

# OS EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA FUNCIONAL NA MARCHA DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL HEMIPARÉTICA

JASIARA CARLA DE OLIVEIRA,  
ELZIRA D'SANTIAGO MARCIANO,  
FABIENE BALBINO LIMA DA COSTA ,  
FERNANDA GRANJA FERREIRA MELO,  
LAILA CRISTINA MOREIRA DAMAZIO  
UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS- BARBACENA- MINAS GERAIS- BRASIL  
E-mail: jasiede@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) ou Encefalopatia Crônica não-progressiva da Infância é uma doença não progressiva de múltiplas etiologias, que resultam em lesão do sistema nervoso central, em estágios iniciais do desenvolvimento do encéfalo. Constitui uma das mais importantes doenças neurológicas referidas, interfere na execução dos movimentos em decorrência dos padrões anormais da coordenação, postura e tônus muscular, dificultando ou impedindo a aquisição das habilidades motoras e cognitivas (MARANHÃO, 2005; VIVON *et al.*, 2007).

Sua incidência em países desenvolvidos é de 2:1000 nascimentos, em países subdesenvolvidos é de 7:1000 nascimentos. No Brasil dados estimam cerca de 17 mil novos casos por ano, sendo considerada problema social e de saúde pública (ROTTA *et al.*, 2002; MANCICNI *et al.*, 2002).

Pode ser classificada em espástica, atetóide, atáxica, hipotônica ou mista. Sendo que a forma espástica é a mais comum e pode ser classificada de acordo com a topografia em quadriplegia/quadriparesia, diplegia/diparesia ou hemiplegia/hemiparesia<sup>2</sup>. A hemiparesia se caracteriza por déficit motor com espasticidade unilateral, atingindo o dimídio contralateral ao hemisfério cerebral afetado (JERÔNIMO *et al.*, 2007).

A espasticidade é consequência de distúrbios dos reflexos espinhais proprioceptivos, manifesta-se clinicamente por movimento abrupto de hiperreflexia do tendão ao movimento passivo e co-contracção muscular agonista-antagonista. As adaptações secundárias à espasticidade constituem fraqueza e atrofia muscular, alterações dos tecidos conectivos e diminuição da qualidade da função motora, produzindo incapacidades consideráveis das atividades de vida diária (GUIMARÃES *et al.*, 2007).

A marcha hemiparética apresenta extensão do membro inferior e pé equinovaro no dimídio acometido, conseqüentemente não há o toque do calcâneo no início do apoio bipodal pela incapacidade do músculo tibial anterior em produzir tensão suficiente para realizar o movimento de dorsiflexão. A fase de impulsão também fica comprometida em decorrência da fraqueza do músculo tríceps sural, o músculo mais importante na execução da flexão plantar. Este fator é limitante para a transferência de sentado para de pé, a permanência em posição ortostática e marcha (GUIMARÃES *et al.*, 2007).

Alguns estudos morfológicos dos músculos paréticos sugerem que a fraqueza muscular é mais incapacitante que a espasticidade, esta ocorre em consequência do desuso, da perda dos efeitos tróficos centrais, da atrofia neurogênica, da perda das unidades motoras e da alteração na ordem do recrutamento. Desta forma o fortalecimento é necessário para melhorar a eficiência, a capacidade da geração de força e a habilidade motora (ROTTA *et al.*, 2002; GUIMARÃES *et al.*, 2007).

O aumento da força por meio de programa de fortalecimento nos membros inferiores paréticos está associado com a melhora da velocidade e cadência da marcha, execução de tarefas funcionais como caminhar, sentar, levantar, subir e descer escadas, além do aumento do equilíbrio durante a fase de apoio sem, no entanto aumento da espasticidade (GUIMARÃES *et al.*, 2007).

A Estimulação Elétrica Funcional (FES) é uma técnica de fortalecimento muscular que promove contração dos músculos privados de controle nervoso, com objetivos principais de aumentar a força muscular, reduzir a espasticidade, melhorar a amplitude de movimento (ADM), ativar os reflexos necessários à reorganização da atividade motora e possibilitar uma redução da assimetria cortical, pois o processamento sensorio-motor durante a FES envolve processos relacionados à movimentação voluntária (ARANTES *et al.*, 2007; ECARD *et al.*, 2007).

Diante dos dados expostos cabe indagar quais os benefícios da FES na funcionalidade da marcha de crianças portadoras de PC após sua aplicação nos músculos tibial anterior e tríceps sural.

Existem estudos que relatam os benefícios de um programa de fortalecimento em musculatura espástica em pacientes com AVE, no entanto, não foi encontrado na literatura esta abordagem em pacientes com PC. Estudos já comprovaram que além de reduzir a fraqueza muscular o fortalecimento também aumenta a amplitude de movimento e reduz os valores de espasticidade. Essas alterações atuam diretamente na funcionalidade por melhorar o padrão da marcha possibilitando a aquisição das habilidades diárias (ECARD *et al.*, 2007).

Este estudo é relevante para o reconhecimento da eletroestimulação como forma de tratamento em PC. Além de demonstrar os efeitos desta, quando aplicada no músculo tibial anterior e no músculo tríceps sural. Esta nova abordagem de tratamento seria válida para os acadêmicos de Fisioterapia assim como para os profissionais da área, pelo fato de apresentar efeitos positivos o tratamento da espasticidade. Os portadores de PC se beneficiariam com seus resultados permitindo melhor aquisição das atividades cotidianas.

Desta forma, o objetivo geral do presente estudo é comparar os efeitos da FES na funcionalidade da marcha em paciente com PC após sua aplicação nos músculos tibial anterior e tríceps sural. Os objetivos específicos constituem aumentar o grau de força muscular, aumentar a amplitude de movimento, reduzir o grau de espasticidade, aumentar velocidade e cadência da marcha, possibilitando uma melhor funcionalidade da marcha destes pacientes.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Esta pesquisa é do tipo original com delineamento estudo de caso realizada na Associação de Pais e Amigos de Excepcionais (APAE) de Ubá (MG).

### **Amostra**

Participaram da pesquisa dois pacientes de ambos os gêneros, com três anos de idade, selecionados intencionalmente, com o diagnóstico clínico de PC hemiparética e marcha independente.

### **Instrumentos**

Foram mensuradas as amplitudes de movimentos (ADM) de dorsiflexão e plantiflexão do tornozelo do membro parético em decúbito dorsal através do goniômetro universal da marca CARCI, em movimentos ativo e passivo (VENTURIN, 2006).

O teste manual de força muscular foi aplicado nos músculos tibial anterior e tríceps sural. Sua graduação baseia na habilidade de manter a parte testada em uma posição contra a gravidade podendo ser classificado em: 0- ausência de contração muscular; 1- contração muscular, sem movimento articular; 2- movimento articular sem atuação da gravidade; 3- movimento contra a gravidade; 4- movimento contra uma pequena resistência; 5- movimento contra grande resistência (JUNQUEIRA *et al.*, 2004).

O grau de espasticidade do músculo tríceps sural foi mensurado através da escala de Ashworth modificada, onde a articulação do tornozelo foi movimentada em dorsiflexão passiva de forma rápida e brusca (SCHUSTE *et al.*, 2007).

Para análise da marcha foram avaliadas as variáveis: velocidade, cadência, comprimento do passo, passada e largura da base de apoio, através do Protocolo de Cerny.

Os instrumentos necessários foram: cronômetro da marca Herweg, uma passarela de 16 metros dispostos em 5 metros iniciais, 6 metros centrais e 5 metros finais. Os cinco metros iniciais e finais foram desconsiderados por representarem períodos de aceleração e desaceleração da marcha. O cronômetro foi acionado no momento que o paciente entrou na área central, a contagem foi interrompida quando o mesmo alcançou o final da área central (JERÔNIMO *et al.*, 2007).

Os cálculos foram extraídos a partir destes registros. Para marcar na passarela o comprimento dos passos, foi necessária a utilização de pó de café nas faces plantares. A colocação dos pés sobre o solo foi de maneira livre e espontânea, e a caminhada o mais rápido possível. Por convenção, os pacientes realizaram o protocolo descalços. Para cálculo do comprimento do passo e da passada foi calculado a média de três medidas aleatórias. O cálculo da velocidade foi realizado através da fórmula:  $\Delta V = \Delta S / \Delta t^6$ . A cadência foi calculada contando o número de passos por um minuto<sup>5</sup>. Para registro das imagens da marcha antes e após a intervenção foi utilizado filmadora da marca JVC, com autorização dos pais ou responsáveis.

As crianças foram submetidas à análise funcional utilizando o teste *Gross Motor Function Measure* (GMFM) para quantificar o desempenho motor. Este teste inclui 5 dimensões, porém foram analisadas apenas as dimensões: 4- de pé; e 5- andando, correndo e pulando, para tornar a pesquisa mais objetiva. Cada item foi mensurado pela observação dos pacientes e classificados em uma escala ordinal de 4 pontos onde: 0 = não faz; 1 = inicia (<10%); 2 = completa parcialmente (10 a <100%); 3 = completa a atividade (CALCÁGNO *et al.*, 2006).

## Procedimento

As avaliações utilizando os instrumentos citados anteriormente foram realizadas antes e após a intervenção fisioterapêutica. Foi sorteado o local para a eletroestimulação. No paciente 1, os eletrodos de borracha, tamanho 5x5 centímetros (cm), foram posicionados um no ponto motor do músculo tibial anterior e outro 2 cm abaixo. Durante a passagem da corrente foi solicitado o movimento de subir degraus (15 cm). Na paciente 2, os eletrodos foram posicionados um no ponto motor do músculo tríceps sural e outro 2 cm abaixo, na passagem da corrente realizou-se o movimento de descer degraus (15 cm) (JERÔNIMO *et al.*, 2007).

Foi utilizado o aparelho Physiotonus Four da marca Bioset<sup>®</sup>, com aplicação de correntes de eletroestimulação neuromuscular através da corrente de baixa frequência bifásica FES, com parâmetros fixos em 250  $\mu$ s modulados a 50 Hz, *Ton* 06 seg, *Toff* 12 seg, e intensidade conforme a tolerância do paciente. Foram realizadas sessões com duração de 20 minutos, três vezes por semana em dias intercalados, durante sete semanas, totalizando 21 sessões. Durante a pesquisa os pacientes não foram submetidos à fisioterapia convencional (SCHUSTE *et al.*, 2007).

O projeto de pesquisa foi encaminhado ao Comitê de ética em Pesquisa da Unipac obedecendo à resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) 196/96.

## Análise Estatística

Foi realizada uma análise descritiva dos dados de força e tônus muscular, ADM e o escore da escala GMFM.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a eletroestimulação foi observado melhora da atividade funcional da marcha avaliada pelas dimensões D (em pé) e E (andar, correr, pular) da escala GMFM, nas duas crianças, porém esta foi maior naquela que recebeu eletroestimulação no músculo tríceps sural (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1:** Apresentação dos resultados da escala GMFM no paciente 1 (tibial anterior).

<b>GMFM (Pac. 1)</b>	<b>Pré-eleto</b>	<b>Pós-eleto</b>	<b>Evolução</b>
<b>Dimensão D (39)</b>	21	36	15
<b>Dimensão E (72)</b>	42	55	13

**Tabela 2:** Apresentação dos resultados da escala GMFM no paciente 2 (tríceps sural).

<b>GMFM (Pac. 2)</b>	<b>Pré-eleto</b>	<b>Pós-eleto</b>	<b>Evolução</b>
<b>Dimensão D</b>	16	34	18
<b>Dimensão E</b>	29	45	16

O estudo de DROUIN *et al*, concluíram que as dimensões D e E do GMFM podem ser usadas como prognóstico locomotor. Complementando este estudo, DAMIANO *et al*. investigaram a correlação entre o GMFM e os parâmetros da marcha em crianças com PC espástica, e confirmaram que a deambulação é representativa do status motor global na PC, e que o GMFM e a análise da marcha são medidas complementares na avaliação funcional destas crianças.

Foram observadas melhora na ADM ativa de plantiflexão no Pac 1 de 10°, no Pac 2 de 25°, mantiveram-se as medidas de dorsiflexão ativa nos dois pacientes. A evolução da ADM passiva foi maior no Pac 2, cerca de 10° de plantiflexão e 20° de dorsiflexão. O Pac 1 obteve 10° a mais na ADM passiva de plantiflexão e a dorsiflexão se manteve (Tabela 3 e 4).

**Tabela 3:** Resultados obtidos da ADM ativa antes e após tratamento.

<b>ADM ativa</b>	<b>Pac 1</b>	<b>Pac 2</b>
<b>Plantiflexão</b>	>10°	>25°
<b>Dorsiflexão</b>	---	---

**Tabela 4:** Resultados obtidos da ADM passiva antes e após o tratamento.

<b>ADM passiva</b>	<b>Pac 1</b>	<b>Pac 2</b>
<b>Plantiflexão</b>	>10°	>10°
<b>Dorsiflexão</b>	---	>20°

ARANTES *et al*, concluíram através de uma revisão da literatura que não existem ganhos significativos da ADM após eletroestimulação. Já MARTINS *et al*, puderam concluir que a FES é um recurso coadjuvante terapêutico importante para obtenção da movimentação tanto ativa, quanto passiva.

Em relação ao tônus muscular houve uma redução do grau na escala Ashworth no paciente 2 e manutenção do grau no paciente 1 (Tabela 5).

**Tabela 5:** Avaliação do tônus muscular do tríceps sural dos pacientes pré e pós eletroestimulação.

<b>Escala Ashworth</b>	<b>Pré</b>	<b>Pós</b>
<b>Pac 1</b>	<b>1+:</b> Leve aumento de tônus na metade da ADM restante	<b>1+:</b> Leve aumento de tônus na metade da ADM restante.
<b>Pac 2</b>	<b>1+:</b> Leve aumento de tônus na metade da ADM restante	<b>1:</b> Leve aumento de tônus no final da ADM

ARANTES *et al*, corroboram estes resultados com JUNQUEIRA *et al* e SALMELA-TEIXEIRA *et al* quando concluem que técnicas de fortalecimento não aumentam o tônus muscular, podendo até reduzir seus valores. GUIMARÃES *et al*, constataram manutenção do tônus muscular após fortalecimento de musculatura espástica (GUIMARÃES *et al.*, 2007).

WANG *et al*, afirmam que a eletroestimulação promove redução da espasticidade em decorrência da coativação dos motoneurônios alfa e gama dos músculos paréticos (WANG *et al.*, 1988).

HAMILL *et al* afirmam que o músculo encurtado é incapaz de gerar muita tensão contrátil porque seus filamentos protéicos ficam sobrepostos criando uma ativação incompleta das pontes cruzadas. Assim, a diminuição de pontes cruzadas desenvolve um músculo fraco e inadequado para gerar grandes quantidades de força. Desta forma, a fraqueza muscular reflete a incapacidade de gerar força pela diminuição da ativação das unidades motoras ou das mudanças fisiológicas do músculo parético (HAMILL & KNUTZEN, 1999).

Outro achado relevante deste estudo foi que o grau de força muscular de plantiflexores do paciente 1 diminuiu, enquanto que, do paciente 2 aumentou. A força muscular de dorsiflexores se manteve no paciente 1, e aumentou no paciente 2.

Corroborando com os resultados obtidos, GUIMARÃES *et al* ainda encontrou em seu estudo melhora significativa da força muscular após a eletroestimulação (GUIMARÃES *et al.*, 2007).

JUNQUEIRA *et al.* afirma que técnicas e exercícios de fortalecimento muscular atuam aumentando o recrutamento de unidades motoras, melhorando a capacidade de geração de força, reduzindo a hiperativação reflexa e preservando a extensibilidade funcional dos músculos (JUNQUEIRA *et al.*, 2004).

As variáveis da marcha avaliadas através do protocolo de Cerny demonstraram melhoras nos dois pacientes. Para crianças saudáveis na faixa etária dos 4 anos de idade, os valores médios encontrados para o comprimento da passada, cadência e velocidade são 0,78 cm, 152 passos/min e 0,99 m/seg, respectivamente. JERÔNIMO *et al* obtiveram aumento da velocidade e redução da cadência após aplicação da FES em tibial anterior (JERÔNIMO *et al.*, 2007).

SHUSTER *et al*, afirmam que esses resultados só são obtidos porque a eletroestimulação promove um *feedback* cutâneo e aumento da propriocepção, melhorando o equilíbrio e favorecendo a marcha (SCHUSTER *et al.*, 2007).

DAMÁZIO *et al* relatam que o melhor desempenho no protocolo de Cerny pode ser devido à melhora da ADM, da ativação de placas motoras pela FES e da redução do tônus muscular (DAMÁZIO *et al.*, 2007).

Desta forma, a FES tem demonstrado ser um protocolo confiável uma vez que promove recrutamento neuronal em áreas seletas, na mesma quantidade em cada hemisfério cerebral reduzindo a assimetria cortical (BRASILEIRO & SALVINI, 2004; KITCHEN & BAZIN, 1998).

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos encontraram efeitos mais satisfatórios na criança com PC submetida à FES em tríceps sural, pois aumentou a força muscular, os padrões da marcha evoluíram, houve redução do tônus muscular, aumento da ADM de plantiflexão e dorsiflexão em movimentos ativos e passivos, após 21 sessões. Ao contrário do que é freqüentemente utilizado no tratamento de pacientes com espasticidade, o fortalecimento do músculo espástico demonstrou resultados positivos.

Desta forma recomenda-se a seleção de uma amostra aleatória com uma população maior de pacientes portadores de PC do tipo hemiparéticos espásticos, assim como a realização de um grupo controle, para determinar com maior fidedignidade os benefícios da FES.

**Palavras-chave:** Paralisia Cerebral, Estimulação Elétrica Funcional.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARANTES, N.F. VAZ, D.V. MANCINI, M.C. PEREIRA, M.S.D.C. PINTO, F.P. PINTO, T.P.S. Efeitos da estimulação elétrica funcional nos músculos do punho e dedos em indivíduos hemiparéticos: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Fisioter.* v.11, n.6, p.419-27, 2007.

BRASILEIRO, J.S. SALVINI, T.S. Limites da estimulação elétrica funcional no fortalecimento de músculos com déficit de força. *Fisioter Bras.* . v.5, n.3, p.224-230, 2004.

CALCÁGNO, N.C. PINTO, T.P.S. VAZ, D.V. MANCINI, M.C. SAMPAIO, R.F. Análise dos efeitos da utilização de tala seriada em crianças portadoras de paralisia cerebral: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Saude Matern Infant.* v.6, n.1, p.11-22, 2006.

DAMÁZIO, L.C. CARVALHO, J.A.G. ASSIS, L.R. RIBEIRO, H. Análise biomecânica da marcha de pacientes hemiparéticos após a aplicação da estimulação elétrica funcional. *Progress in Motor Control.* 2007.

DAMIANO, D.L. ABEL, M.F. Relation of gait analysis to gross motor function in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* v.38, p.389-396, 1996.

DROUIN, L.M. MALOUIN, F. RICHARD, C.L. MARCOUX, S. Correlation between the gross motor function measure scores and gait spatiotemporal measures in children with neurological impairments. *Dev Med Child Neurolol.* v.38, p.1007-1019, 1996.

ECARD, L. SILVA, A.P.S. NETO, M.P. VEIGA, H. CAGY, M. PIEDADE, R. Os efeitos da estimulação elétrica funcional na assimetria cortical inter-hemisférica. *Arq Neuropsiquiatr.* v.65, n.3, p.642-646, 2007.

ECARD, L. SILVA, A.P.S. NETO, M.P. VEIGA, H. CAGY, M. PIEDADE, R. Alterações na coerência cortical inter-hemisférica produzidas pela estimulação elétrica funcional (FES). v.65, n.2-a, p.327-331, 2007.

FRANCO, C.B. PIRES, L.C. PONTES, L.S. SOUZA, E.J. Avaliação da amplitude de movimento do tornozelo em crianças com paralisia cerebral após aplicação de toxina botulínica seguida de fisioterapia. *Rev Paranaen Medic.* v.20, n.3, p.43-49, 2006.

GUIMARÃES, R.M. PEREIRA, J.S. BATISTA, L.A. Fortalecimento do músculo sóleo: impacto na cinemática da marcha de indivíduos hemiparéticos. *Fisioterapia em Movimento.* v.20, n.3, p.11-16, 2007.

HAMILL, J. KNUTZEN, K.M. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo (SP): Manole. 1999.

JERÔNIMO, B.P. BORGES, M.B.S. DINI, P.D. DAVID, A.C. Variáveis espaço-temporais da marcha de crianças com paralisia cerebral submetidas a eletroestimulação no músculo tibial anterior. *Rev Bras Fisioter.* v.11, n.4, p.261-266, 2007.

JUNQUEIRA, R.T. RIBEIRO, A.M.B. SCIANNI, A.A. Efeitos do fortalecimento muscular e sua relação com a atividade funcional e a espasticidade em indivíduos hemiparéticos. *Rev Bras Fisioter.* v. 8, n.3, p.247-252, 2004.

KITCHEN, S. BAZIN, S. Eletroterapia de Clayton. 10 ed. São Paulo (SP): Manole: 1998.

MANCICNI, M.C. FIÚZA, P.M. REBELO, J.M. MAGALHÃES, L.C. COELHO, Z.A.C. PAIXÃO, M.L. GONTIJO, A.P.B. Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. Arq Neuropsiquiatr. v.60, n.2-b, p.446-452, 2002.

MARANHÃO, M.V.M. Anestheisia and Cerebral Palsy. Rev Bras Anesthesiol. v.55, n.6, p.680-702, 2005.

MARTINS, F.L.M. GUIMARÃES, L.H.C.T. VITORINO, D.F.M. SOUZA, L.C.F. Eficácia da eletroestimulação funcional na amplitude de movimento de dorsiflexão de hemiparéticos. Rev Neurociên. v.12, n.2, p.01-07, 2004.

ROTTA, N.T. Paralisia cerebral, novas perspectivas terapêuticas. Jorn Pediatr. v.78, n.1,p.48-54, 2002.

SALMELA-TEIXEIRA, L.F. ONLY, S.J. NADEAU, S. BROUWER, B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability um chonic stroke survivors. Arch Phys Med Rehabil. v.80, p.1211-1218,1999.

SCHUSTER, R.C. SANT, C.R. DALBOSCO, V. Efeitos da estimulação elétrica funcional (FES) sobre o padrão de marcha de um paciente hemiparético. Acta Fisiatr. v.14, n.2, p.82-86, 2007  
VENTURINI, C. ITUASSÚ, N.T. TEIXEIRA, L.M. DEUS, C.V.O. Confiabilidade intra e interexaminadores de dois métodos de medidas da amplitude ativa de dorsiflexão do tornozelo. Rev Bras Fisioter. v.10, n.4, p.407-411, 2006.

VIVONE, G.P. TAVARES, M.M.M. BARTOLOMEU, R.S. NEMR, K. CHIAPPETTA, A.L.M. Análise da consistência alimentar e tempo de deglutição em crianças com paralisia cerebral tetraplégica espástica. Rev CEFAC. v.9, n.4, p.504-511, 2007.

WANG, R.Y. TSAI, M.W. CHAN, R.C. Effects of surface spinal cord stimulation on spasticity and quantitative assessment of muscle tone in hemiplegic patients. Am J Phys Med Rahabil. v.77, n.4, p.282-287, 1988.

Autor Principal: Jasiara Carla de Oliveira

Endereço: Rua Delegado José Lima n 450, Guarda-Mor, São João del-Rei-Minas Gerais

CEP: 36.309.022

Telefone: (32) 3373-2042 Celular: (32) 8806-7028

E-mail: jasiede@yahoo.com.br