento (ADM) ativa e no grupo de pacientes com extensão ativa entre 10° e 20°, não houve ganhos significativos.<sup>3</sup> A duração das intervenções varia em média de 10 a 15 sessões.<sup>4</sup>

O termo FES otimizado (FES-O) faz referência às observações clínicas realizadas pelos autores deste artigo com relação à evolução ser mais rápida e progressiva com relação aos outros protocolos de estimulação elétrica, e por ser embasada em estudos da fisiologia muscular.

## OBJETIVO

Avaliar a eficácia da estimulação elétrica funcional otimizada (FES-O) sobre a destreza manual e a ADM, em 3 indivíduos com sequelas de hemiparesia decorrente de AVC.

## MÉTODO

### Sujeitos de pesquisa

Os integrantes da pesquisa foram recrutados no Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CER), unidade da cidade de Ribeirão Preto da Rede de Reabilitação Lucy Montoro na qual se faz atendimento multiprofissional às pessoas com deficiência na região nordeste do Estado de São Paulo. Trata-se de um estudo de caso com três indivíduos hemiparéticos devido ao AVC, clinicamente estáveis. A primeira paciente é do sexo feminino, 42 anos e com 7 meses de tempo decorrido após o evento do AVC. O segundo paciente é do sexo masculino, com 52 anos e 1 mês e meio de AVC. O terceiro paciente também do sexo masculino, com 29 anos e com apenas 2 meses de tempo decorrido pós AVC. Todos os 3 pacientes compreendiam os procedimentos do estudo e não se encontravam em qualquer outro tipo de terapia para os membros superiores até o fim da pesquisa.

Este estudo, bem como o Termo de Consentimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, de acordo com o Processo HCRP n.15616/2011, e os sujeitos ou seus responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### Intervenção

Foram recrutados 3 indivíduos hemiparéticos devido ao AVC através da lista de espera de atendimento ou que já estivessem sendo acompanhados pela equipe multidisciplinar em início de programa terapêutico. Para os pacientes que estavam em tratamento, foi solicitado aos terapeutas que não realizassem nenhum tipo de exercícios nos membros superiores durante o período de pesquisa. Todos os pacientes recrutados aceitaram participar da pesquisa, ir ao Centro de Reabilitação três vezes por semana, durante duas semanas e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

O protocolo consiste na estimulação sobre os músculos extensores de dedos, punho e tríceps, por 45 minutos, 3 vezes por semana não consecutivos para evitar fadiga, durante 2 semanas, completando um total de 6 atendimentos. Exercícios ativos de extensão de dedos, punho e cotovelo foram associados ao estímulo elétrico, sem provocar movimentos sinérgicos ou flexão de dedos. Foi utilizado o aparelho Neurodyn II, da marca Ibramed, com 4 canais (Quadro 1).

### Avaliações

As avaliações ocorreram antes do início da intervenção terapêutica e imediatamente ao final do estudo. Consistiu em:

**Destreza manual:** foi usado o teste caixa e blocos (TCB) que avalia a destreza manual unilateral. A tarefa consiste em pegar 150 blocos dispostos no mesmo lado do membro que será testado, um a um, e soltar no lado oposto, durante 60 segundos. O teste pode ser utilizado em razão que sua validação e confiabilidade terem sido estabelecidas em 1994, na qual a diferença entre o membro superior acometido e o não-acometido foi estatisticamente significativa.<sup>5</sup> As quantificações foram realizadas com ambos os membros superiores, mas apenas divulgaremos neste estudo o lado afetado pelo AVC.

**Amplitude de movimento (ADM):** Goniometria ativa de dedos e punho realizada com o goniômetro universal<sup>6</sup> manual seguindo o posicionamento das articulações em flexão e extensão.

## RESULTADOS

### Sujeito 1

Mulher, destra, 42 anos, com estudo primário completo, desenvolveu AVC hemorrágico com comprometimento do hemitórax direito sete meses antes do início do tratamento. Encontrava-se sem comprometimento cognitivo, e em tratamento fisioterapêutico apenas nos MMII.

Na avaliação inicial, apresentava tônus flexor elevado, esboçando apenas um pequeno movimento. Utilizava uma órtese de posicionamento de mão, punho e dedos para uso noturno e intermitente diurno. Era independente nas atividades de vida diária e cuidava do filho recém-nascido utilizando ambas as mãos, usando o MSD como apoio. O uso do MSD intermitente aumentava o padrão flexor.

Ao fim do tratamento, foi observado melhora na extensão da MCF, não por movimento ativo, mas por diminuição do tônus flexor. Não houve modificação da capacidade funcional observado pelo teste de caixa e blocos (Tabela 1).

### Sujeito 2

Homem, destro, 52 anos, com o estudo primário completo, desenvolveu AVC isquêmico com comprometimento do hemitórax direito, ocorrido há 1 mês e meio do início do estudo. Encontrava-se sem comprometimento cognitivo, e sem outros tratamentos.

Na avaliação inicial, encontrava-se com pouca mobilidade de dedos e punho. Foi observado edema na mão direita.

**Quadro 1.** Parâmetros de estimulação elétrica para o fortalecimento com o FES-O

|                      | FES Fortalecimento   |
|----------------------|--|
| Frequência           | 20 hz  |
| Largura de Pulso     | 500 us   |
| Tempo On/Off         | 6s/6s  |
| Tempo Subida/Descida | 1s   |
| Eletrodos            | Na área motora dos músculos extensores de dedos e punho e na área motora do músculo tríceps. Utilizado eletrodos auto-adesivos |
| Intensidade          | Aumentar a intensidade até o limiar do paciente, sem provocar o movimento contrário ao músculo estimulado                      |

**Tabela 1.** Avaliação quantitativa do sujeito 1 antes e após o uso do FES-O

| Variável                             | Antes FES-O | Após FES-O | Ganho |      |
|--------------------------------------|-------------|------------|-------|------|
| Caixa e blocos                       | 0           | 0          | 0     |      |
| Goniometria de flexão ativa<br>MCF   | 1º dedo     | 60°        | 45°   | -15° |
|                                      | 2º dedo     | 88°        | 90°   | 2°   |
|                                      | 3º dedo     | 90°        | 90°   | 0°   |
|                                      | 4º dedo     | 90°        | 90°   | 0°   |
|                                      | 5º dedo     | 64°        | 90°   | 26°  |
| Goniometria de extensão ativa<br>MCF | 1º dedo     | -53°       | -40°  | 13°  |
|                                      | 2º dedo     | -80°       | -40°  | 40°  |
|                                      | 3º dedo     | -85°       | -40°  | 45°  |
|                                      | 4º dedo     | -85°       | -40°  | 45°  |
|                                      | 5º dedo     | -60°       | -40°  | 20°  |

Após o protocolo de FES-O, houve ganhos na goniometria de flexão e extensão de dedos e no teste de caixa e blocos. O edema da mão direita diminuiu, mas não desapareceu por completo. Paciente reclamava de incômodo no punho, solicitado a realização de massagem retrógrada domiciliar (Tabela 2).

### Sujeito 3

Homem, destro, 29 anos, com o ensino médio completo, desenvolveu AVC isquêmico com comprometimento do hemisfério direito, ocorrido 2 meses antes do início desta intervenção. Encontrava-se sem comprometimento cognitivo, e em tratamento fisioterapêutico apenas nos MMII.

Na avaliação inicial, o paciente tinha pouca mobilidade de dedos do membro superior direito, sem manutenção da ADM alcançada e fadigando com facilidade. O tônus muscular era ligeiramente aumentado durante a extensão de dedos e punho. Apesar de pouca mobilidade de dedos, paciente conseguiu realizar preensão ulnar passando 9 blocos do lado direito para o esquerdo.

Após o período de estimulação elétrica, o paciente referiu melhora na mobilidade de dedos e punho e tem conseguido utilizar o MSD nas atividades diárias (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

Estudos clínicos sugerem que após o AVC, a recuperação motora do membro parético deve ser tratada com a utilização ativa e repetitiva do mesmo, entretanto muitos pacientes agudos exibem um grau significativo de paresia que limitam estratégias de mobilização ativa durante a reabilitação. Assim, muitos serviços de reabilitação optam em ensinar estratégias compensatórias para o treino das atividades diárias ao invés de restaurar o controle motor como primeiro tratamento.<sup>8</sup> O presente estudo demonstrou que a utilização do protocolo FES-O resultou nos 3 pacientes um aumento expressivo em um ou mais itens da avaliação (destreza manual e movimentação ativa na flexão e extensão de dedos).

Descreve-se um platô de recuperação espontânea ou mesmo sob estimulação terapêutica após os primeiros 6 meses de instalação de hemiplegia por AVC. Contudo mais de 85% destes pacientes apresentam déficits residuais no membro superior do lado comprometido.<sup>9</sup> A maioria dos estudos são realizados com pacientes com pelo menos 1 ano de AVC, ou seja, após a fase subaguda, com

forte espasticidade, deformidades e quase nenhuma resposta motora dos músculos antagonistas, como os extensores de dedos, punho e cotovelo. Por este motivo, decidimos realizar este presente estudo com pacientes dentro de intervalo de até 1 ano do AVC.

O mecanismo de ação do FES-O envolve o fortalecimento propriamente dito dos grupos musculares diretamente estimulados, mas é importante ressaltar que a estimulação elétrica consiste também em um potente aporte sensorial que pode ativar vias aferentes latentes, aumentando a consciência para o movimento do segmento estimulado. A possibilidade de estimular adequadamente as vias aferentes e eferentes numa fase em que se acredita que a plasticidade neuronal seja mais elevada pode ter papel determinante na instalação de deficiências secundárias como a espasticidade e desenvolvimento de padrões sinérgicos inadequados.

Este relato de casos é limitado por não haver controle adequado das intervenções e por ter sido realizado com pacientes em fases precoces de instalação da incapacidade (2 pacientes com menos de 2 meses de instalação), podendo-se argumentar que os ganhos poderiam ser espontâneos.

**Tabela 2.** Avaliação quantitativa do sujeito 2 antes e após o uso do FES-O

| Variável                             | Antes FES-O | Após FES-O | Ganho |     |
|--------------------------------------|-------------|------------|-------|-----|
| Caixa e blocos                       | 11          | 22         | 11    |     |
| Goniometria de flexão ativa<br>MCF   | 1º dedo     | 25°        | 40°   | 15° |
|                                      | 2º dedo     | 40°        | 50°   | 10° |
|                                      | 3º dedo     | 40°        | 50°   | 10° |
|                                      | 4º dedo     | 25°        | 50°   | 25° |
|                                      | 5º dedo     | 20°        | 55°   | 35° |
| Goniometria de extensão ativa<br>MCF | 1º dedo     | -25°       | -15°  | 10° |
|                                      | 2º dedo     | -30°       | -15°  | 15° |
|                                      | 3º dedo     | -30°       | -15°  | 15° |
|                                      | 4º dedo     | -30°       | -10°  | 20° |
|                                      | 5º dedo     | -30°       | -10°  | 20° |

**Tabela 3.** Avaliação quantitativa do sujeito 3 antes e após o uso do FES-O

| Variável                             | Antes FES-O | Após FES-O | Ganho |      |
|--------------------------------------|-------------|------------|-------|------|
| Caixa e blocos                       | 9           | 28         | 19    |      |
| Goniometria de flexão ativa<br>MCF   | 1º dedo     | 60°        | 50°   | -10° |
|                                      | 2º dedo     | 78°        | 80°   | 2°   |
|                                      | 3º dedo     | 82°        | 80°   | -2°  |
|                                      | 4º dedo     | 92°        | 75°   | -17° |
|                                      | 5º dedo     | 95°        | 80°   | -15° |
| Goniometria de extensão ativa<br>MCF | 1º dedo     | -60°       | 0°    | 60°  |
|                                      | 2º dedo     | -78°       | -10°  | 68°  |
|                                      | 3º dedo     | -82°       | -10°  | 72°  |
|                                      | 4º dedo     | -92°       | -10°  | 82°  |
|                                      | 5º dedo     | -95°       | -10°  | 85°  |

Todavia, a perfeita associação das melhoras no desempenho motor com o período de estimulação nos permite afirmar que essa intervenção pode acelerar os ganhos que eventualmente o paciente vai desenvolver na sua evolução natural, porém ao acelerar esse processo, outros ganhos relativos ao período de dependência e ao tempo consumido com redução da destreza para atividades instrumentais podem justificar a sua aplicação em fases precoces da reabilitação.

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que a aplicação deste novo parâmetro de estimulação elétrica

funcional otimizada mostrou-se benéfica na melhora funcional do membro superior em pacientes com hemiparesia após AVC.

## REFERÊNCIAS

1. Pulaski KH. Disfunção neurológica no adulto. In: Neistadt ME, Crepeau EB, Willard & Spackman: Terapia ocupacional. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p.616-93.
2. Awad EA, Dykstra D. Tratamento da espasticidade pela neurólise. In: Kottke FJ, Lehmann JF. Tratado de medicina física e reabilitação de Krusen. 4 ed. São Paulo: Manole; 1994. p.1145-51.
3. Arantes NF, Vaz DV, Mancini MC, Pereira MSDC, Pinto FP, Pinto TPS. Efeitos da estimulação elétrica funcional nos músculos do punho e dedos em indivíduos hemiparéticos: uma revisão sistemática da literatura. Rev Bras Fisioter. 2007;11(6):419-27.
4. Reese NB. Testes de função muscular e sensorial. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
5. Cavaco NS, Alouche SR. Instrumentos de avaliação da função de membros superiores após acidente vascular encefálico: uma revisão sistemática. Fisioter Pesqui. 2010;17(2):178-83.
6. Marques AP. Manual de goniometria. 2 ed. São Paulo: Manole; 2003.
7. Nicholas JA, Sapega A, Kraus H, Webb JN. Factors influencing manual muscle tests in physical therapy. J Bone Joint Surg Am. 1978;60(2):186-90.
8. Rezende FB, Borges HC, Monteiro VC, Masiero D, Chamlian TR. Efetividade da estimulação elétrica funcional no membro superior de hemiparéticos crônicos. Rev Neurocienc. 2009;17(1):72-8.
9. Chae J, Bethoux F, Bohine T, Dobos L, Davis T, Friedl A. Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia. Stroke. 1998;29(5):975-9.